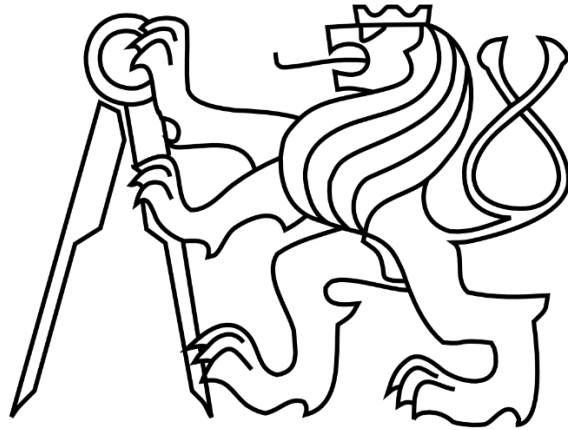


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE

STUDIJNÍ PROGRAM: GEODÉZIE A KARTOGRAFIE
STUDIJNÍ OBOR: GEODÉZIE A KARTOGRAFIE



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Testování přesnosti a využitelnosti GNSS přijímače Leica GS18

Testing the accuracy and usability of the GNSS receiver Leica GS18 I

Vedoucí práce: prof. Ing. Martin Štroner, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Myslivec</u>	Jméno: <u>Jan</u>	Osobní číslo: <u>458960</u>
Zadávající katedra: <u>Speciální geodézie</u>		
Studijní program: <u>Geodézie a kartografie</u>		
Studijní obor: <u>Geodézie a kartografie</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Testování přesnosti a využitelnosti GNSS přijímače Leica GS18 I</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Testing the accuracy and usability of the GNSS receiver Leica GS18 I</u>	
Pokyny pro vypracování: Narhňte, realizujte a vyhodnoťte test přesnosti a využitelnosti GNSS přijímače Leica GS18 I. Zaměřte se na přesnost měření bez urovnání libely a na vlastnosti a přesnost fotogrammetricky určených jednotlivých bodů a generovaných mračen.	
Seznam doporučené literatury: [1] Literatura výrobce k přístroji Leica GS18 I. [2] Štroner, M. - Hampacher, M.: Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii. 1. vyd. Praha: CTU Publishing House, 2011. 313 s. ISBN 978-80-01-04900-6.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>prof. Ing. Martin Štroner, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>24.9.2020</u> Termín odevzdání diplomové práce: <u>3.1.2021</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>24.9.2020</u> Datum převzetí zadání	<u>✓</u> Podpis studenta(ky)
---	---------------------------------

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci s názvem „Testování přesnosti a využitelnosti GNSS přijímače Leica GS18 I“ vypracoval samostatně, s výjimkou odborných konzultací s vedoucím diplomové práce prof. Ing. Martinem Štronerem, Ph.D. Veškerá použitá literatura a další zdroje jsou uvedeny v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne:

.....

Bc. Jan Myslivec

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat v první řadě vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Martinovi Štronerovi, Ph.D. za vedení a za jeho čas věnovaný při poskytování odborných konzultací. Dále bych chtěl poděkovat firmě Gefos a.s. za zapůjčení testovaného přístroje, jeho demonstraci a instruktáž k programu Infinity, jmenovitě panu Ing. Janu Švejdovi, Martinu Pickovi a Ing. Petru Steinerovi. Nakonec bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při tvorbě této práce i celém přechodném studiu.

Abstrakt

Tato diplomová práce vznikla za účelem otestování nového typu GNSS přijímače využívajícího technologii založenou na kombinaci měření a kompenzace náklonu přístroje a průsekové fotogrammetrie.

Přesnost a spolehlivost kompenzace náklonu byla zjišťována opakovaným měřením při různých náklonech na experimentálním bodovém poli.

Přesnost a využitelnost fotogrammetrických možností přístroje byla posuzována na testovacím objektu v terénu. Tento objekt byl pro účely porovnání zaměřen ještě běžnou fotogrammetrickou metodou s využitím digitálního fotoaparátu a totální stanice. Z pořízených snímků, jak testovaným přístrojem, tak digitálním fotoaparátem, byla vytvořena mračna bodů a vzájemně porovnána.

Výsledkem práce jsou směrodatné odchylky měření na experimentálním bodovém poli, grafy změny měřené polohy v čase, v druhé části práce to jsou směrodatné odchylky bodů identifikovaných na snímcích a číselné a vizuální porovnání mračen bodů.

Klíčová slova

GNSS, fotogrammetrie, testování, přesnost

Abstract

The purpose of this thesis is to test a new GNSS receiver which uses a new technology based on the combination of tilt measuring and compensation and of intersection photogrammetry.

The accuracy and reliability of the tilt compensation was investigated using repeated measurements on an experimental point-field, varying tilt value.

For the purpose of assessment of accuracy and usability of photogrammetric possibilities of the device, a testing object in the country was found. The object was additionally measured using photogrammetric method realized with a digital camera and a total station. Both images, the ones took with the tested device and with the digital camera, were used to create point clouds purposed for further mutual comparison.

The results of the work are standard deviations of measurement in the test point-field, graphic representation of the measured position time-development, in the second part of the experiment it's the standard deviations of the points identified in the images and visual and numerical comparison of the point clouds.

Key words

GNSS, photogrammetry, test, accuracy

Obsah

Úvod	10
1. Testovaný přístroj	11
1.1. Charakteristika a principy fungování	11
1.2. Předchozí testování	13
2. Navržené způsoby testování přístroje	14
2.1. Testování kompenzace náklonu	14
2.2. Testování integrované kamery a funkce Imaging	15
2.3. Ověření běžnými fotogrammetrickými postupy	18
3. Zpracování	19
3.1. Zpracování testů kompenzace náklonu	19
3.2. Zpracování testů integrované kamery a funkce Imaging	22
3.3. Zpracování ověření běžnou fotogrammetrií	26
4. Výsledky	30
4.1. Výsledky testů kompenzace náklonu	30
4.2. Výsledky testů integrované kamery a funkce Imaging	34
4.3. Porovnání s výsledky běžné fotogrammetrie	36
4.4. Porovnání po transformaci	47
Závěr	49
Seznam použitých zdrojů	51
Seznam zkratk	52
Seznam obrázků	53
Seznam tabulek	54
Seznam grafů	55
Seznam příloh	56



Úvod

GNSS technologie běžně využívaná v geodézii má jako každá metoda svá omezení použitelnosti. Již nějakou dobu je ale k dispozici GNSS přijímač kombinující více technologií, které umožňují širší způsob využití. Jedná se o GS18 I vyráběný firmou Leica, který kombinuje příjem satelitního signálu s určováním náklonu pomocí zabudované inerciální měřící jednotky (tzv. IMU) a s fotogrammetrickými metodami díky vestavěné kameře.

Rozhodl jsem se tedy prakticky vyzkoušet použitelnost a přesnost nových možností tohoto přístroje. Díky kompenzaci náklonu přístroje, který je možné nyní držet i v šikmé poloze nebo s ním dokonce pohybovat, se zvyšuje rychlost a pohodlnost měření. A díky možnosti fyzicky ani nebýt na konkrétním místě, pouze ho nafotografovat, lze bez obtíží určovat body na dně výkopů, pod převisem střechy nebo v několikametrové výšce, a to klidně až v kanceláři.

Jednak jsem samostatně otestoval měření a kompenzaci náklonu, a za druhé jsem vyzkoušel fotogrammetrické metody a porovnal s výstupy z dalších geodetických metod. Rozhodně jsem se nesnažil proniknout do výpočetních algoritmů přístroje. Postupy testování jsem se rozhodl vymyslet sám podle toho, co mi přišlo zajímavé, praktické, či potenciálně využitelné, a zároveň tak, aby testy přinesly spolehlivé a ničím neznehodnocené výsledky.

Souřadnicový systém použitý pro tuto práci je S-JTSK, výškový systém je Baltský po vyrovnání.

1. Testovaný přístroj

Popis a charakteristiky testovaného přístroje je možné nalézt v [2] a [3]. Přístroj byl zapůjčen na dvoudenní měření firmou Gefos a.s. sídlící v Praze.

1.1. Charakteristika a principy fungování

Leica GS18 I jako každý běžný geodetický GNSS přijímač („Globálního Navigačního Satelitního Systému“) dokáže určovat svou polohu ze satelitního signálu družic GPS a GLONASS, kromě toho přijímá signál i z družic Galileo a BeiDou. Výrobce udává přesnost metody RTK (z angl. „Real Time Kinematic“) je $8 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ v poloze a $15 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ ve výšce. Přesnost rychlé statické metody jsou $3 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ v poloze a $5 \text{ mm} + 0.5 \text{ ppm}$ ve výšce. Přesností se v tomto případě rozumí směrodatná odchylka.

Přístroj má navíc zabudovanou inerciální měřicí jednotku, tzv. IMU, která dokáže určovat natočení přístroje v prostoru. Při známé výšce antény je z parametrů tohoto natočení možné vypočítat vektor upřesňující polohu na hrot tyčky nesoucí přijímač. Systém je imunní vůči magnetickému rušení a IMU není potřeba kalibrovat, pouze inicializovat krátkým pohybem těsně před měřením. Dodatečná nejistota způsobená náklonem je udávána maximální hodnotou $8 \text{ mm} + 0.4 \text{ mm}/^\circ$ pro rozsah 0° až 30° .



Obr. 1: GNSS přijímač GS18 I s kontrolerem na tyčce [5]



Tím je zajištěna známost všech 6 prvků vnější orientace fotogrammetrické kamery (3 prvky pro polohu a 3 prvky pro směr). Prvky vnitřní orientace jsou uvedeny přímo od výrobce (parametry kamery – hlavní snímkový bod, ohnisková vzdálenost a zkreslení obrazu způsobené optickým systémem). To je ideální pro fotogrammetrické určování bodů přímo v terénu metodou průsekové fotogrammetrie, navíc systém v přístroji je schopen na místě provést základní svazkové vyrovnání na základě obrazové korelace mezi snímky, a tak zpřesnit jejich vnější orientaci. Prostým kliknutím na totožné místo na dvou snímcích jsme schopni získat souřadnice toho místa.

Tato funkce přístroje se nazývá anglicky „Imaging“. Odtud název přístroje GS18 „I“. Jeho nedávný předchůdce GS18 „T“ disponoval pouze kompenzací náklonu pomocí IMU, tzv. funkcí „Tilt compensation“. Přístroj je vybaven kalibrovanou kamerou a rozlišení pořízených snímků je 1280 x 960 pixelů. Výrobce uvádí požadavky, jakým způsobem s funkcí měřit, aby byla zajištěna deklarovaná přesnost. Jsou následující:

- před měřením zinicilizovat IMU krátkým pohybem;
- kamerou mířit kolmo ke směru pohybu;
- projít kolem zájmových bodů v mírném oblouku stáčeujícím se směrem k nim, nebo alespoň po přímé trase;
- dodržet vzdálenost 2 – 10 m od snímaného objektu;
- pohybovat se rychlostí běžné chůze.

Deklarovaná přesnost (směrodatná odchylka polohová) takto určených bodů je pak 2 – 4 cm. Funkce je softwarově omezena na 60 sekund s rychlostí snímkování zhruba 2 snímky za sekundu. Doba zpracování a ukládání vzniklých řad snímků v terénu se odvíjí od doby průchodu kolem bodů.

1.2. Předchozí testování

Letošní podzim provedla firma Gefos a.s., oficiální obchodní zastoupení Leica Geosystems AG v České Republice, vlastní fotogrammetrický test přesnosti tohoto přijímače [4]. K testování posloužily 4 body zaměřené klasicky GNSS metodou RTK. Poté bylo učiněno několik průchodů kolem bodů ve vzdálenostech přibližně 2, 5, 10, 15 a 20 metrů a vytvořeny řady snímků funkcí Imaging. Následně byly body identifikovány na snímcích v rozhraní Leica Captivate v kontroleru přijímače. Souřadnice takto identifikovaných bodů byly porovnány s GNSS měřením a výsledky shrnuje následující tabulka:

vzdálenost od bodů	průměrná odchylka polohová [m]	průměrná odchylka výšková [m]	maximální odchylka polohová [m]	maximální odchylka výšková [m]
2 m	0.029	0.022	0.110	0.071
5 m	0.031	0.022	0.042	0.067
10 m	0.094	0.025	0.176	0.074
15 m	0.092	0.021	0.113	0.064
20 m	0.166	0.057	0.226	0.076

Tab. 1: Porovnání souřadnic určených v Leica Captivate s GNSS měřením.

Autor testu uvádí, že zmiňované přesnosti 2 – 4 cm lze důvěřovat, vzdálenost 10 m je ale potřeba brát skutečně jako mezní. Lepší hodnoty výškové přesnosti jsou nejspíš způsobeny tím, že pro IMU je nejtěžším úkolem určení natočení kamery kolem svislé osy.

Spíš pro zajímavost byly všechny řady snímků ze všech vzdáleností sloučeny v programu Infinity, který je produktem Leica Geosystems AG, a hromadně svazkově vyrovnány. Souřadnice bodů určených na snímcích tím byly automaticky přepočítány. Poté bylo vygenerováno z orientovaných snímků mračno bodů, další možnost určení souřadnic bodů 1 až 4. Výsledky jsou znatelně lepší, každopádně nelze předpokládat, že by toto běžný uživatel přístroje měl čas a potřebu dělat. Výsledky jsou uvedeny v tabulce:

určení	průměrná odchylka polohová [m]	průměrná odchylka výšková [m]	maximální odchylka polohová [m]	maximální odchylka výšková [m]
vše dohromady ze snímků	0.010	0.012	0.013	0.034
vše dohromady z mračna	0.010	0.014	0.010	0.036

Tab. 2: Porovnání souřadnic určených hromadně v Infinity s GNSS měřením.

2. Navržené způsoby testování přístroje

Způsoby testování přesnosti a využitelnosti přístroje jsem navrhl tak, abych využil to nejlepší, co nová technologie nabízí a neznehodnocoval výsledky už v zárodku, ale zároveň abych se přiblížil předpokládanému běžnému způsobu měření bez přemrštěné pečlivosti.

2.1. Testování kompenzace náklonu

Za účelem otestování přesnosti, rozsahu a celkové praktičnosti kompenzátoru náklonu v různě nakloněných pozicích, bylo před budovou fakulty stavební využito 5 již stabilizovaných bodů (obr. 2) a postupně provedeno několik sérií různých měření. (Byly využity i body 6 a 7 bez stabilizace.)

V první sérii byly celkem 11x, s postupným přecházením od prvního k pátému, zaměřeny všechny body pětivteřinovou observací s vypnutým kompenzátozem náklonu, jako u běžných GNSS přijímačů. Schéma měření tedy vypadalo: bod 1 – 2 – 3 – 4 – 5, 1 – 2 – 3 – 4 – 5, ... až 1 – 2 – 3 – 4 – 5 po jedenácté. Od sedmého opakování bylo přistupováno k bodům z opačné strany (přístroj byl otočen o 200 gonů kolem svislé osy), tak aby po zprůměrování byla potlačena chyba z nesvislosti způsobená zejména měřičem, případně krabicovou libelou.

V druhé sérii bylo měřeno již se zapnutou kompenzací a bylo přistupováno z té samé strany, přičemž přijímač byl držen svisle s urovnanou libelou. Bylo provedeno celkem 10 opakování, opět po dobu 5 vteřin.

Třetí série probíhala jako druhá s tím rozdílem, že přijímač byl držen ledabyle s náklonem cca 45°.

Ve čtvrté sérii měření jsem testoval přijímač pouze na prvním bodě, zato 10x s náklonem 90° do různých směrů. Předpokládal jsem totiž, že běžný uživatel přístroje při běžném měření nebude mít důvod ho naklánět více. Finálním produktem všech těchto čtyř sérií po zpracování jsou směrodatné odchylky a jejich vzájemné porovnání.



Obr. 2: Stabilizace bodů 1 – 5



Od páté série mělo měření jiný charakter. Opakovaně, s rozestupy 10 vteřin byly prováděny pětivteřinové observace na každém z pěti bodů, přičemž přístroj byl držen v klidu s náklonem 45°, aby docházelo jen k minimálnímu pohybu. Observace se opakovaly, dokud přístroj nezahlásil chybovou hlášku o výpadku kompenzace náklonu. Kompenzátor totiž z technické podstaty k přesnému fungování vyžaduje pohyb, bez něj se přesnost pomalu ztrácí. Na některých bodech se tudíž měření opakovalo například jen třikrát, na jiných až dvacetkrát. Cílem bylo zjistit, jak moc přístroj dovolí měření „znehodnotit“ přílišným otálením na jednom místě.

V šesté sérii bylo měřeno jako v páté, ale ve svislé poloze a jen na bodech 1, 2 a 6. Na novém bodě 6 navíc přístroj nebyl držen v ruce, ale byl upevněn, aby nedocházelo k vůbec žádnému pohybu. Tím bylo zamýšleno ujistit se, že kompenzátor nenarušuje měření, i když měříme jako s běžným přijímačem vybaveným krabicovou libelou.

Poslední, sedmá série probíhala jako předchozí s tím rozdílem, že přístroj byl pouze na bodě 7 a ležel ve vodorovné poloze na zemi. Výsledkem zpracování posledních tří sérií jsou grafy zobrazující, jak se měnila změřená poloha v průběhu času.

2.2. Testování integrované kamery a funkce Imaging

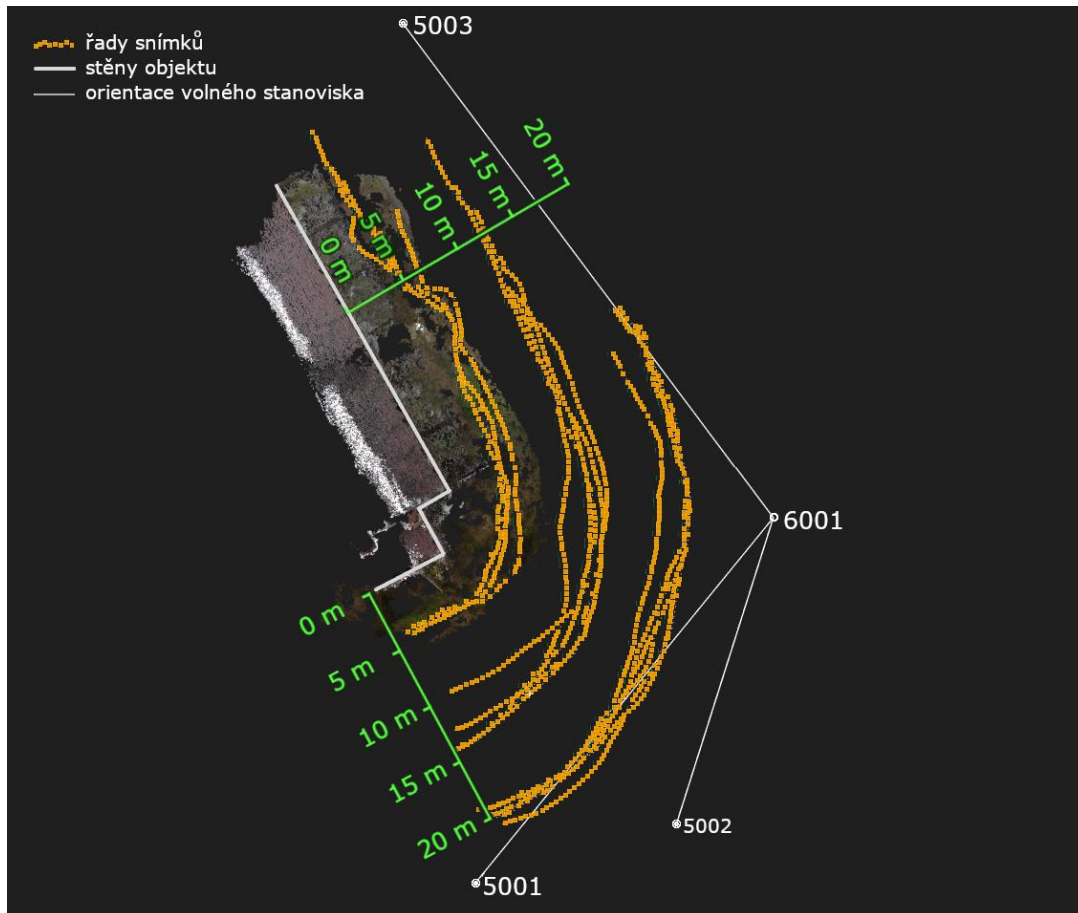
Za předmět k otestování přesnosti a dalších vlastností fotogrammetrického určování bodů funkcí Imaging byl vybrán opuštěný kravín u obce Krašovice u Písku. Má vhodnou velikost, minimum stromů a vysokých objektů v okolí, dostatek prostoru kolem a je volně přístupný.



Obr. 3: Opuštěný kravín u Krašovic u Písku, bez vegetace bránící výhledu na oblohu [6]

Na severovýchodní a jihovýchodní fasádu bylo nejdříve rovnoměrně rozmístěno 10 vlíčovacích bodů, po dvojicích nad sebe. Poté bylo učiněno 5 průchodů kolem fasády ve vzdálenosti přibližně 5 metrů a pořízeno 5 řad snímků. To samé se opakovalo ve vzdálenosti 10 a 15 metrů. Každý průchod trval 60 sekund (maximum umožněné softwarem přístroje) a za tu dobu přístroj vyfotografoval v řadě 110 až 120 snímků. Průměrná vzdálenost od fasády byla vzhledem k její členitosti proměnlivá a spíše větší, zvláště v případě 15 metrů (ve skutečnosti 15 až 20), to ale

nevadí, jelikož tato poslední řada má spíš experimentální charakter a ukazuje, co se stane, je-li překročena doporučená vzdálenost.



Obr. 4: Vzdálenosti řad snímků od fasády, volné stanoviště 6001 a připojovací body 5001 – 5003



Obr. 5: Jedna z pěti dvojic vlícovacích bodů 12 x 12 cm



Obr. 6: Přehled vlícovacích bodů



2.3. Ověření běžnými fotogrammetrickými postupy

Nejprve byly GNSS přijímačem pětivteřinovou observací metodou RTK zaměřeny připojovací body 5001, 5002 a 5003 (stabilizovány dřevěnými kolíky).

Dále byly totální stanicí zaměřeny vřícovací body 1 až 10, všechny z jednoho volného stanoviska s orientací na připojovací body 5001 až 5003, vše ve dvou polohách. Absolutní přesnost polohy vřícovacích bodů není tolik důležitá, ale je potřeba, aby měly přesně určenou polohu relativně vůči sobě. Proto bylo zvoleno jen jedno volné stanovisko.

Poté bylo provedeno bezhranolové skenování fasády funkcí v totální stanici. Skenované body byly v matici 7 x 25 bodů s úhlovými rozestupy 2 gony, a plní ověřovací funkci.

K dalšímu porovnání fotogrammetrických výstupů byl objekt nafocen digitálním fotoaparátem Canon EOS 500D (40 mm, 15.1 MPx). Bylo pořízeno 132 snímků ze vzdálenosti zhruba 10 metrů od fasády. V kombinaci s polohovým určením vřícovacích bodů totální stanicí jde o poměrně přesnou metodu zaměření objektu použitelnou jako referenční pro porovnávání.

Nakonec byly kontrolně podruhé zaměřeny RTK metodou všechny tři připojovací body. Rozdíly souřadnic mezi kontrolním a prvním zaměřením nepřekročily 5 cm.



3. Zpracování

3.1. Zpracování testů kompenzace náklonu

Testy kompenzace náklonu byly zpracovány v programu Excel. První čtyři série měření, nazvěme je dynamické, byly zpracovány stejným způsobem.

Každá série byla roztržena podle bodů, měřené souřadnice každého bodu ze všech opakování byly aritmeticky zprůměrovány, byly vypočteny opravy od průměru a z nich výběrová směrodatná odchylka souřadnice σ_X podle vzorce:

$$\sigma_X = \sqrt{\frac{\sum \Delta X^2}{m-1}} \quad (1)$$

kde X je daná souřadnice (souřadnice Y , X nebo výška H), ΔX je oprava od průměru, a m je počet průměrovaných souřadnic. Výpočet směrodatných odchylek byl proveden dle [1].

Byla také spočtena směrodatná souřadnicová odchylka σ_{YX} jako kvadratický průměr směrodatné odchylky souřadnice X a souřadnice Y :

$$\sigma_{YX} = \sqrt{\frac{\sigma_Y^2 + \sigma_X^2}{2}} \quad (2)$$

Nakonec byly kvadraticky zprůměrovány směrodatné souřadnicové odchylky a směrodatné odchylky výšky u všech n bodů v rámci série:

$$\bar{\sigma}_{YX} = \sqrt{\frac{\sum \sigma_{YXi}^2}{n}} \quad \bar{\sigma}_H = \sqrt{\frac{\sum \sigma_{Hi}^2}{n}} \quad (3, 4)$$

Každou sérii můžeme tedy charakterizovat dvěma hodnotami, směrodatnou souřadnicovou odchylkou $\bar{\sigma}_{YX}$ a směrodatnou výškovou odchylkou $\bar{\sigma}_H$.



Následující tabulka shrnuje zpracování prvních čtyř sérií:

série, začátek, způsob měření	bod	opak.	směrodatné souřadnicové/výškové odchylky:			
			σ_{YX} [mm]	σ_H [mm]	$\bar{\sigma}_{YX}$ [mm]	$\bar{\sigma}_H$ [mm]
1. 09:12, bez kompenzace náklonu, svisle	1	11	3.4	6.2	5.9	8.7
	2	11	6.5	12.1		
	3	11	6.1	10.1		
	4	10	6.0	5.2		
	5	11	6.8	8.4		
2. 09:51, kompenzace náklonu zapnuta, svisle	1	10	3.0	4.8	3.5	6.2
	2	10	3.9	6.3		
	3	10	4.1	6.4		
	4	10	2.8	6.7		
	5	10	3.5	6.7		
3. 10:19, kompenzace náklonu zapnuta, náklon 45°	1	10	10.8	6.1	9.4	6.4
	2	10	8.7	4.2		
	3	10	7.5	6.0		
	4	10	10.5	6.3		
	5	10	9.1	8.6		
4. 10:47, kompenzace náklonu zapnuta, náklon 90°	1	10	18.4	11.5		

Tab. 3: Směrodatné odchylky dynamických sérií



Spíše pro zajímavost byly porovnány i průměrné souřadnice všech bodů s průměrnými souřadnicemi v první sérii:

série, začátek, způsob měření	odchyly průměrných souřadnic ostatních sérií od 1. série:				
	bod	opak.	ΔY [mm]	ΔX [mm]	ΔH [mm]
1. 09:12, bez kompenzace náklonu, svisle	1	11	0	0	0
	2	11	0	0	0
	3	11	0	0	0
	4	10	0	0	0
	5	11	0	0	0
2. 09:51, kompenzace náklonu zapnuta, svisle	1	10	-7	-2	-2
	2	10	4	2	0
	3	10	4	1	-3
	4	10	2	3	-1
	5	10	3	4	-1
3. 10:19, kompenzace náklonu zapnuta, náklon 45°	1	10	-7	-3	-1
	2	10	1	-2	5
	3	10	9	1	0
	4	10	11	10	3
	5	10	13	10	0
4. 10:47, kompenzace náklonu zapnuta, náklon 90°	1	10	3	-1	1
11:33, kontrolně, komp. naklonu zapnuta, svisle	1	1	3	-3	8
	2	1	17	0	2
	3	1	13	0	6
	4	1	13	1	11
	5	1	13	-2	5

Tab. 4: Vývoj průměrných souřadnic jednotlivých bodů v dynamických sériích



Pátá, šestá a sedmá série měření, nazvěme je statické, testují přístroj při minimálním pohybu.

Nebyly vytvořeny směrodatné odchylky, protože ač je měření nazváno statickým, očekáváme dynamické zhoršení přesnosti s rostoucí prodlevou na stejném místě. Proto jsem raději vytvořil grafy polohových a výškových odchylek všech bodů v každé sérii v závislosti na této časové prodlevě (viz kapitola 4.1). Změna je uvažována relativně k prvnímu měření na daném bodě a každý graf tedy začíná na nulové hodnotě. Polohová odchylka d_{pol} daného měření i byla počítána jako kvadratický součet změny v souřadnici Y a souřadnici X :

$$d_{pol} = \sqrt{(Y_i - Y_0)^2 + (X_i - X_0)^2} \quad (5)$$

kde nula v indexu značí první měření. Výšková odchylka byla počítána podle vzorce:

$$d_H = H_i - H_0 \quad (6)$$

3.2. Zpracování testů integrované kamery a funkce Imaging

Pořízené řady snímků objektu byly nahrány do programu Infinity verze 3.4.1 od firmy Leica Geosystems AG. Zde na nich byly označeny všechny viditelné vlíčovací body 1 – 10 a určeny tak jejich snímkové souřadnice. Po označení bylo provedeno svazkové vyrovnání (neboli orientace) na základě obrazové korelace pro každou řadu snímků, a to trojím, resp. čtverým způsobem:

- 0) Snímky v řadě nebyly orientovány.
- A) Snímky byly orientovány v cca výchozím nastavení, které se dá ovlivňovat trojím způsobem:
 - 1) Přesností polohy kamery;

výchozí hodnota je 7 cm, což je realistický odhad s lehkou rezervou. Zmenšování hodnoty by při vyrovnání kladlo větší důraz na měřené prvky vnější orientace jednotlivých snímků, ale dohromady by spolu snímky korespondovaly méně. Naopak zvyšování této hodnoty bych docílil většího souladu mezi snímky v rámci obrazové korelace a dosáhli celkově větší relativní přesnosti na úkor „plovoucí“ absolutní přesnosti modelu. Rozhodl jsem se výchozí hodnotu neměnit, jelikož má pro nás větší prioritu relativní přesnost, navíc absolutní přesnost není možné tímto nastavením zhoršovat do nekonečna.



2) Tolerancí kontrolních bodů;

výchozí hodnoty jsou: střední chyba v souřadnici Y a X 3 cm, střední chyba horizontální 4.5 cm a střední chyba výšky 5 cm. Kontrolní body jsou body, na kterých se porovnávají zadané souřadnice s vypočtenými po orientaci. Vzhledem k tomu, že před orientací nebyly žádné souřadnice kontrolních ani vlíčovacích bodů zadány, je otázkou, jak v tomto případě výpočet funguje. Bylo víceméně náhodou zjištěno, že nastavení tolerance kontrolních bodů přesto na výsledky vliv má, (ač malý), proto jsem se rozhodl ho zahrnout do způsobů orientací. Při tomto způsobu (A) byly použity výchozí hodnoty. Zdrojem informací o problematice byl uživatelský manuál dostupný v adresáři programu po jeho instalaci.

3) Výpočtem kalibrace kamery;

ve výchozím nastavení se prvky vnitřní orientace kamery ze snímků nepočítají, rozhodl jsem se ale pro začátek nedůvěřovat kalibraci kamery uvedené ve vlastnostech snímků a nechat ji vypočítat znovu, a to v rozsahu: výpočet hlavního bodu snímku, výpočet ohniskové vzdálenosti (dvě hodnoty, kvůli redukci „nepravidelnosti pixelů“) a výpočet modelu zkreslení objektivu s koeficienty $K1$, $K2$, $P1$, $P2$.



Nastavení zpracování obrázků	
Obecné	
Uložit výsledky ihned po výpočtu	<input type="checkbox"/>
Rozlišení zpracování	Plné
Orientace	
Režim orientace	Přesný
Přesnost polohy kamery	0.0700 m
2D přesnost vlčovacíh bodů	0.0200 m
1D přesnost vlčovacíh bodů	0.0400 m
Přesnost označení vlčovacíh bodů	0.50 px
Výpočet kalibrace kamery	Uživatelsky definováno
Ohnisková vzdálenost	Vypočítat dva
Hlavní bod snímku	Výpočet
Parametry zkreslení	Model zkreslení 1 (K1, K2, P1, P2)
Tolerance kontrolních bodů	
Stř. chyba Y(E)	0.0300 m
Stř. chyba X(N)	0.0300 m
Stř. chyba horizontální	0.0450 m
Stř. chyba výšky	0.0500 m
Husté mračno bodů	
Práh filtrování	0.1000 m
Minimální počet shod na bod	5
DMP a ortofoto	
Režim DMP a ortofota	Přesný
Rozlišení ortofota	0.0500 m
OK Zrušit	

Obr. 7: Nastavení orientace A



B) Snímky byly orientovány ve zpřísněném nastavení:

přesnost polohy kamery 7 cm; tolerance kontrolních bodů snížena na třetinu – střední chyba v souřadnici Y a X 1 cm, střední chyba horizontální 1.3 cm a střední chyba výšky 1.7 cm; nový výpočet kalibrace kamery.

C) Snímky byly orientovány v kompletně výchozím nastavení:

přesnost polohy kamery 7 cm; tolerance kontrolních bodů – střední chyba v souřadnici Y a X 3 cm, střední chyba horizontální 4.5 cm a střední chyba výšky 5 cm; kalibrace kamery převzata.

Vypočtené souřadnice vlíčovacích bodů byly dále zpracovány v programu Excel. Byly rozděleny podle vzdáleností průchodu na pěti-, deseti- a patnáctimetrové, v rámci vzdáleností pak podle způsobu orientace na neorientované, orientované způsobem A, způsobem B a způsobem C. Poté byly body ze všech pětic průchodů v dané vzdálenosti a dané orientaci zprůměrovány váženým průměrem, přičemž jako váhy byly voleny převrácené hodnoty 3D přesností jednotlivých bodů odhadnuté programem Infinity:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^5 (X_i * p_i)}{\sum_{i=1}^5 p_i}$$
$$p_i = \frac{1}{\sigma_{3D i}^2}$$

(7, 8)

kde X_i je daná souřadnice, p_i je váha, a $\sigma_{3D i}$ je odhadnutá 3D přesnost.

Bylo by možné jako váhy uvažovat počet snímků na kterých byl daný vlícovací bod vidět, to by ale neuvažovalo možný nepříznivý úhel protnutí záběrů.

Dále byly spočteny výběrové směrodatné souřadnicové odchylky σ_{YXH} podle vzorce:

$$\sigma_{YXH} = \sqrt{\frac{\sum \Delta Y^2 + \sum \Delta X^2 + \sum \Delta H^2}{n - 1} * \frac{1}{3}}$$

(9)

kde ΔY , ΔX a ΔH jsou odchylky souřadnic od průměru a n je počet průměrovaných hodnot.

V závěru byly směrodatné souřadnicové odchylky všech bodů v dané vzdálenosti kvadraticky zprůměrovány. Kombinace každé vzdálenosti a každého způsobu orientace je tedy charakterizována jedním číslem. Postup zpracování ilustruje následující tabulka:

5 m				
bod	σ_{YXH} [mm]			
	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C
1	26	10	10	10
2	30	10	10	9
3	18	9	9	9
4	17	10	10	9
5	17	10	11	11
6	18	10	11	11
7	31	14	17	14
8	30	14	17	14
9	22	21	23	23
10	23	19	21	22
$\bar{\sigma}_{YXH}$	24	13	15	14

Tab. 5: Zpracování souřadnic vlíčovacích bodů, ukázka pro vzdálenost 5 metrů

Ve vzdálenosti 15 metrů nebyla určována poslední dvojice bodů, jelikož byla vidět na příliš málo snímcích a měla špatný úhel protnutí. 60 sekund nestačilo pro obejití zájmové části objektu až do konce.

Na základě výsledků z tabulek byl zvolen nejlepší způsob orientace (C), vytvořeno husté mračno bodů pro každý průchod, celkem tedy 15 mračen, a ta byla vyexportována pro další zpracování.

3.3. Zpracování ověření běžnou fotogrammetrií

Pro porovnání mračen bodů exportovaných z Infinity bylo v programu Agisoft PhotoScan Professional verze 1.2.6 vytvořeno referenční mračno ze snímků z digitálního fotoaparátu Canon EOS 500D. Jejich rozlišení je 4752 x 3168 pixelů. Na snímcích byly označeny vlíčovací body, importovány jejich souřadnice z měření totální stanicí a poté byly snímky svazkově vyrovnány. Po vyrovnání byly ze vzniklého řídkého mračna automatizovanými algoritmy vyfiltrovány body s nízkou mírou jistoty a přesnosti. Dále bylo spočteno husté mračno, které bylo manuálně ořezáno o části mimo oblast zájmu (střecha, terén, vegetace) a části se zbytkovou nejistotou (čern v oknech, nekompletní a rozšuměné úseky zdí za vegetací). Nakonec bylo husté mračno exportováno.

Nastavení přesnosti vyrovnání, výpočtu hustého mračna a nastavení filtrování vycházelo z dřívějších zkušeností vedoucího práce s programem Agisoft, navíc vzhledem vysokému rozlišení

snímků, vysoké relativní přesnosti vlíčovacích bodů, a tudíž i vysoké kvalitě výsledného mračna oproti mračnům z Infinity, nemělo smysl příliš experimentovat.

K porovnávání mračen byl využit program CloudCompare verze 2.11.3. Mračno vytvořené v Agisoftu v něm bylo nejdříve porovnáno s body naskenovanými totální stanicí. Bodů ze skenování, které dopadly na fasádu objektu a dají se porovnat, bylo 100. Ostatních 64 bodů bylo před porovnáním odstraněno, protože byly měřeny na vegetaci, střechu, dovnitř objektu apod.

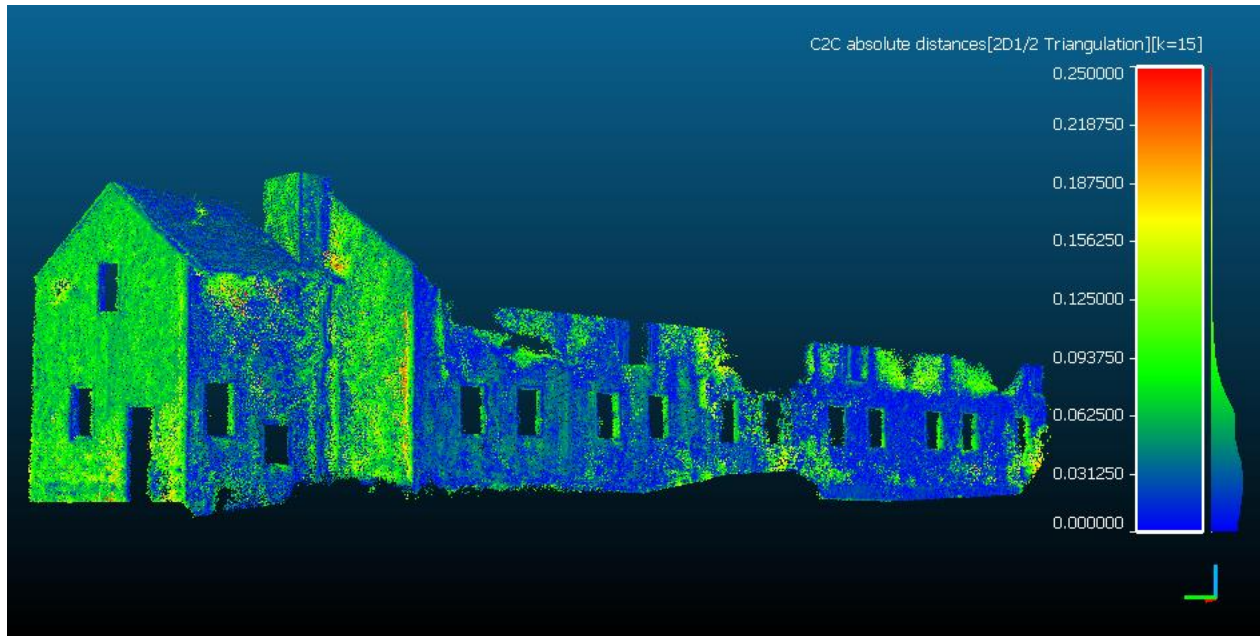


Obr. 8: Body skenování, které dopadly na fasádu objektu; většina vyobrazena modře, tedy s odchylkou menší než 3 mm.

Po kontrole těmito body bylo mračno z Agisoftu postupně porovnáno se všemi mračny exportovanými z Infinity. Jedná se o automatizovaný výpočet vzdálenosti každého bodu z porovnávaného mračna (Infinity) od plochy proložené referenčním mračnem (Agisoft) [7]. Lze místo plochy vybírat pouze nejbližší bod (u obzvláště kvalitního referenčního mračna), přesnější ale zpravidla bývá například aproximace trojúhelníkovou sítí, která byla zvolena i v tomto případě.

Porovnávané mračno je také potřeba ořezat stejným způsobem jako referenční (odstranit střechu, vegetaci a další), navíc by jej nemělo přesahovat.

Výsledek porovnání je interpretován obarvením porovnávaného mračna podle vypočtené vzdálenosti a úhrnnou hodnotou průměrné vzdálenosti a její směrodatné odchylky pro celé mračno.



Obr. 9: Ukázka porovnání mračen a jeho grafické znázornění; vrchol histogramu vpravo zhruba odpovídá průměrné vzdálenosti mračen.

Potom byla mračna z Infinity porovnána vzájemně mezi sebou v rámci jednotlivých vzdáleností 5, 10 a 15 metrů. Jelikož mračna z Infinity vykazovala relativně vysoký šum, byla místo trojúhelníkové sítě zvolena robustnější aproximace rovinou vytvořenou metodou nejmenších čtverců (angl. „least square plane“).

Průměrné vzdálenosti a jejich směrodatné odchylky ze všech provedených porovnání byly zpracovány v Excelu, a to opět v rámci jednotlivých vzdáleností průchodů od fasády. Průměrné vzdálenosti byly průměrovány aritmeticky, směrodatné odchylky jako obvykle kvadraticky. Oba výsledné průměry lze sloučit v tzv. celkovou chybu (RMSE, z angl. „Root Mean Square Error“, [1]), která v sobě zahrnuje jak systematický vliv průměrné vzdálenosti mezi mračny, tak nahodilý vliv směrodatné odchylky této vzdálenosti:

$$\text{celková chyba} = \sqrt{\bar{d}_{\text{prům.}}^2 + \bar{\sigma}_d^2} \quad (10)$$

kde $d_{\text{prům}}$ je průměrná vzdálenost z jednoho porovnání a σ_d je její směrodatná odchylka.

Pro názornost přikládám tabulku zpracování z pětimetrové vzdálenosti:

Infinity 5 m						
Mračna z Infinity vs. mračno z Agisoftu [mm]						
prům. vzdál.	Průchod					
/sm. odch.	1	2	3	4	5	
Agisoft	34 19	37 22	35 22	22 16	30 21	
prům. vzdálenost za všechna mračna:					32 20	
					celková chyba:	37
Vzájemné porovnání mračen [mm]						
prům. vzdál.	Průchod					
/sm. odch.	1	2	3	4	5	
průchod	1	- 13	15 14	16 13	11 13	15 14
	2	15 13	- 15	18 15	16 12	12 10
	3	16 14	18 15	- 9	12 9	9 8
	4	11 13	16 12	12 9	- 8	12 8
	5	15 14	12 10	9 8	12 8	-
prům. vzdálenost za všechna mračna:					14 12	
					celková chyba:	18

Tab. 6: Zpracování porovnání mračen z CloudComparu; zjednodušeně platí, že horní hodnota políčka vyjadřuje rozdílnou polohu a dolní vyjadřuje převážně šum.

V rámci posledního pokusu bylo vybráno jedno mračno z pětimetrové vzdálenosti a transformováno na referenční mračno z Agisoftu shodnostní transformací (posun ve všech směrech a otočení kolem všech tří os), přičemž jako identické body posloužily body vlíčovací. Poté byla obě mračna porovnána předchozím způsobem. Byla vyzkoušena i podobnostní transformace (kromě předchozího i změna měřítka), ale výsledné měřítko se téměř nezměnilo.

4. Výsledky

4.1. Výsledky testů kompenzace náklonu

Tuto tabulku jsem již uváděl v kapitole o zpracování, nicméně ji uvedu ještě jednou i zde. Shrnuje první čtyři dynamické série měření:

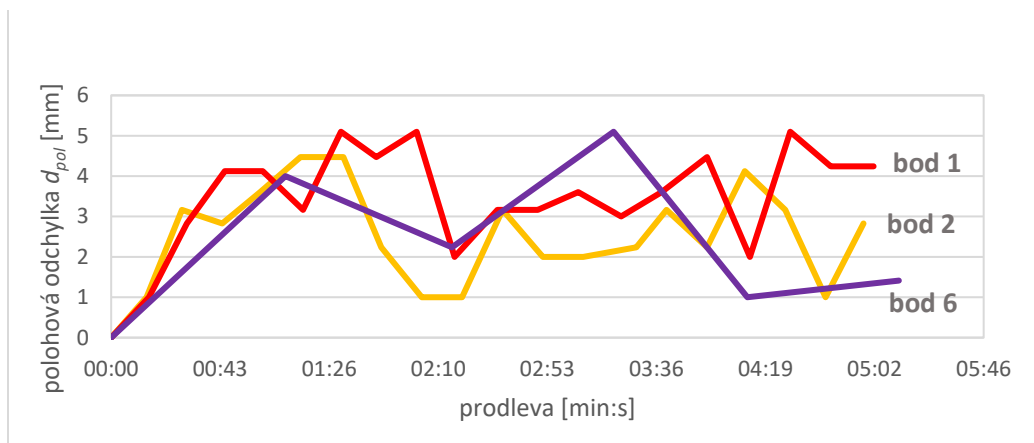
série, začátek, způsob měření	bod	opak.	směrodatné souřadnicové/výškové odchylky:			
			σ_{YX} [mm]	σ_H [mm]	$\bar{\sigma}_{YX}$ [mm]	$\bar{\sigma}_H$ [mm]
1. 09:12, bez kompenzace náklonu, svisle	1	11	3.4	6.2	5.9	8.7
	2	11	6.5	12.1		
	3	11	6.1	10.1		
	4	10	6.0	5.2		
	5	11	6.8	8.4		
2. 09:51, kompenzace náklonu zapnuta, svisle	1	10	3.0	4.8	3.5	6.2
	2	10	3.9	6.3		
	3	10	4.1	6.4		
	4	10	2.8	6.7		
	5	10	3.5	6.7		
3. 10:19, kompenzace náklonu zapnuta, náklon 45°	1	10	10.8	6.1	9.4	6.4
	2	10	8.7	4.2		
	3	10	7.5	6.0		
	4	10	10.5	6.3		
	5	10	9.1	8.6		
4. 10:47, kompenzace náklonu zapnuta, náklon 90°	1	10	18.4	11.5		

Tab. 7: Směrodatné odchylky dynamických sérií; kompenzace náklonu je spolehlivý pomocník při měření, ale pro maximální přesnost se stále vyplatí držet přístroj svisle.

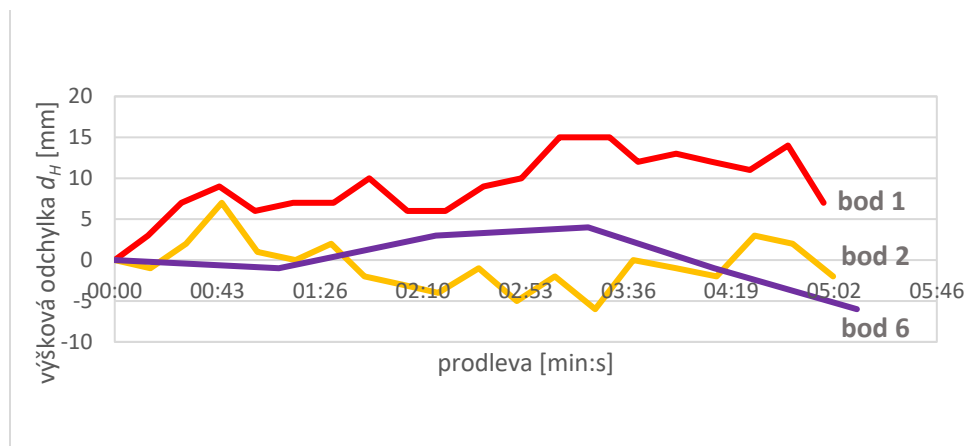
Je z ní patrné, že přesnost měření je ve svislé poloze kompenzací náklonu zlepšena, obzvláště její polohová složka v souřadnicích Y a X . Nicméně při náklonu zhruba 45° a lehkém pohybu je polohová přesnost horší než při svislém držení bez kompenzace. Výšková přesnost se zdá být téměř neovlivněna. Pro maximální přesnost je proto na místě měřit s přístrojem svisle. Naopak při běžném zaměřování pro účely katastru není potřeba se bát držet přístroj i vodorovně.



Statické série měření je názornější vyhodnotit graficky:

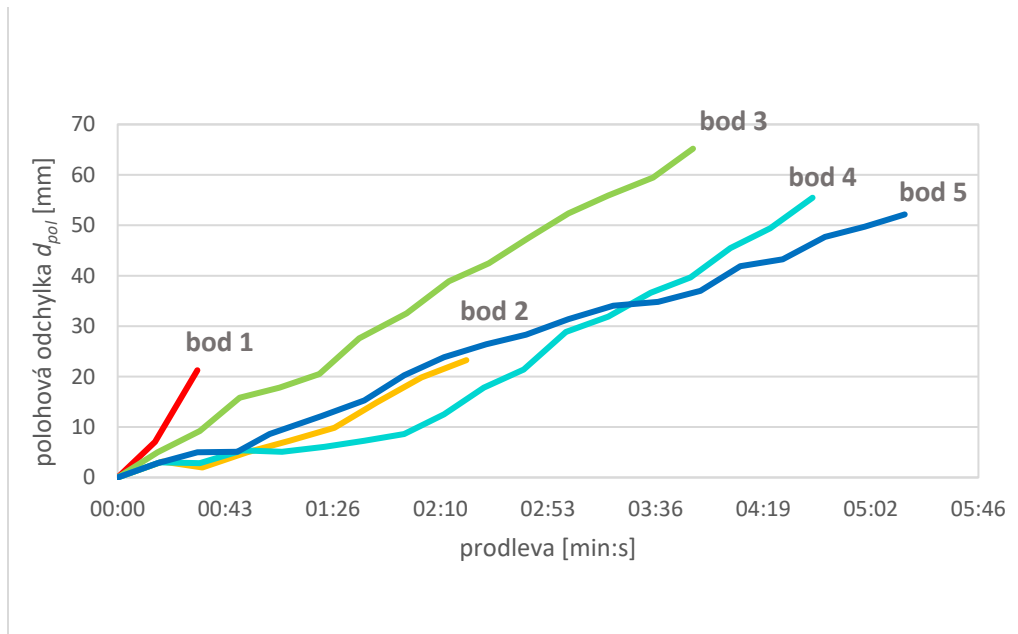


Graf 1: Polohová odchylka při svislém držení

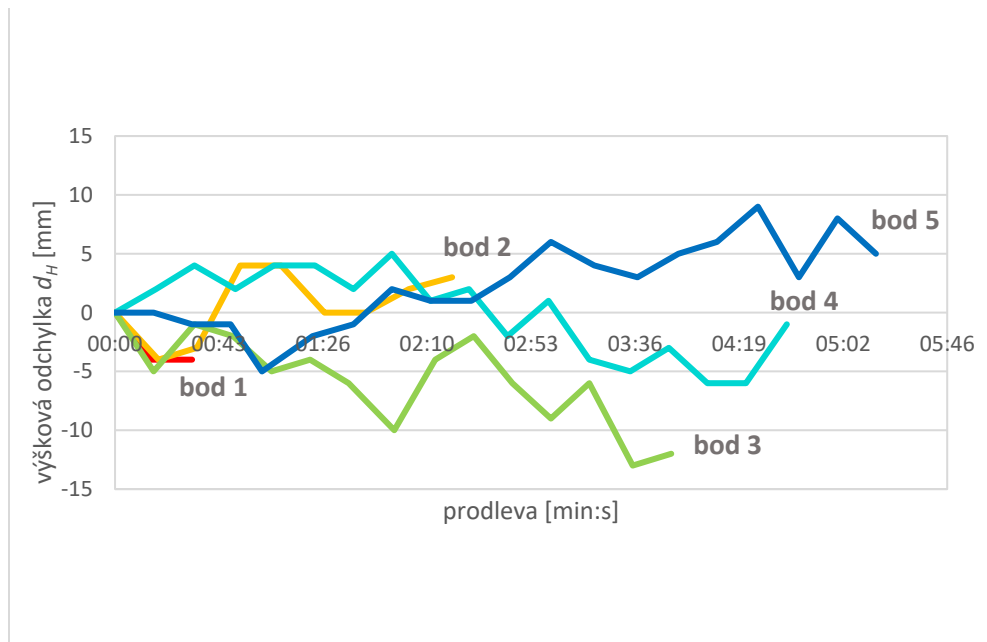


Graf 2: Výšková odchylka při svislém držení

Kompenzátor náklonu při svislém držení evidentně funguje správně a nedochází ani ke znehodnocování měření s rostoucí časovou prodlevou od poslední inicializace IMU.

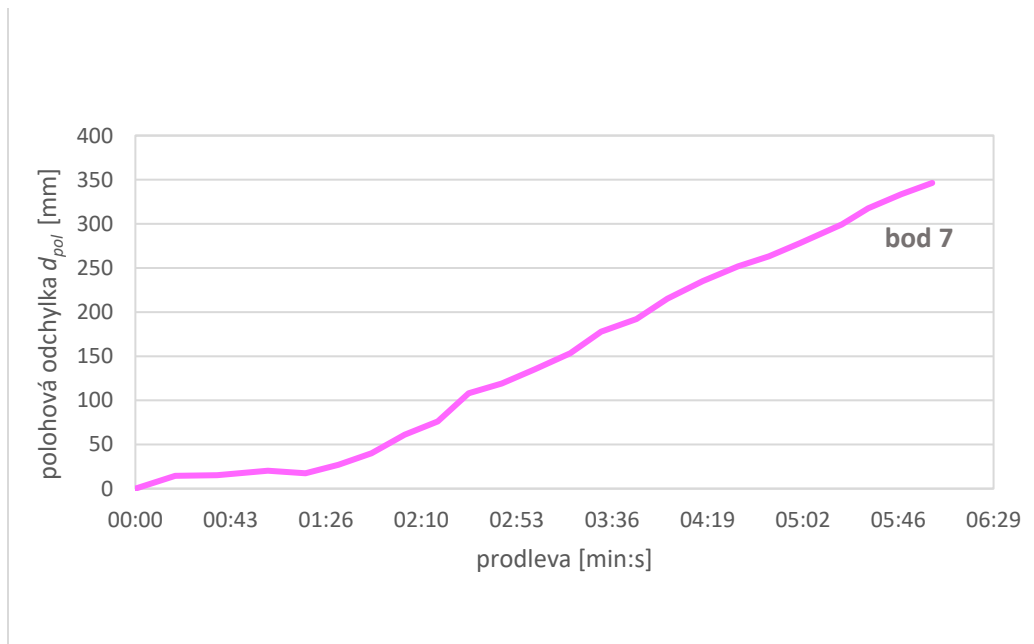


Graf 3: Polohová odchylka při náklonu 45°

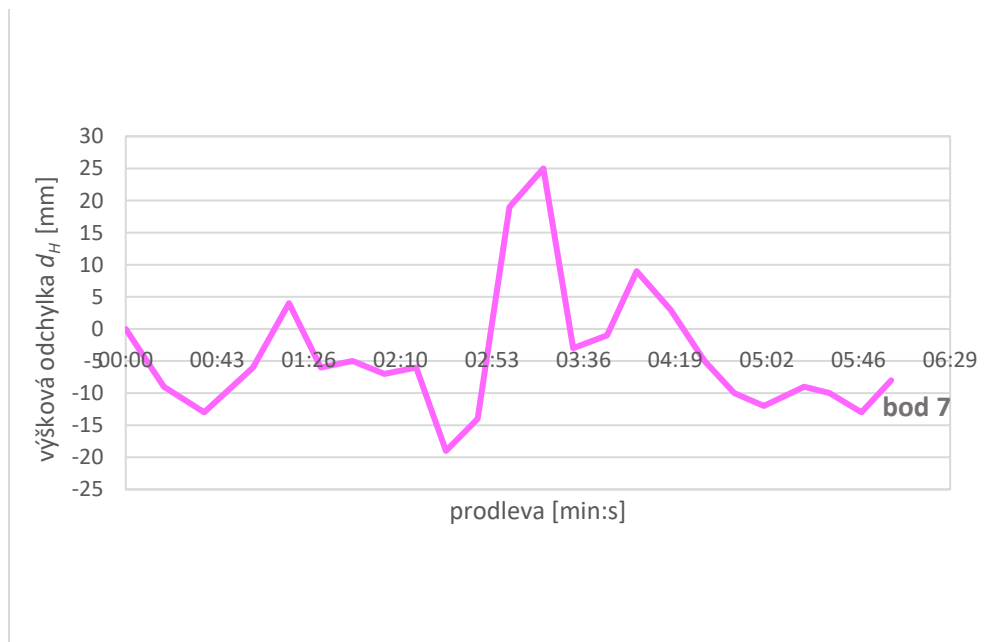


Graf 4: Výšková odchylka při náklonu 45°

Při šikmém držení přístroje je vidět, že po nějaké době bez pohybu začala IMU „ztrácet orientaci“ a poloha se změnila od původní hodnoty. Odchylka 2 cm v poloze se dostavila na každém bodě různě, v rozmezí 30 sekund až 2.5 minuty. Kompenzátor náklonu obecně v jakékoli poloze dokázal vydržet funkční až 5 minut. Měřená výška se zdá být kompenzována správně po celou dobu, drží se v zhruba rozmezí ± 1 cm.



Graf 5: Polohová odchylka při náklonu 90°



Graf 6: Výšková odchylka při náklonu 90°

Při náklonu 90° ve svislé poloze jsou výsledky nikoli překvapivě horší než při 45°, k běžnému rychlému polohopisnému zaměřování ale dostačují. Tento test byl prováděn pouze na jednom



bodě, nemá proto cenu jej příliš rozebírat a slouží spíše ke kvalitativní představě, co můžeme při náklonu 90° očekávat.

Podle výsledků statických testů kompenzace náklonu lze doporučit při měření v nesvislé poloze příliš neotálet na jednom místě a pravidelně inicializovat IMU pohybem, jinak se není čeho bát a samotné měření je značně pohodlné.

4.2. Výsledky testů integrované kamery a funkce Imaging

Následující tabulka shrnuje přesnost bodů určených v Infinity na snímcích jednotlivých průchodů. U každého bodu, každé vzdálenosti průchodu a každého způsobu nastavení orientace je uvedena směrodatná souřadnicová odchylka a maximální dosažená odchylka libovolné souřadnice od průměru.

5 m								
bod	σ_{YXH} [mm]				max. odchylka Y/X/H [mm]			
	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C
1	26	10	10	10	75	18	17	20
2	30	10	10	9	86	19	16	22
3	18	9	9	9	35	19	21	15
4	17	10	10	9	27	19	19	16
5	17	10	11	11	28	15	17	17
6	18	10	11	11	29	15	16	16
7	31	14	17	14	88	33	33	24
8	30	14	17	14	77	27	32	22
9	22	21	23	23	39	31	33	37
10	23	19	21	22	50	32	38	45
$\bar{\sigma}_{YXH}$	24	13	15	14				
10 m								
bod	σ_{YXH} [mm]				max. odchylka Y/X/H [mm]			
	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C
1	32	14	16	8	76	28	34	16
2	31	13	16	8	68	29	32	17
3	33	12	14	8	74	22	37	13
4	35	12	14	9	80	25	36	14
5	40	12	14	7	83	23	35	13
6	36	13	15	8	67	26	40	13
7	45	13	17	9	105	24	38	14
8	46	14	17	10	109	25	34	14
9	102	26	29	19	209	33	61	25
10	96	51	27	15	176	133	57	20
$\bar{\sigma}_{YXH}$	56	21	19	11				

15 m								
bod	σ_{YXH} [mm]				max. odchylka Y/X/H [mm]			
	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C
1	44	35	33	42	75	59	60	107
2	42	33	32	42	73	54	57	100
3	98	29	29	38	247	75	74	86
4	95	29	29	38	251	67	71	89
5	54	33	32	41	94	68	66	104
6	58	32	32	42	108	67	66	107
7	181	47	41	59	436	101	91	138
8	160	47	43	61	386	93	83	151
$\bar{\sigma}_{YXH}$	104	36	34	46				

Použité nastavení při orientaci snímků:

Snímky neorientovány, vychází se jen z měřených pozic kamery a její převzaté kalibrace.

A) Tolerance kontrolních bodů: σ_Y 3cm, σ_X 3cm, σ_{Pol} 4.5cm, σ_H 5cm; kalibrace vypočtena.
B) Tolerance kontrolních bodů: σ_Y 1cm, σ_X 1cm, σ_{Pol} 1.3cm, σ_H 1.7cm; kalibrace vypočtena.
C) Tolerance kontrolních bodů: σ_Y 3cm, σ_X 3cm, σ_{Pol} 4.5cm, σ_H 5cm; kalibrace převzata.

Tab. 8: Zpracování souřadnic vřícovacích bodů; hodnoty nepřesnosti jsou rozlišeny barevnou intenzitou.

Ve vzdálenosti 15 metrů nebyla určována poslední dvojice bodů 9 a 10, jelikož byla vidět na příliš málo snímcích a měla špatný úhel protnutí. 60 sekund nestačilo pro obejití zájmové části objektu až do konce.

Výsledné hodnoty směrodatných souřadnicových odchylek bodů určovaných na snímcích v programu Infinity:

vzdálenost	$\bar{\sigma}_{YXH}$ [mm]				nejlepší výsledek
	neorient.	orient. A	orient. B	orient. C	
5 m	24	13	15	14	A
10 m	56	21	19	11	C
15 m	104	36	34	46	B

Tab. 9: Shrnutí přesnosti za jednotlivé vzdálenosti a vyhodnocení nejlepšího způsobu orientace pro export mračen

Jako nejlepší způsob orientace, čili svazkového vyrovnání, v rozsahu doporučené vzdálenosti od objektu se jeví způsob C, tedy spolehnout se na uvedenou kalibraci fotogrammetrické kamery. Takto orientované snímky byly použity pro výpočet a export hustých mračen pro další porovnávání.

4.3. Porovnání s výsledky běžné fotogrammetrie

Mračno ze snímků z digitálního fotoaparátu, zpracovaných v programu Agisoft, bylo porovnáno s body naskenovanými totální stanicí a výsledky shrnuje následující tabulka:

Trimble S6	
Mračno z Trimble S6 vs. mračno z Agisoftu [mm]	
průměrná vzdálenost <i>/směrodatná odchylka</i>	Agisoft
Trimble S6	2.4 <i>3.4</i>
celková chyba:	4.2

Tab. 10: Porovnání mračna z Agisoftu a mračna z Totální stanice Trimble S6

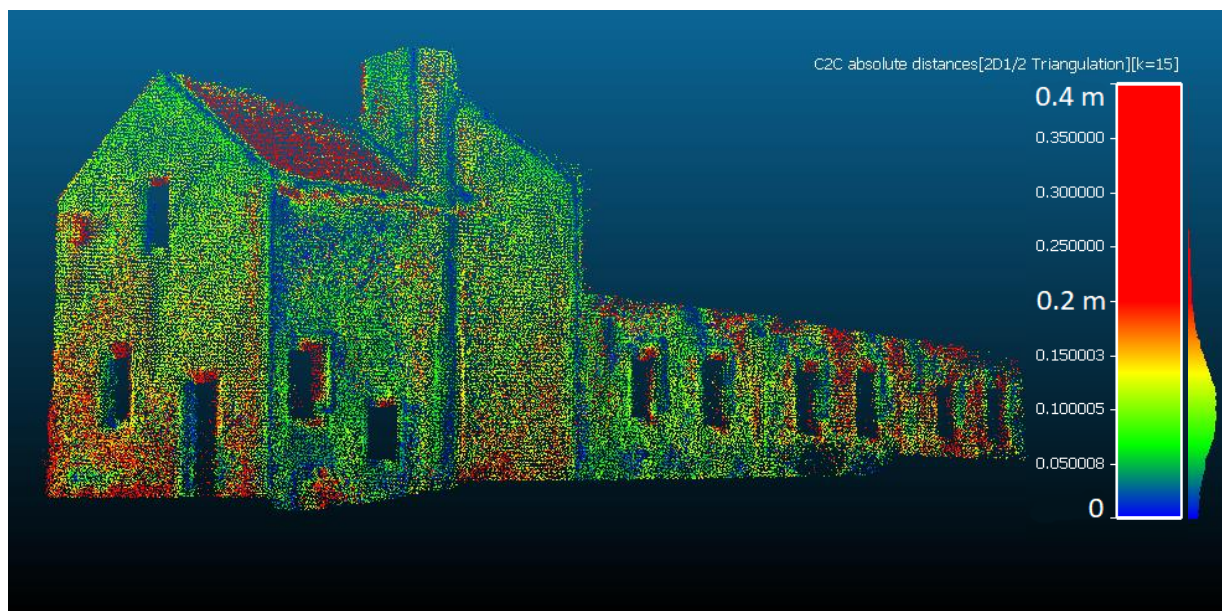
Hodnoty v řádu pár milimetrů ukazují, že snímky z fotoaparátu byly zpracovány správně a vytvořené mračno lze použít jako referenční pro další porovnávání s mračny z Infinity (následující tabulka):

Infinity 5 m					
Mračna z Infinity vs. mračno z Agisoftu [mm]					
prům. vzdál. <i>/sm. odch.</i>	průchod				
	1	2	3	4	5
Agisoft	34 <i>19</i>	37 <i>22</i>	35 <i>22</i>	22 <i>16</i>	30 <i>21</i>
prům. vzdálenost za všechna mračna:					32 <i>20</i>
celková chyba:					37
Infinity 10 m					
Mračna z Infinity vs. mračno z Agisoftu [mm]					
prům. vzdál. <i>/sm. odch.</i>	průchod				
	1	2	3	4	5
Agisoft	45 <i>32</i>	43 <i>29</i>	50 <i>40</i>	50 <i>30</i>	50 <i>32</i>
prům. vzdálenost za všechna mračna:					48 <i>33</i>
celková chyba:					58

Infinity 15 m					
Mračna z Infinity vs. mračno z Agisoftu [mm]					
prům. vzdál. /sm. odch.	průchod				
	1	2	3	4	5
Agisoft	113 69	111 75	136 83	101 62	116 70
prům. vzdálenost za všechna mračna:					115 72
celková chyba:					136

Tab. 11: Porovnání mračen z Infinity a mračna z Agisoftu

Z převažující hodnoty průměrné vzdálenosti mračen nad směrodatnou odchylkou lze vyvodit, že ostatní mračna jsou oproti mračnu z Agisoftu posunutá, příp. i lehce pootočená. Tato systematická chyba je částečně způsobena nepřesností určení souřadnic bodů 5001, 5002 a 5003, jakožto orientací volného stanoviska pro zaměření vlícovacích bodů. Pro ilustraci následující obrázek mračna z 15 m vzdálenosti:



Obr. 10: Grafické porovnání mračna z Infinity z 15 metrů s mračnem z Agisoftu; systematická chyba je dobře vidět na posunutých barevných obrysech oken po fasádě.



Mračna z Infinity byla porovnána i vzájemně mezi sebou v rámci jednotlivých vzdáleností:

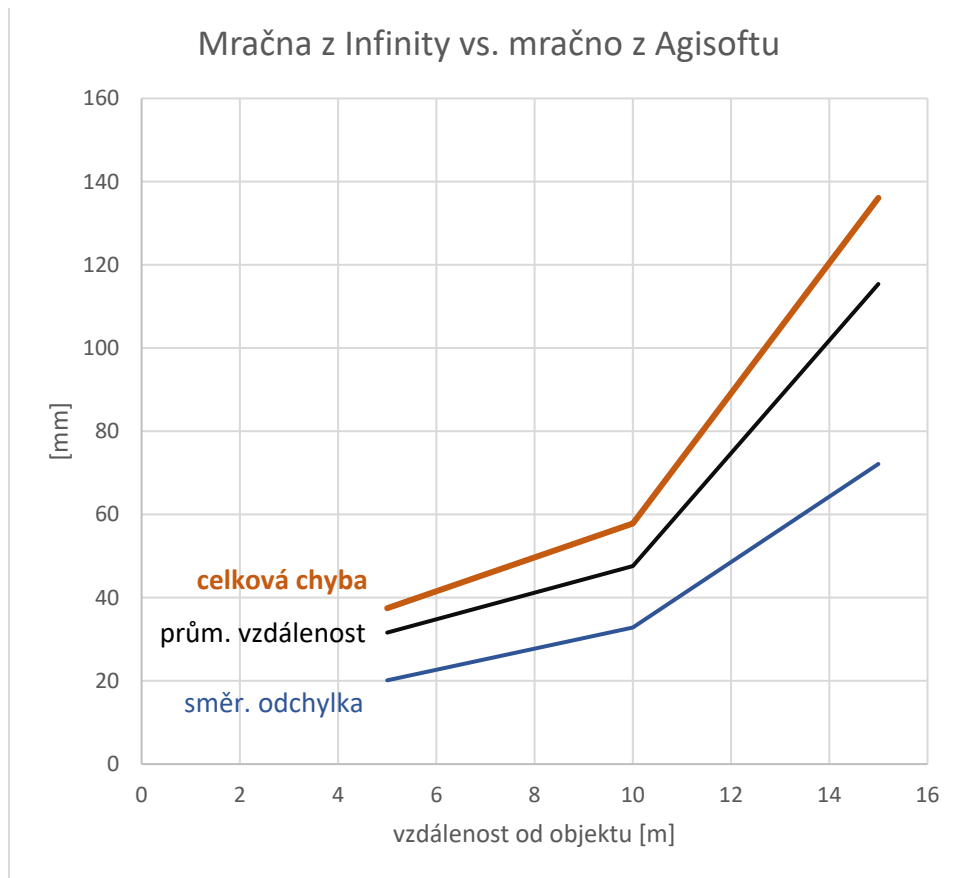
Infinity 5 m						
Vzájemné porovnání mračen [mm]						
prům. vzdál. <i>/sm. odch.</i>	průchod					
	1	2	3	4	5	
Průchod	1	-	15 13	16 14	11 13	15 14
	2	15 13	-	18 15	16 12	12 10
	3	16 14	18 15	-	12 9	9 8
	4	11 13	16 12	12 9	-	12 8
	5	15 14	12 10	9 8	12 8	-
prům. vzdálenost za všechna mračna:					14 12	
celková chyba:					18	

Infinity 10 m						
Vzájemné porovnání mračen [mm]						
prům. vzdál. <i>/sm. odch.</i>	průchod					
	1	2	3	4	5	
Průchod	1	-	19 17	19 18	16 16	19 19
	2	19 17	-	18 17	18 16	18 18
	3	19 18	18 17	-	17 18	18 19
	4	16 16	18 16	17 18	-	17 17
	5	19 19	18 18	18 19	17 17	-
prům. vzdálenost za všechna mračna:					18 18	
celková chyba:					25	

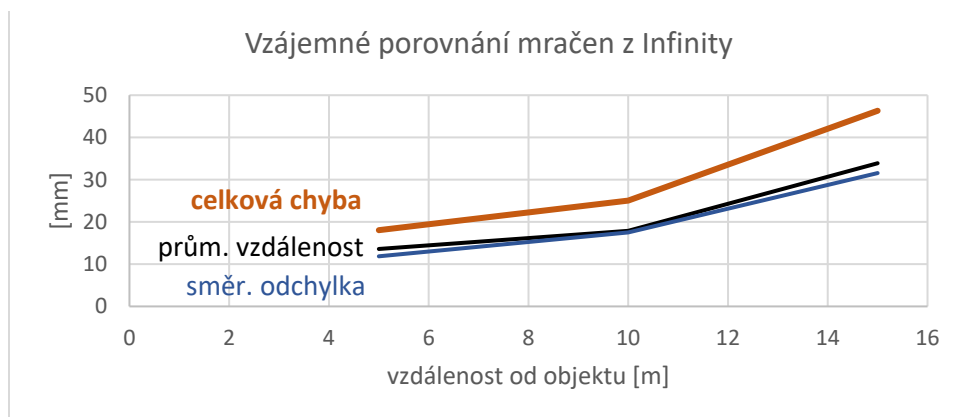
Infinity 15 m						
Vzájemné porovnání mračen [mm]						
prům. vzdál. <i>/sm. odch.</i>	průchod					
	1	2	3	4	5	
Průchod	1	-	26 27	33 33	32 29	33 32
	2	26 27	-	35 33	35 32	37 35
	3	33 33	35 33	-	40 32	36 31
	4	32 29	35 32	40 32	-	32 31
	5	33 32	37 35	36 31	32 31	-
prům. vzdálenost za všechna mračna:					34 32	
celková chyba:					46	

Tab. 12: Vzájemné porovnání mračen z Infinity

Pro lepší přehled přidávám i grafy shrnující předchozí tabulky:



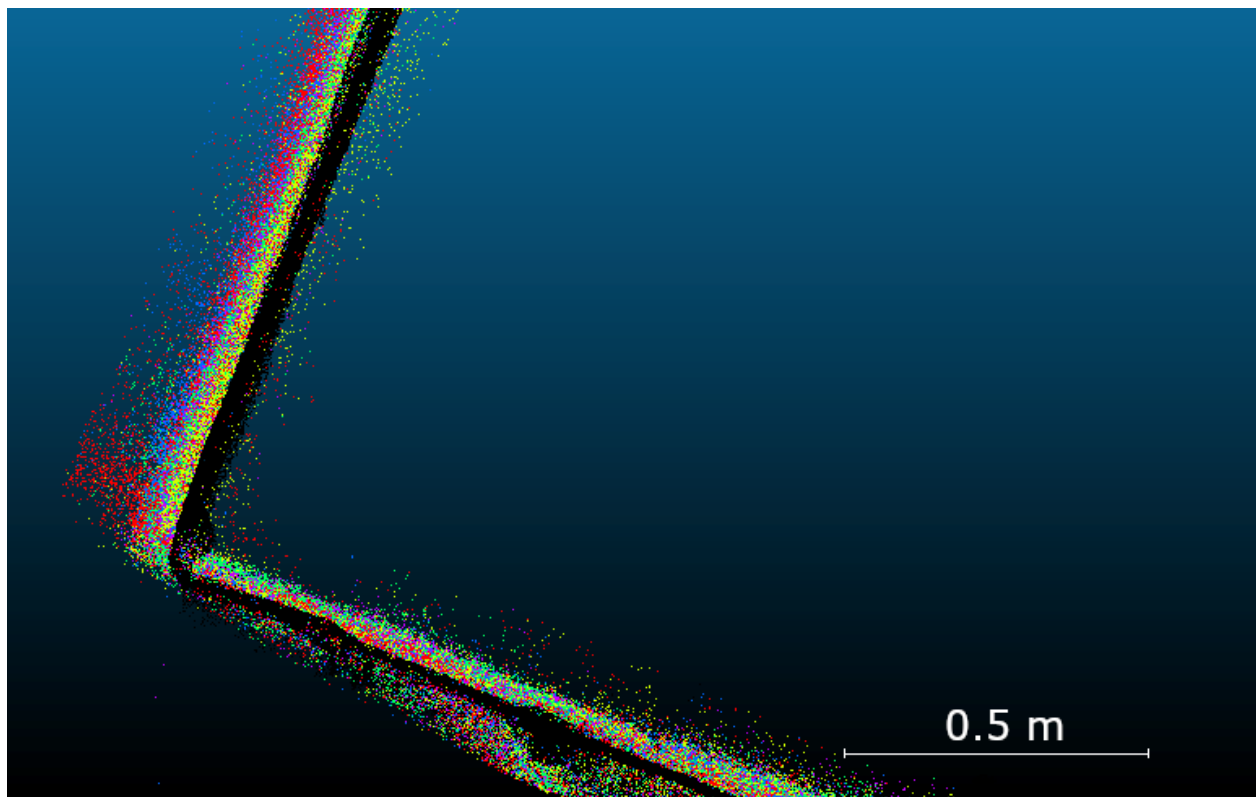
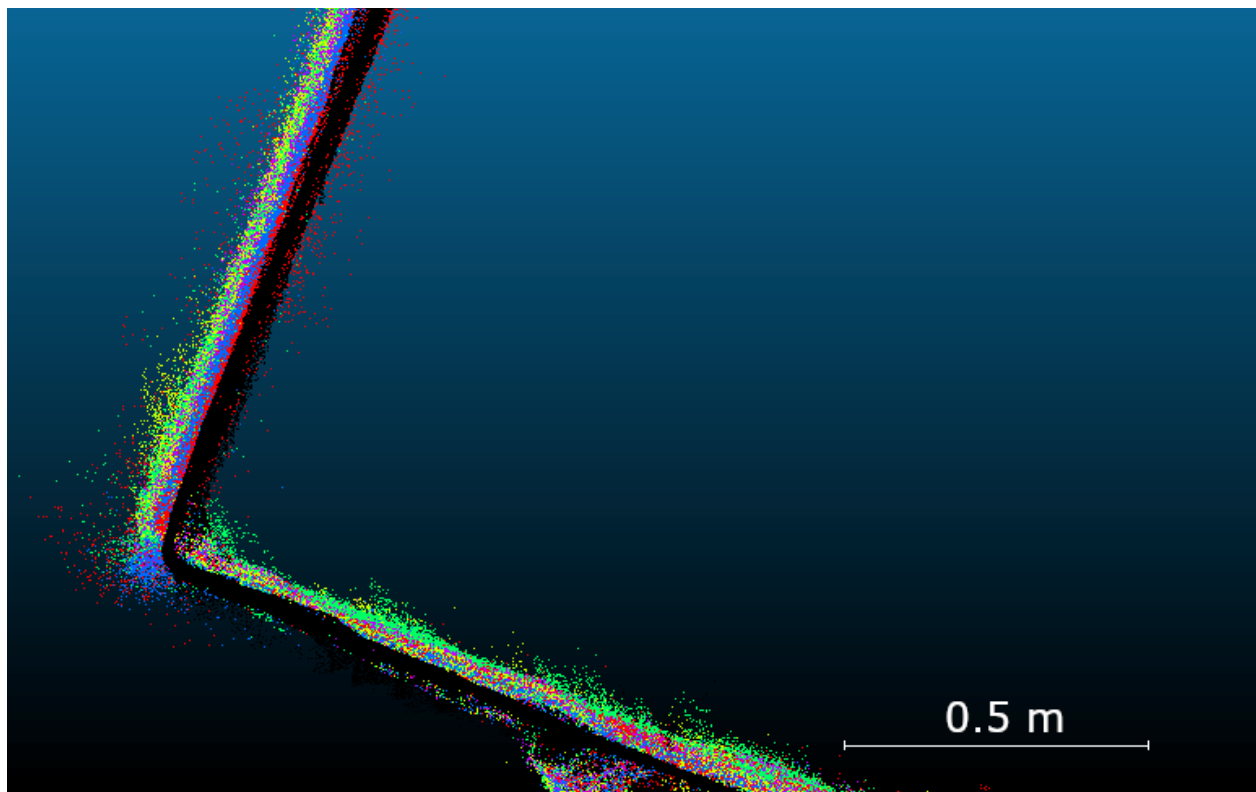
Graf 7: Porovnání mračna z Infinity s mračnem z Agisoftu – chyba v závislosti na vzdálenosti průchodu od objektu

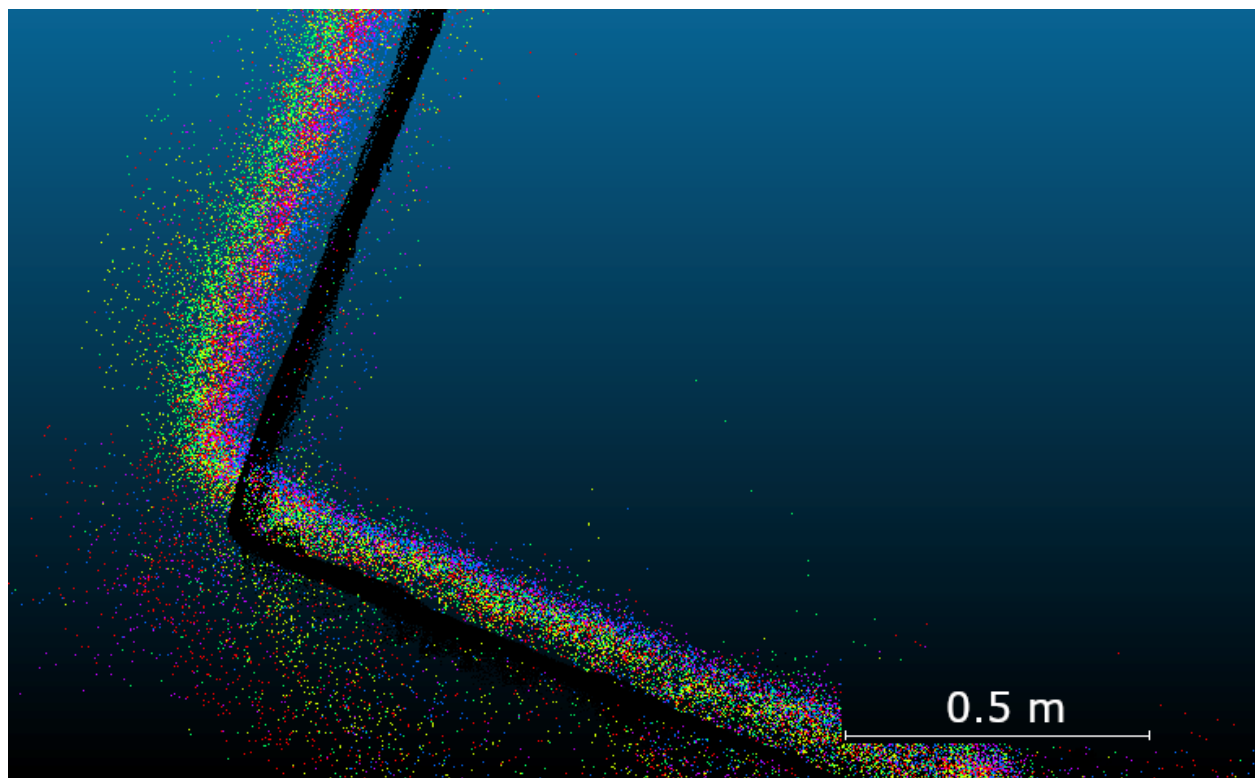


Graf 8: Vzájemné porovnání mračen z Infinity – chyba v závislosti na vzdálenosti průchodu od objektu

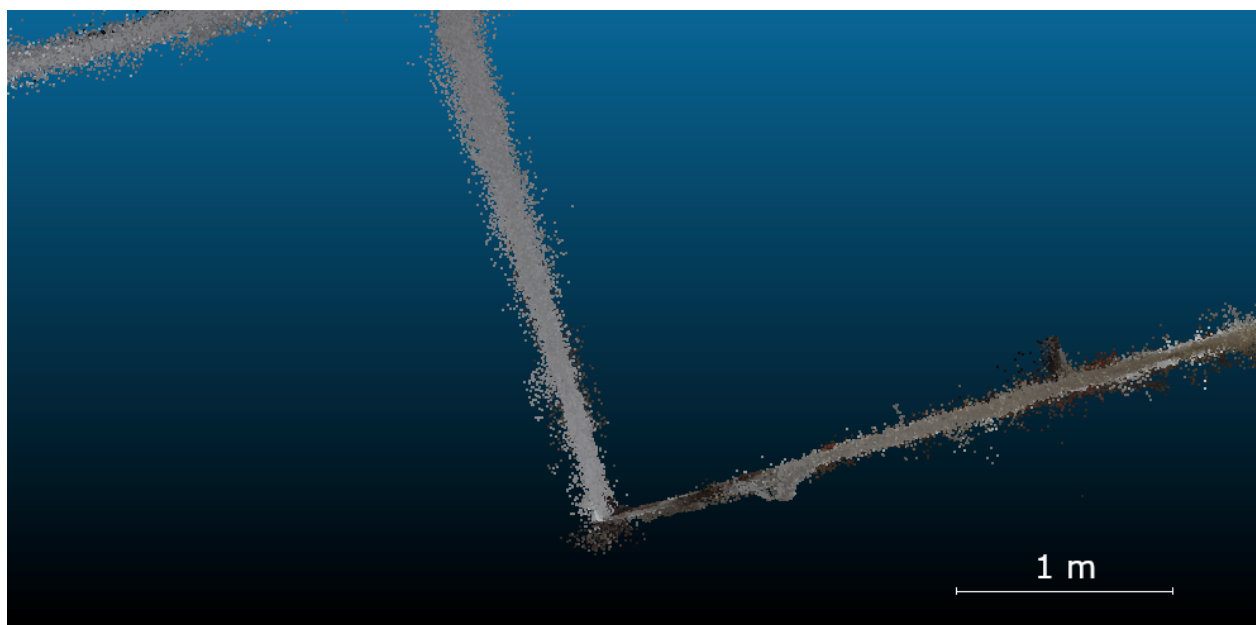


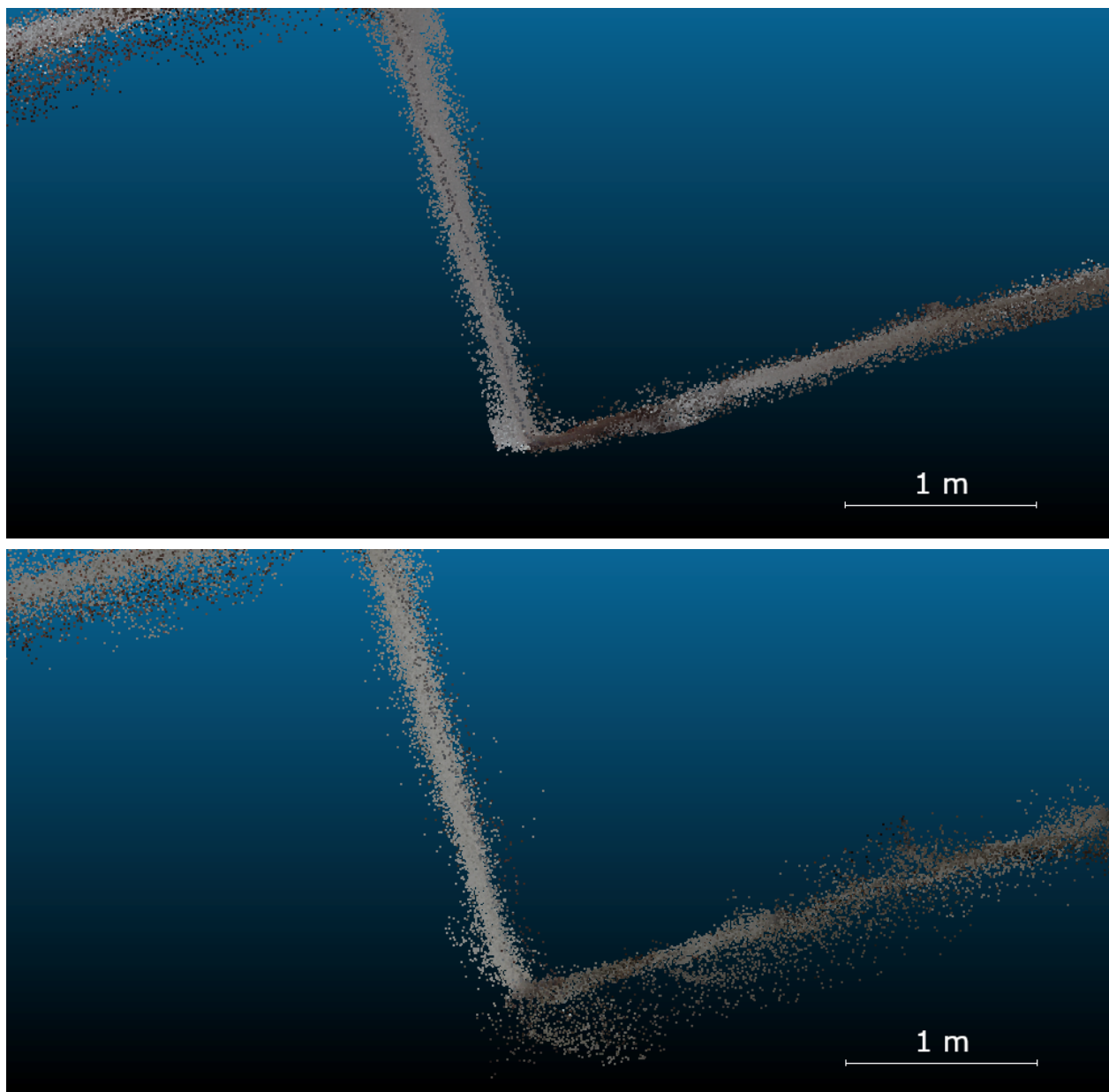
Pro názornost a lepší představu významu předchozích hodnot byla mračna porovnána a posouzena i vizuálně:





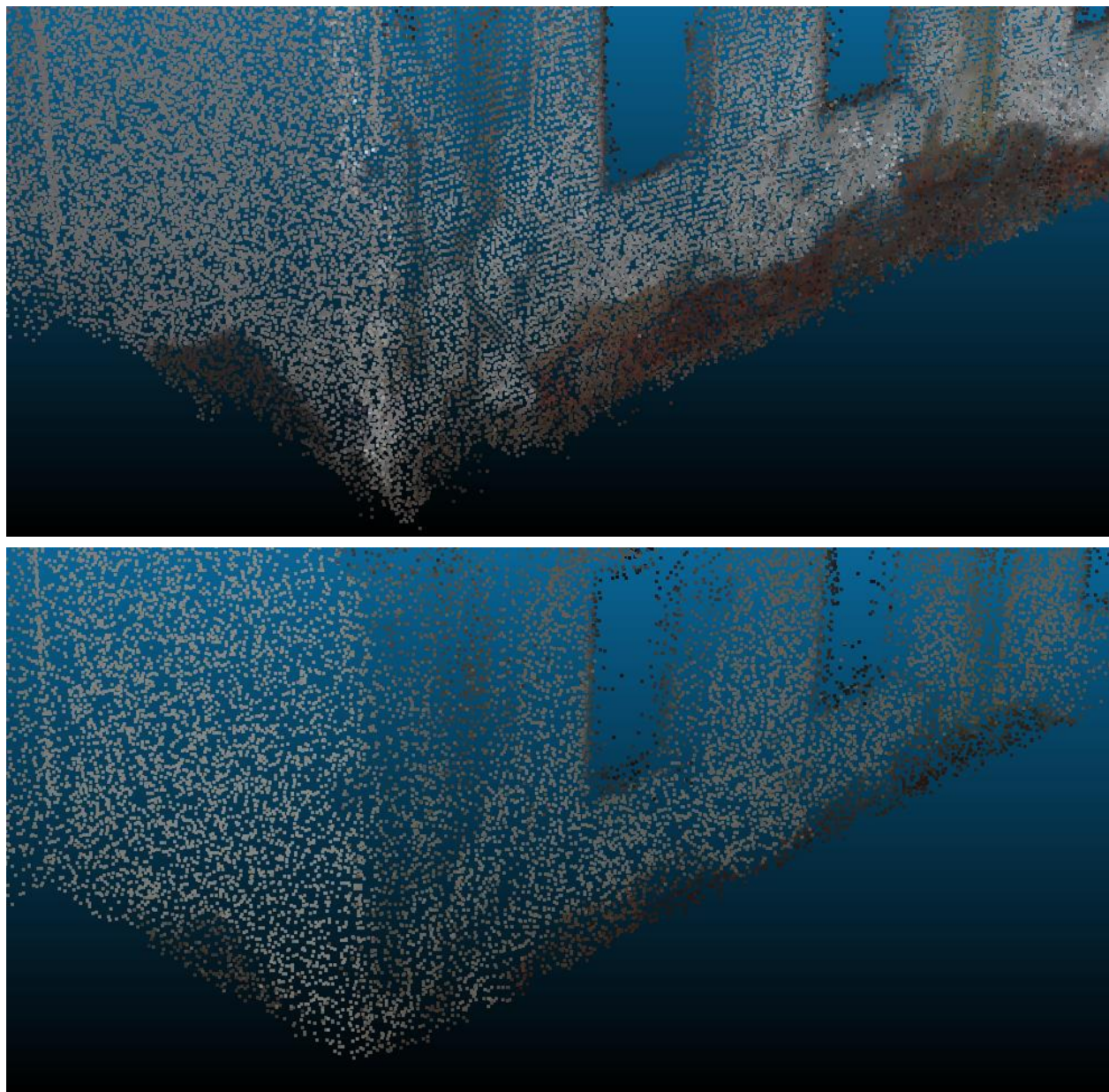
*Obr. 11: Vizuální porovnání mračen z Infinity (rozlišena barevně) a mračna z Agisoftu (černě);
pohled shora, ortografické zobrazení;
postupně: Infinity 5 m, Infinity 10 m, Infinity 15 m.*





*Obr. 12: Vizuální posouzení šumu;
pohled shora, ortografické zobrazení;
postupně: Agisoft, Infinity 5 m, Infinity 10 m, Infinity 15 m.*





*Obr. 13: Vizuální posouzení hustoty mračen;
postupně: Agisoft, Infinity 5 m, Infinity 10 m, Infinity 15 m.*

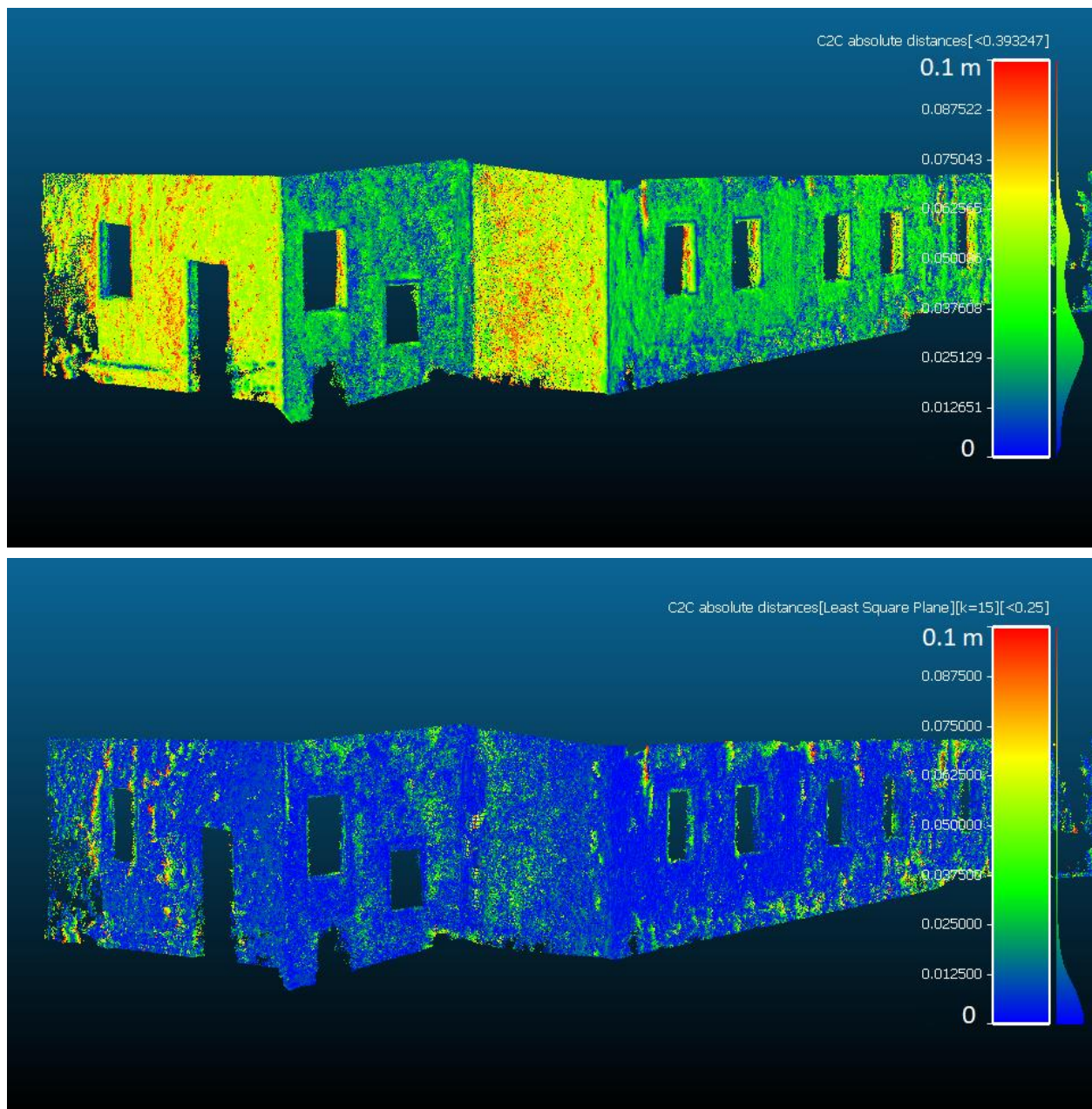
Všechna mračna na obrázcích jsou ořezaná o základní nežádoucí prvky jako tráva, střecha apod. Mračna z pětimetrové vzdálenosti vypadají celkem ostře, hladce a hustě, ale jsou místy trochu „děravá“. Mračna z desetimetrové vzdálenosti jsou méně ostrá, hladká a obecně řidší, ale bez větších děr. Na hranách stěn a střech se ještě před ořezáním objevovaly místy bílé kusy oblohy. Mračna z patnáctimetrové vzdálenosti vykazují velký šum, hrany oken jsou kulaté, přechody mezi střechou, trámy, stěnou a oblohou se v neořezaném stavu ztrácejí a stěny nejsou „rozsypané“ jen na velkých holých plochách.

4.4. Porovnání po transformaci

Úplně poslední porovnání jednoho mračna z pětmetrové vzdálenosti, shodnostně transformovaného na referenční mračno z Agisoftu shrnuje následující tabulka a obrázek:

Transformované mračno z 5 m vs. mračno z Agisoftu [mm]		
průměrná vzdálenost <i>/směrodatná odchylka</i>	Transformované mračno z 5 m	
	Před transformací	Po transformaci
Agisoft	37 <i>22</i>	12 <i>17</i>
celková chyba:	43	21

Tab. 13: Porovnání mračna z 5 m po transformaci na mračno z Agisoftu



Obr. 14: Grafické porovnání mračka z 5 m po transformaci na mračko z Agisoftu; pořadí: před transformací, po transformaci.

Transformace skutečně zlepšila přesnost mračka z Infinity. Průměrná odchylka na identických bodech byla 12 mm, ne náhodou má stejnou hodnotu i průměrná vzdálenost mraček po transformaci. Systematická chyba z nepřesnosti připojovacích bodů 5001 – 5003 pro zaměření vřícovacích bodů byla v podstatě eliminována, jak je vidět na převážně modře obarvených stěnách na předchozím obrázku. Směrodatná odchylka této vzdálenosti se podle očekávání příliš nezlepšila (z 22 mm na 17 mm), jelikož došlo pouze k nepatrnému posunutí a pootočení porovnávaného mračka.



Závěr

Předmětem testování byla přesnost a využitelnost GNSS přijímače Leica GS18 I, který navíc využívá i vestavěnou fotogrammetrickou kameru a poměrně novou technologii kompenzace náklonu. Zaměřil jsem se zejména na přesnost a spolehlivost GNSS měření a kompenzace náklonu, přesnost bodů fotogrammetricky určených ze snímků z kamery a na přesnost mračen vygenerovaných z těchto snímků.

Důležité poznatky z testování GNSS a kompenzace náklonu:

Směrodatná souřadnicová odchylka σ_{YX} svise bez kompenzace náklonu je 5.9 mm, s kompenzací svise 3.5 mm, s kompenzací při náklonu 45° 9.4 mm.

Směrodatná výšková odchylka σ_H bez kompenzace je 8.7 mm, s kompenzací svise 6.2 mm, s kompenzací při náklonu 45° 6.4 mm.

Při delším setrvání bez pohybu na stejném bodě s nakloněným přijímačem byla zjištěna rostoucí ztráta přesnosti. Rozdíl 20 mm v poloze od prvního měření se dostavil v rozmezí 30 sekund až 2.5 minuty. Při náklonu 45° byl největší dosažený rozdíl 65 mm, než software v kontroleru zahlásil ztrátu inicializace IMU.

Vliv časové prodlevy na jednom místě na přesnost výšky se neprokázal, přesnost výšky se jeví závislá pouze na velikosti náklonu. Při hodnotě 45° se měřená výška držela v rozmezí zhruba ± 10 mm od první změřené hodnoty.

Pro běžná rychlá polohopisná měření, účely katastru nebo zaměření skutečného stavu některých staveb je přesnost kompenzace náklonu v rozsahu do 45° naprosto dostačující. Při malých náklonech je možné přístroj využívat v podstatě bez omezení.

Důležité poznatky z testování přesnosti bodů fotogrammetricky určených na snímcích:

Kalibrace fotogrammetrické kamery provedená výrobcem se jeví spolehlivá, její opětovné vypočtení při orientaci v programu Infinity má spíše nežádoucí vliv na přesnost určovaných bodů.

Směrodatná souřadnicová odchylka σ_{YXH} fotogrammetricky určených bodů v programu Infinity, za dodržení podmínek doporučených výrobcem a ze vzdálenosti snímkování 5 m je 14 mm. Ze vzdálenosti 10 m je poněkud překvapivě jen 11 mm. Výrobce udává přesnost v poloze (chápáno směrodatnou odchylku) 2 – 4 cm, což je realistická hodnota.

Při pořizování snímků ze vzdálenosti 15 m byla směrodatná souřadnicová odchylka σ_{YXH} 46 mm.

Důležité poznatky z testování přesnosti mračen bodů vytvořených ze snímků:

Průměrná celková chyba z porovnání vzdálenosti mračen vytvořených ze snímků z GS18 I s referenčním mračnem ze snímků z digitálního fotoaparátu je 37 mm pro vzdálenost 5 m, 58 mm pro 10 m a 136 mm pro 15 m.



Výsledky jsou zatížené systematickou chybou polohy referenčního mračna, při vizuálním porovnání je totiž vidět, že jednotlivá mračna pořízená ze stejné vzdálenosti spolu líčují lépe než s referenčním mračnem. Pro vzdálenost 5 m je průměrná celková chyba vzájemné vzdálenosti mračen 18 mm, pro 10 m je 25 mm a pro 15 m je to 46 mm.

Pokusně bylo jedno mračno z pětmetrové vzdálenosti shodnostně transformováno na referenční mračno, čímž byla odstraněna zmíněná systematická chyba, a opětovně porovnáno. Celková chyba se snížila ze 43 mm na 21 mm.

Mračna bodů pořízená z 15 m vzdálenosti jsou už pro svou špatnou kvalitu měřicky v podstatě nepoužitelná. Na mračnách z 10 m bylo obtížné identifikovat většinu vlíčovacích bodů, občas nemožné. Mračna z 5 m vypadají kvalitně, kvůli malému záběru kamery se však na fasádě občas objevují prázdná místa.

Seznam použitých zdrojů

[1] Böhm, J. - Radouch, V. - Hampacher, M.: Teorie chyb a vyrovnávací počet. GKP, Praha 1990. ISBN 80-7011-056-2

[2] Leica GS18 I - technické specifikace [online]. In: . 2020 [cit. 2020-12-30]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/data/original/gnss-systemy/gs18_i/gs18_i_cz_letak.pdf

[3] Leica e-mail 8/2020: 8.9. 2020 –GS18I –Změříte, co vidíte! [online]. 8. 9. 2020 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/data/original/gnss-systemy/gs18_i/08-20_leica_e-mail_gs18_i_bc.pdf

[4] Šantora, D. Leica e-mail 10/2020: 27.10. 2020 –GS18I –test přesnosti [online]. 27. 10. 2020 [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: https://www.gefos-leica.cz/data/original/gnss-systemy/gs18_i/10-20_leica_e-mail_gs18_i_test_presnosti.pdf

[5] GS18 I. In: GEFOS Leica [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/produktech/geodeticke-pristroje/gnss-systemy/gs18-i>

[6] Mapy.cz [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://mapy.cz>

[7] CloudCompareWiki [online]. [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.cloudcompare.org/doc/wiki>

Seznam zkratek

IMU	inerciální měřící jednotka
GNSS	globální navigační satelitní systém
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Balt po vyrovnání
RTK	real time kinematic

Seznam obrázků

Obr. 1: GNSS přijímač GS18 I s kontrolerem na tyčce [5].....	11
Obr. 2: Stabilizace bodů 1 – 5	14
Obr. 3: Opuštěný kravín u Krašovic u Písku [6]	15
Obr. 4: Vzdálenosti řad snímků od fasády	16
Obr. 5: Jedna z pěti dvojic vlíčovacích bodů 12 x 12 cm	17
Obr. 6: Přehled vlíčovacích bodů	17
Obr. 7: Nastavení orientace A.....	24
Obr. 8: Body skenování, které dopadly na fasádu objektu	27
Obr. 9: Ukázka porovnání mračen a jeho grafické znázornění.....	28
Obr. 10: Grafické porovnání mračna z Infinity z 15 metrů s mračnem z Agisoftu	37
Obr. 11: Vizuální porovnání mračen z Infinity a mračna z Agisoftu	42
Obr. 12: Vizuální posouzení šumu	44
Obr. 13: Vizuální posouzení hustoty mračen	46
Obr. 14: Grafické porovnání mračna z 5 m po transformaci na mračno z Agisoftu	48

Seznam tabulek

Tab. 1: Porovnání souřadnic určených v Leica Captivate s GNSS měřením.....	13
Tab. 2: Porovnání souřadnic určených hromadně v Infinity s GNSS měřením.	13
Tab. 3: Směrodatné odchylky dynamických sérií.....	20
Tab. 4: Vývoj průměrných souřadnic jednotlivých bodů v dynamických sériích	21
Tab. 5: Zpracování souřadnic vlíčovacích bodů, ukázka pro vzdálenost 5 metrů.....	26
Tab. 6: Zpracování porovnání mračen z CloudComparu	29
Tab. 7: Směrodatné odchylky dynamických sérií.....	30
Tab. 8: Zpracování souřadnic vlíčovacích bodů.....	35
Tab. 9: Shrnutí přesnosti za jednotlivé vzdálenosti a vyhodnocení nejlepšího způsobu orientace pro export mračen.....	35
Tab. 10: Porovnání mračna z Agisoftu a mračna z Totální stanice Trimble S6	36
Tab. 11: Porovnání mračen z Infinity a mračna z Agisoftu.....	37
Tab. 12: Vzájemné porovnání mračen z Infinity	39
Tab. 13: Porovnání mračna z 5 m po transformaci na mračno z Agisoftu.....	47

Seznam grafů

Graf 1: Polohová odchylka při svislém držení	31
Graf 2: Výšková odchylka při svislém držení	31
Graf 3: Polohová odchylka při náklonu 45°	32
Graf 4: Výšková odchylka při náklonu 45°	32
Graf 5: Polohová odchylka při náklonu 90°	33
Graf 6: Výšková odchylka při náklonu 90°	33
Graf 7: Porovnání mračna z Infinity s mračnem z Agisoftu	40
Graf 8: Vzájemné porovnání mračen z Infinity	40

Seznam příloh

- Příloha 1: Seznam souřadnic volného stanoviška a orientačních a vlíčovacích bodů
- Příloha 2: Ukázkový protokol orientace řady snímků z programu Infinity
- Příloha 3: Zpracování testů kompenzace náklonů v Excelu
- Příloha 4: Zpracování testů přesnosti určení bodů na snímcích v Excelu

Elektronické přílohy na DVD:

Text diplomové práce

Příloha 1: Seznam souřadnic volného stanoviště, orientačních bodů a vřícovacích bodů

RTK zaměření orientačních bodů			
číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
5001	776861.892	1122239.627	398.068
kontrolně	776861.891	1122239.672	398.038
rozdíl	-0.001	0.044	-0.030
5002	776846.095	1122234.981	398.514
kontrolně	776846.111	1122235.028	398.483
rozdíl	0.016	0.047	-0.031
5003	776867.514	1122172.103	398.968
kontrolně	776867.528	1122172.144	398.918
rozdíl	0.014	0.041	-0.050

Volné stanoviště - výpočet totální stanic v terénu			
číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
6001	776838.463	1122210.888	400.528

Zaměření vřícovacích bodů totální stanicí			
číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
1	776869.100	1122216.356	401.002
2	776869.131	1122216.371	399.802
3	776864.334	1122213.466	401.232
4	776864.475	1122213.228	398.864
5	776863.938	1122208.760	400.810
6	776864.049	1122208.819	399.656
7	776868.528	1122200.438	401.006
8	776868.156	1122201.059	399.893
9	776876.067	1122187.058	401.188
10	776875.693	1122187.684	399.733

Příloha 2: Ukázkový protokol orientace řady snímků z programu Infinity

Zpracování obrázků - protokol orientace

Protokol vytvořen: 11/19/2020 22:40:52

Detaily projektu

Obecné	Info o zákazníkovi	Hlavní souřadnicový systém
Jméno projektu: dp2	Jméno zákazníka: -	Název souřadnicového systému: CZ_JT18
Vlastník: -	Kontaktní osoba: -	Typ transformace: Klasická 3D
Hlavní měřič: -	Číslo: -	Rozdělení oprav: Nic
Datum vytvoření: 11/17/2020 10:49:51	E-mail: -	Elipsoid: Bessel
Poslední přístup: 11/18/2020 15:08:19	Skype: -	Typ zobrazení: Uživatelský
Aplikační software: Infinity 3.4.0	Internet: -	Model geoidu: CZ_Bpv10
		CSCS Model: CZ_JT18
Cesta: C:\Users\Honza\Documents\Leica Geosystems\Infinity\Projects\dp2\dp2.iprj		
Velikost: 969.6 MB		
Komentáře: -		
Orientace: 11/17/2020 12:23:03		
Optimalizace: -		

Informace o skupině obrázků

Id skupiny obrázků: 10m1p (11/02/2020 13:27:42)	Senzor: Leica Geosystems AG
Počet obrázků: 112	Model kamery: AR0135 Camera
Šířka obrázku: 1280 px	EXIF ohnisková vzdálenost: 3.100 m m
Výška obrázku: 960 px	Velikost pixelu: 0.004 m m
Celková velikost obrázků: 0.14 Gpx	Průměrná velikost pixelu na terénu (GSD): -1.23 cm/px

Nastavení orientace

Obecné	Tolerance kontrolních bodů
Rozlišení zpracování: Plné	Stř. chyba Y(E): 0.0300 m
Režim orientace: Přesný	Stř. chyba X(N): 0.0300 m
Přesnost polohy kamery: 0.0700 m	Stř. chyba horizontální: 0.0450 m
Přesnost 2D vlíčovacího bodu: 0.0200 m	Stř. chyba výšky: 0.0500 m
1D přesnost vlíčovacích bodů: 0.0400 m	
Přesnost označení vlíčovacích bodů: 0.50 px	
Vybraná kalibrace kamery	Použitá kalibrace kamery
Režim výpočtu: Uživatelsky definováno	Režim výpočtu: Uživatelsky definováno
Ohnisková vzdálenost: Vypočítat dva	Ohnisková vzdálenost: Vypočítat dva
Hlavní bod: Výpočet	Hlavní bod: Výpočet
Parametry zkreslení: Model zkreslení 1 (K1, K2, P1, P2)	Parametry zkreslení: Model zkreslení 1 (K1, K2, P1, P2)

Přehled výsledků

Obecné	Tolerance kontrolních bodů
Orientovaná pozice kamery: 112 / 112	Stř. chyba Y(E): -
Medián spojovacích bodů na snímek: 110	Stř. chyba X(N): -
Střední 3D chyba vlíčovacích bodů: -	Stř. chyba horizontální: -

Střední 3D chyba kontrolních bodů: -
nMAD pro Control Points: - px
nMAD pro Check Points: - px

Stř. chyba výšky: -

Vnitřní orientace

General Information

Zdroj kalibrace: Neznámý

Konstanty kamery

Parametr	Počáteční [mm]	Kalibrováno [mm]	Rozdíl [mm]
Konstanta kamery X	3.149	3.155	-0.006
Konstanta kamery Y	3.161	3.165	-0.004

Hlavní bod

Parametr	Počáteční [px]	Kalibrováno [px]	Rozdíl [px]
Hlavní bod X	657.00	658.12	-1.12
Hlavní bod Y	468.00	468.99	-0.99

Parametry radiálního zkreslení

Parametr	Počáteční	Kalibrováno	Rozdíl
K1	-	-0.0005067337	-
K2	-	-0.0001036577	-

Parametry tangenciálního zkreslení

Parametr	Počáteční	Kalibrováno	Rozdíl
P1	-	0.0002595787	-
P2	-	0.0005621340	-

Vnější orientace

Obecné informace

Celkový počet bodů 3D vazby:	20,423	Průměrný počet spojovacích bodů na snímek:	107
Počet vřícovacích bodů:	0	Minimální počet spojovacích bodů na snímek:	77
Počet kontrolních bodů:	0	Maximální počet spojovacích bodů na snímek:	142
Střední chyba reprojekce spojovacích bodů:	1.58 px		

Standardní odchylka absolutní pozice kamery

Parametr	Y(E) [m]	X(N) [m]	Orto.Výšky [m]	Omega [gon]	Fí [gon]	Kappa [gon]
Průměr	0.0014	0.0015	0.0015	0.0303	0.1097	0.1048
Stř.ch.	0.0002	0.0002	0.0002	0.0021	0.1071	0.1096

Příloha 3: Zpracování testů kompenzace náklonů v Excelu

POPIS	DYNAMICKÁ MĚŘENÍ - DATA						PRŮMĚR			ODCHYLKY OD PRŮMĚRU			VYHODNOCENÍ ODCHYLEK			
	čas měření	opak.	bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_prům	X_prům	H_prům	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σY	σX	σH	σYX
1. série: bez kompenzace náklonu, svisle	8:12:05	o1	b1	744920.954	1040968.523	220.330	744920.956	1040968.525	220.319	-2	-2	11	4.4	1.9	6.2	3.4
	8:16:19	o2	b1	744920.951	1040968.524	220.323				-5	-1	4				
	8:19:11	o3	b1	744920.956	1040968.527	220.313				0	2	-6				
	8:22:35	o4	b1	744920.956	1040968.524	220.323				0	-1	4				
	8:27:04	o5	b1	744920.954	1040968.525	220.325				-2	0	6				
	8:29:46	o6	b1	744920.951	1040968.526	220.326				-5	1	7				
	8:35:45	o7	b1	744920.965	1040968.526	220.317				9	1	-2				
	8:38:35	o8	b1	744920.958	1040968.529	220.312				2	4	-7				
	8:41:13	o9	b1	744920.951	1040968.522	220.314				-5	-3	-5				
	8:43:46	o10	b1	744920.957	1040968.525	220.314				1	0	-5				
	8:46:28	o11	b1	744920.961	1040968.525	220.317				5	0	-2				
	8:13:54	o1	b2	744917.863	1040957.358	220.078	744917.860	1040957.360	220.090	3	-2	-12	7.0	5.9	12.1	6.5
	8:17:01	o2	b2	744917.858	1040957.368	220.115				-2	8	25				
	8:19:36	o3	b2	744917.858	1040957.369	220.108				-2	9	18				
	8:24:02	o4	b2	744917.864	1040957.367	220.095				4	7	5				
	8:27:40	o5	b2	744917.872	1040957.359	220.091				12	-1	1				
	8:30:20	o6	b2	744917.871	1040957.365	220.085				11	5	-5				
	8:36:20	o7	b2	744917.856	1040957.356	220.079				-4	-4	-11				
	8:39:05	o8	b2	744917.853	1040957.359	220.080				-7	-1	-10				
	8:41:38	o9	b2	744917.852	1040957.354	220.085				-8	-6	-5				
	8:44:11	o10	b2	744917.852	1040957.354	220.083				-8	-6	-7				
	8:47:00	o11	b2	744917.859	1040957.354	220.086				-1	-6	-4				
	8:14:21	o1	b3	744910.071	1040951.091	219.765	744910.064	1040951.094	219.773	7	-3	-8	6.7	5.3	10.1	6.1
	8:17:37	o2	b3	744910.063	1040951.100	219.788				-1	6	15				
	8:20:00	o3	b3	744910.063	1040951.103	219.795				-1	9	22				
	8:24:38	o4	b3	744910.069	1040951.101	219.777				5	7	4				
	8:28:09	o5	b3	744910.069	1040951.093	219.772				5	-1	-1				
	8:33:42	o6	b3	744910.073	1040951.095	219.770				9	1	-3				
	8:36:51	o7	b3	744910.062	1040951.092	219.763				-2	-2	-10				
	8:39:28	o8	b3	744910.054	1040951.090	219.766				-10	-4	-7				
	8:42:04	o9	b3	744910.052	1040951.090	219.771				-12	-4	-2				
	8:44:39	o10	b3	744910.060	1040951.088	219.767				-4	-6	-6				
	8:47:28	o11	b3	744910.067	1040951.088	219.767				3	-6	-6				

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_prům	X_prům	H_prům	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σY	σX	σH	σYX	
1. série: bez kompenzace náklonu, svisle	8:14:48	o1	b4	744902.657	1040944.470	219.448	744902.654	1040944.467	219.449	3	3	-1	7.0	4.8	5.2	6.0
	8:18:01	o2	b4	744902.659	1040944.467	219.450				5	0	1				
	8:25:09	o4	b4	744902.657	1040944.475	219.458				3	8	9				
	8:28:33	o5	b4	744902.663	1040944.470	219.447				9	3	-2				
	8:34:08	o6	b4	744902.663	1040944.470	219.449				9	3	0				
	8:37:13	o7	b4	744902.648	1040944.464	219.439				-6	-3	-10				
	8:39:50	o8	b4	744902.643	1040944.463	219.445				-11	-4	-4				
	8:42:25	o9	b4	744902.646	1040944.464	219.455				-8	-3	6				
	8:45:08	o10	b4	744902.650	1040944.458	219.448				-4	-9	-1				
	8:47:51	o11	b4	744902.652	1040944.466	219.449				-2	-1	0				
	8:15:14	o1	b5	744900.106	1040942.450	219.320				744900.101	1040942.444	219.322				
	8:18:19	o2	b5	744900.106	1040942.449	219.324	5	5	2							
	8:21:10	o3	b5	744900.098	1040942.455	219.342	-3	11	20							
	8:25:30	o4	b5	744900.104	1040942.449	219.329	3	5	7							
	8:28:50	o5	b5	744900.109	1040942.448	219.324	8	4	2							
	8:34:32	o6	b5	744900.109	1040942.447	219.319	8	3	-3							
	8:37:33	o7	b5	744900.096	1040942.438	219.310	-5	-6	-12							
	8:40:11	o8	b5	744900.090	1040942.437	219.313	-11	-7	-9							
	8:42:49	o9	b5	744900.092	1040942.435	219.322	-9	-9	0							
	8:45:26	o10	b5	744900.095	1040942.437	219.319	-6	-7	-3							
	8:48:11	o11	b5	744900.101	1040942.441	219.323	0	-3	1							

	čas měření	opak.	bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_prům	X_prům	H_prům	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σY	σX	σH	σYX
2. série: kompenzace náklonu zapnuta, svisle	8:51:40	o1	b1	744920.953	1040968.525	220.328	744920.950	1040968.523	220.319	3	2	9	3.6	2.4	4.9	3.1
	8:54:13	o2	b1	744920.948	1040968.527	220.321				-2	4	2				
	8:56:17	o3	b1	744920.956	1040968.525	220.312				6	2	-7				
	8:58:39	o4	b1	744920.948	1040968.520	220.317				-2	-3	-2				
	9:00:57	o5	b1	744920.948	1040968.524	220.318				-2	1	-1				
	9:03:10	o6	b1	744920.944	1040968.524	220.316				-6	1	-3				
	9:05:25	o7	b1	744920.946	1040968.522	220.315				-4	-1	-4				
	9:07:42	o8	b1	744920.948	1040968.525	220.319				-2	2	0				
	9:12:07	o9	b1	744920.951	1040968.521	220.312				1	-2	-7				
	9:14:23	o10	b1	744920.947	1040968.520	220.321				-3	-3	2				
	8:52:11	o1	b2	744917.868	1040957.366	220.096	744917.865	1040957.362	220.089	3	4	7	3.7	4.2	6.3	4.0
	8:54:37	o2	b2	744917.866	1040957.365	220.085				1	3	-4				
	8:56:41	o3	b2	744917.865	1040957.360	220.089				0	-2	0				
	8:59:02	o4	b2	744917.861	1040957.361	220.085				-4	-1	-4				
	9:01:20	o5	b2	744917.861	1040957.360	220.086				-4	-2	-3				
	9:03:33	o6	b2	744917.859	1040957.362	220.083				-6	0	-6				
	9:05:49	o7	b2	744917.860	1040957.371	220.103				-5	9	14				
	9:08:06	o8	b2	744917.860	1040957.363	220.093				-5	1	4				
	9:12:33	o9	b2	744917.867	1040957.359	220.085				2	-3	-4				
	9:14:55	o10	b2	744917.867	1040957.356	220.087				2	-6	-2				
	8:52:35	o1	b3	744910.071	1040951.097	219.774	744910.068	1040951.095	219.770	3	2	4	3.7	4.4	6.5	4.1
	8:54:56	o2	b3	744910.070	1040951.096	219.755				2	1	-15				
	8:57:03	o3	b3	744910.068	1040951.097	219.773				0	2	3				
	8:59:21	o4	b3	744910.064	1040951.091	219.766				-4	-4	-4				
	9:01:43	o5	b3	744910.064	1040951.095	219.768				-4	0	-2				
	9:03:52	o6	b3	744910.063	1040951.097	219.769				-5	2	-1				
	9:06:08	o7	b3	744910.064	1040951.103	219.778				-4	8	8				
	9:08:32	o8	b3	744910.067	1040951.097	219.776				-1	2	6				
	9:12:53	o9	b3	744910.071	1040951.091	219.769				3	-4	-1				
	9:15:14	o10	b3	744910.073	1040951.087	219.768				5	-8	-2				

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_prům	X_prům	H_prům	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σY	σX	σH	σYX	
2. série: kompenzace náklonu zapnuta, svisle	8:52:55	o1	b4	744902.661	1040944.473	219.453	744902.657	1040944.469	219.449	4	4	4	3.4	2.3	6.8	2.9
	8:55:15	o2	b4	744902.657	1040944.470	219.439				0	1	-10				
	8:57:29	o3	b4	744902.660	1040944.467	219.437				3	-2	-12				
	8:59:46	o4	b4	744902.653	1040944.470	219.450				-4	1	1				
	9:02:08	o5	b4	744902.653	1040944.469	219.450				-4	0	1				
	9:04:11	o6	b4	744902.651	1040944.470	219.452				-6	1	3				
	9:06:32	o7	b4	744902.654	1040944.470	219.448				-3	1	-1				
	9:08:53	o8	b4	744902.654	1040944.472	219.458				-3	3	9				
	9:13:15	o9	b4	744902.657	1040944.470	219.451				0	1	2				
	9:15:37	o10	b4	744902.657	1040944.465	219.441	0	-4	-8							
	8:53:11	o1	b5	744900.106	1040942.454	219.331	744900.104	1040942.447	219.322	2	7	9	3.0	4.0	6.7	3.6
	8:55:30	o2	b5	744900.106	1040942.445	219.314				2	-2	-8				
	8:57:55	o3	b5	744900.106	1040942.447	219.316				2	0	-6				
	9:00:03	o4	b5	744900.103	1040942.447	219.317				-1	0	-5				
	9:02:28	o5	b5	744900.100	1040942.447	219.315				-4	0	-7				
	9:04:26	o6	b5	744900.099	1040942.450	219.319				-5	3	-3				
	9:06:48	o7	b5	744900.100	1040942.453	219.328				-4	6	6				
	9:09:07	o8	b5	744900.102	1040942.451	219.330				-2	4	8				
	9:13:32	o9	b5	744900.105	1040942.445	219.327				1	-2	5				
9:15:56	o10	b5	744900.106	1040942.441	219.318	2				-6	-4					

	čas měření	opak.	bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_prům	X_prům	H_prům	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σY	σX	σH	σYX
3. série: kompenzace náklonu zapnuta, náklon 45 stupňů	9:19:48	o1	b1	744920.962	1040968.530	220.310	744920.949	1040968.522	220.318	13	8	-8	12.7	8.6	6.1	10.8
	9:21:50	o2	b1	744920.955	1040968.533	220.322				6	11	4				
	9:23:56	o3	b1	744920.924	1040968.519	220.323				-25	-3	5				
	9:25:57	o4	b1	744920.942	1040968.508	220.318				-7	-14	0				
	9:28:06	o5	b1	744920.956	1040968.527	220.312				7	5	-6				
	9:29:53	o6	b1	744920.950	1040968.521	220.316				1	-1	-2				
	9:31:59	o7	b1	744920.947	1040968.518	220.314				-2	-4	-4				
	9:35:01	o8	b1	744920.939	1040968.515	220.313				-10	-7	-5				
	9:36:56	o9	b1	744920.944	1040968.516	220.326				-5	-6	8				
	9:39:12	o10	b1	744920.969	1040968.534	220.327				20	12	9				
	9:20:06	o1	b2	744917.854	1040957.359	220.096	744917.861	1040957.358	220.094	-7	1	2	11.9	3.2	4.2	8.7
	9:22:06	o2	b2	744917.848	1040957.354	220.096				-13	-4	2				
	9:24:19	o3	b2	744917.879	1040957.356	220.098				18	-2	4				
	9:26:26	o4	b2	744917.859	1040957.361	220.094				-2	3	0				
	9:28:24	o5	b2	744917.868	1040957.360	220.091				7	2	-3				
	9:30:12	o6	b2	744917.860	1040957.363	220.095				-1	5	1				
	9:32:17	o7	b2	744917.861	1040957.362	220.095				0	4	1				
	9:35:20	o8	b2	744917.867	1040957.357	220.092				6	-1	-2				
	9:37:13	o9	b2	744917.872	1040957.357	220.100				11	-1	6				
	9:40:28	o10	b2	744917.838	1040957.354	220.085				-23	-4	-9				
	9:20:25	o1	b3	744910.059	1040951.084	219.760	744910.073	1040951.095	219.773	-14	-11	-13	7.7	7.3	6.0	7.5
	9:22:28	o2	b3	744910.064	1040951.089	219.770				-9	-6	-3				
	9:24:42	o3	b3	744910.081	1040951.097	219.771				8	2	-2				
	9:26:46	o4	b3	744910.070	1040951.092	219.778				-3	-3	5				
	9:28:42	o5	b3	744910.083	1040951.105	219.774				10	10	1				
	9:30:30	o6	b3	744910.075	1040951.100	219.769				2	5	-4				
	9:32:34	o7	b3	744910.073	1040951.104	219.775				0	9	2				
	9:35:37	o8	b3	744910.080	1040951.099	219.780				7	4	7				
	9:37:43	o9	b3	744910.069	1040951.089	219.778				-4	-6	5				
	9:40:46	o10	b3	744910.076	1040951.088	219.778				3	-7	5				

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_prům	X_prům	H_prům	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σY	σX	σH	σYX	
3. série: kompenzace náklonu zapnuta, náklon 45 stupňů	9:20:41	o1	b4	744902.651	1040944.463	219.450	744902.665	1040944.476	219.452	-14	-13	-2	9.6	11.4	6.3	10.5
	9:22:46	o2	b4	744902.659	1040944.461	219.442				-6	-15	-10				
	9:24:59	o3	b4	744902.675	1040944.477	219.452				10	1	0				
	9:27:03	o4	b4	744902.660	1040944.473	219.444				-5	-3	-8				
	9:28:58	o5	b4	744902.679	1040944.497	219.460				14	21	8				
	9:30:45	o6	b4	744902.672	1040944.488	219.452				7	12	0				
	9:32:50	o7	b4	744902.665	1040944.487	219.447				0	11	-5				
	9:35:56	o8	b4	744902.675	1040944.476	219.459				10	0	7				
	9:37:59	o9	b4	744902.655	1040944.471	219.459				-10	-5	7				
	9:41:32	o10	b4	744902.660	1040944.470	219.451				-5	-6	-1				
	9:20:56	o1	b5	744900.099	1040942.442	219.312	744900.114	1040942.454	219.323	-15	-12	-11	10.2	7.8	8.6	9.1
	9:23:00	o2	b5	744900.105	1040942.446	219.316				-9	-8	-7				
	9:25:14	o3	b5	744900.117	1040942.464	219.312				3	10	-11				
	9:27:18	o4	b5	744900.117	1040942.450	219.337				3	-4	14				
	9:29:10	o5	b5	744900.123	1040942.466	219.327				9	12	4				
	9:30:58	o6	b5	744900.118	1040942.455	219.318				4	1	-5				
	9:33:02	o7	b5	744900.126	1040942.461	219.333				12	7	10				
	9:36:09	o8	b5	744900.124	1040942.453	219.324				10	-1	1				
	9:38:13	o9	b5	744900.098	1040942.451	219.328				-16	-3	5				
	9:41:46	o10	b5	744900.110	1040942.450	219.320				-4	-4	-3				

POPIS	STATICKÁ MĚŘENÍ - DATA						PRŮMĚR			ODCHYLKY OD PRVNÍHO MĚŘENÍ				
	čas měření	opak.	bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_0	X_0	H_0	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	d_pol	prodleva [m:s]
5. série: opakovaná měření na bodě, náklon 45 stupňů	9:57:22	b1	o1	744920.951	1040968.518	220.314	744920.951	1040968.518	220.314	0	0	0	0	00:00
	9:57:37	b1	o2	744920.946	1040968.513	220.310				-5	-5	-4	7	00:15
	9:57:54	b1	o3	744920.935	1040968.504	220.310				-16	-14	-4	21	00:32
	9:59:51	b2	o1	744917.833	1040957.337	220.089	744917.833	1040957.337	220.089	0	0	0	0	00:00
	10:00:09	b2	o2	744917.832	1040957.334	220.085				-1	-3	-4	3	00:18
	10:00:25	b2	o3	744917.833	1040957.335	220.086				0	-2	-3	2	00:34
	10:00:43	b2	o4	744917.837	1040957.334	220.093				4	-3	4	5	00:52
	10:01:00	b2	o5	744917.840	1040957.339	220.093				7	2	4	7	01:09
	10:01:18	b2	o6	744917.842	1040957.341	220.089				9	4	0	10	01:27
	10:01:35	b2	o7	744917.844	1040957.347	220.089				11	10	0	15	01:44
	10:01:53	b2	o8	744917.848	1040957.350	220.091				15	13	2	20	02:02
	10:02:11	b2	o9	744917.854	1040957.347	220.092				21	10	3	23	02:20
	10:04:17	b3	o1	744910.050	1040951.076	219.775	744910.050	1040951.076	219.775	0	0	0	0	00:00
	10:04:33	b3	o2	744910.053	1040951.080	219.770				3	4	-5	5	00:16
	10:04:50	b3	o3	744910.056	1040951.083	219.774				6	7	-1	9	00:33
	10:05:06	b3	o4	744910.059	1040951.089	219.773				9	13	-2	16	00:49
	10:05:22	b3	o5	744910.061	1040951.090	219.770				11	14	-5	18	01:05
	10:05:38	b3	o6	744910.065	1040951.090	219.771				15	14	-4	21	01:21
	10:05:54	b3	o7	744910.069	1040951.096	219.769				19	20	-6	28	01:37
	10:06:13	b3	o8	744910.073	1040951.099	219.765				23	23	-10	33	01:56
	10:06:30	b3	o9	744910.077	1040951.104	219.771				27	28	-4	39	02:13
	10:06:46	b3	o10	744910.079	1040951.107	219.773				29	31	-2	42	02:29
	10:07:02	b3	o11	744910.081	1040951.112	219.769				31	36	-6	48	02:45
	10:07:18	b3	o12	744910.086	1040951.114	219.766				36	38	-9	52	03:01
	10:07:34	b3	o13	744910.088	1040951.117	219.769				38	41	-6	56	03:17
	10:07:52	b3	o14	744910.090	1040951.120	219.762				40	44	-13	59	03:35
	10:08:08	b3	o15	744910.093	1040951.125	219.763				43	49	-12	65	03:51

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_0	X_0	H_0	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	d_pol	prodleva [m:s]	
5. série: opakovaná měření na bodě, náklon 45 stupňů	10:11:40	b4	o1	744902.639	1040944.449	219.445	744902.639	1040944.449	219.445	0	0	0	0	00:00
	10:11:57	b4	o2	744902.636	1040944.449	219.447				-3	0	2	3	00:17
	10:12:13	b4	o3	744902.637	1040944.451	219.449				-2	2	4	3	00:33
	10:12:30	b4	o4	744902.637	1040944.454	219.447				-2	5	2	5	00:50
	10:12:46	b4	o5	744902.640	1040944.454	219.449				1	5	4	5	01:06
	10:13:03	b4	o6	744902.640	1040944.455	219.449				1	6	4	6	01:23
	10:13:19	b4	o7	744902.641	1040944.456	219.447				2	7	2	7	01:39
	10:13:35	b4	o8	744902.644	1040944.456	219.450				5	7	5	9	01:55
	10:13:51	b4	o9	744902.645	1040944.460	219.446				6	11	1	13	02:11
	10:14:07	b4	o10	744902.650	1040944.463	219.447				11	14	2	18	02:27
	10:14:23	b4	o11	744902.652	1040944.466	219.443				13	17	-2	21	02:43
	10:14:40	b4	o12	744902.655	1040944.473	219.446				16	24	1	29	03:00
	10:14:57	b4	o13	744902.656	1040944.476	219.441				17	27	-4	32	03:17
	10:15:14	b4	o14	744902.660	1040944.479	219.440				21	30	-5	37	03:34
	10:15:30	b4	o15	744902.661	1040944.482	219.442				22	33	-3	40	03:50
	10:15:46	b4	o16	744902.664	1040944.487	219.439				25	38	-6	45	04:06
	10:16:02	b4	o17	744902.668	1040944.489	219.439				29	40	-6	49	04:22
	10:16:19	b4	o18	744902.670	1040944.495	219.444				31	46	-1	55	04:39

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_0	X_0	H_0	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	d_pol	prodleva [m:s]	
5. série: opakovaná měření na bodě, náklon 45 stupňů	10:18:30	b5	o1	744900.091	1040942.442	219.321	744900.091	1040942.442	219.321	0	0	0	0	00:00
	10:18:46	b5	o2	744900.093	1040942.444	219.321				2	2	0	3	00:16
	10:19:02	b5	o3	744900.095	1040942.445	219.320				4	3	-1	5	00:32
	10:19:18	b5	o4	744900.096	1040942.443	219.320				5	1	-1	5	00:48
	10:19:31	b5	o5	744900.098	1040942.447	219.316				7	5	-5	9	01:01
	10:19:52	b5	o6	744900.098	1040942.452	219.319				7	10	-2	12	01:22
	10:20:09	b5	o7	744900.099	1040942.455	219.320				8	13	-1	15	01:39
	10:20:25	b5	o8	744900.102	1040942.459	219.323				11	17	2	20	01:55
	10:20:41	b5	o9	744900.104	1040942.462	219.322				13	20	1	24	02:11
	10:20:58	b5	o10	744900.104	1040942.465	219.322				13	23	1	26	02:28
	10:21:14	b5	o11	744900.106	1040942.466	219.324				15	24	3	28	02:44
	10:21:31	b5	o12	744900.110	1040942.467	219.327				19	25	6	31	03:01
	10:21:49	b5	o13	744900.113	1040942.468	219.325				22	26	4	34	03:19
	10:22:07	b5	o14	744900.113	1040942.469	219.324				22	27	3	35	03:37
	10:22:24	b5	o15	744900.114	1040942.471	219.326				23	29	5	37	03:54
	10:22:40	b5	o16	744900.114	1040942.477	219.327				23	35	6	42	04:10
	10:22:57	b5	o17	744900.115	1040942.478	219.330				24	36	9	43	04:27
	10:23:14	b5	o18	744900.117	1040942.482	219.324				26	40	3	48	04:44
	10:23:30	b5	o19	744900.116	1040942.485	219.329				25	43	8	50	05:00
	10:23:46	b5	o20	744900.119	1040942.486	219.326				28	44	5	52	05:16

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_0	X_0	H_0	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	d_pol	prodleva [m:s]	
6. série: opakovaná měřenína bodě, svise	10:42:43	b1	o1	744920.958	1040968.529	220.309	744920.958	1040968.529	220.309	0	0	0	0	00:00
	10:42:57	b1	o2	744920.958	1040968.528	220.312				0	-1	3	1	00:14
	10:43:11	b1	o3	744920.959	1040968.526	220.316				1	-3	7	3	00:28
	10:43:27	b1	o4	744920.960	1040968.527	220.318				2	-2	9	3	00:44
	10:43:42	b1	o5	744920.961	1040968.527	220.315				3	-2	6	4	00:59
	10:43:58	b1	o6	744920.960	1040968.525	220.316				2	-4	7	4	01:15
	10:44:15	b1	o7	744920.960	1040968.525	220.316				2	-4	7	4	01:32
	10:44:30	b1	o8	744920.959	1040968.527	220.319				1	-2	10	2	01:47
	10:44:46	b1	o9	744920.959	1040968.529	220.315				1	0	6	1	02:03
	10:45:02	b1	o10	744920.959	1040968.529	220.315				1	0	6	1	02:19
	10:45:18	b1	o11	744920.959	1040968.526	220.318				1	-3	9	3	02:35
	10:45:34	b1	o12	744920.958	1040968.527	220.319				0	-2	10	2	02:51
	10:45:50	b1	o13	744920.958	1040968.527	220.324				0	-2	15	2	03:07
	10:46:11	b1	o14	744920.957	1040968.527	220.324				-1	-2	15	2	03:28
	10:46:23	b1	o15	744920.957	1040968.526	220.321				-1	-3	12	3	03:40
	10:46:39	b1	o16	744920.959	1040968.527	220.322				1	-2	13	2	03:56
	10:46:54	b1	o17	744920.957	1040968.525	220.321				-1	-4	12	4	04:11
	10:47:10	b1	o18	744920.959	1040968.526	220.320				1	-3	11	3	04:27
	10:47:26	b1	o19	744920.958	1040968.530	220.323				0	1	14	1	04:43
	10:47:41	b1	o20	744920.960	1040968.527	220.316				2	-2	7	3	04:58

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_0	X_0	H_0	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	d_pol	prodleva [m:s]	
6. série: opakovaná měřenína bodě, svisle	10:52:37	b2	o1	744917.858	1040957.355	220.086	744917.858	1040957.355	220.086	0	0	0	0	00:00
	10:52:52	b2	o2	744917.858	1040957.356	220.085				0	1	-1	1	00:15
	10:53:07	b2	o3	744917.860	1040957.357	220.088				2	2	2	3	00:30
	10:53:22	b2	o4	744917.859	1040957.359	220.093				1	4	7	4	00:45
	10:53:37	b2	o5	744917.857	1040957.359	220.087				-1	4	1	4	01:00
	10:53:53	b2	o6	744917.859	1040957.358	220.086				1	3	0	3	01:16
	10:54:08	b2	o7	744917.859	1040957.360	220.088				1	5	2	5	01:31
	10:54:22	b2	o8	744917.856	1040957.359	220.084				-2	4	-2	4	01:45
	10:54:38	b2	o9	744917.857	1040957.360	220.083				-1	5	-3	5	02:01
	10:54:53	b2	o10	744917.858	1040957.357	220.082				0	2	-4	2	02:16
	10:55:10	b2	o11	744917.859	1040957.358	220.085				1	3	-1	3	02:33
	10:55:26	b2	o12	744917.859	1040957.358	220.081				1	3	-5	3	02:49
	10:55:42	b2	o13	744917.860	1040957.358	220.084				2	3	-2	4	03:05
	10:55:59	b2	o14	744917.858	1040957.358	220.080				0	3	-6	3	03:22
	10:56:15	b2	o15	744917.860	1040957.358	220.086				2	3	0	4	03:38
	10:56:33	b2	o16	744917.860	1040957.359	220.085				2	4	-1	4	03:56
	10:56:50	b2	o17	744917.858	1040957.357	220.084				0	2	-2	2	04:13
	10:57:06	b2	o18	744917.859	1040957.360	220.089				1	5	3	5	04:29
	10:57:22	b2	o19	744917.861	1040957.358	220.088				3	3	2	4	04:45
	10:57:39	b2	o20	744917.861	1040957.358	220.084				3	3	-2	4	05:02
	11:07:20	b6	o1	744925.940	1040964.346	220.429	744925.940	1040964.346	220.429	0	0	0	0	00:00
	11:08:29	b6	o2	744925.940	1040964.350	220.428				0	4	-1	4	01:09
	11:09:35	b6	o3	744925.938	1040964.347	220.432				-2	1	3	2	02:15
	11:10:39	b6	o4	744925.939	1040964.351	220.433				-1	5	4	5	03:19
	11:11:32	b6	o5	744925.939	1040964.346	220.428				-1	0	-1	1	04:12
	11:12:32	b6	o6	744925.939	1040964.347	220.423				-1	1	-6	1	05:12

opakované měření, abs. žádný pohyb;
bod 6 = opřeno o odpadkový koš

	čas měření	opak. bod	Y [m]	X [m]	H [m]	Y_0	X_0	H_0	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	d_pol	prodleva [m:s]	
7. série: opakovaná měření na bodě, náklon 90 stupňů	11:25:01	b7	o1	744929.573	1040955.509	220.832	744929.573	1040955.509	220.832	0	0	0	0	00:00
	11:25:19	b7	o2	744929.569	1040955.523	220.823	opakované měření, abs. žádný pohyb; bod 7 = položeno na zemi			-4	14	-9	15	00:18
	11:25:38	b7	o3	744929.570	1040955.524	220.819				-3	15	-13	15	00:37
	11:26:01	b7	o4	744929.569	1040955.529	220.826				-4	20	-6	20	01:00
	11:26:18	b7	o5	744929.569	1040955.526	220.836				-4	17	4	17	01:17
	11:26:33	b7	o6	744929.575	1040955.536	220.826				2	27	-6	27	01:32
	11:26:48	b7	o7	744929.575	1040955.549	220.827				2	40	-5	40	01:47
	11:27:03	b7	o8	744929.575	1040955.570	220.825				2	61	-7	61	02:02
	11:27:18	b7	o9	744929.578	1040955.585	220.826				5	76	-6	76	02:17
	11:27:32	b7	o10	744929.574	1040955.617	220.813				1	108	-19	108	02:31
	11:27:47	b7	o11	744929.579	1040955.628	220.818				6	119	-14	119	02:46
	11:28:02	b7	o12	744929.597	1040955.642	220.851				24	133	19	135	03:01
	11:28:18	b7	o13	744929.605	1040955.659	220.857				32	150	25	153	03:17
	11:28:32	b7	o14	744929.598	1040955.685	220.829				25	176	-3	178	03:31
	11:28:48	b7	o15	744929.602	1040955.699	220.831				29	190	-1	192	03:47
	11:29:02	b7	o16	744929.610	1040955.721	220.841				37	212	9	215	04:01
	11:29:18	b7	o17	744929.617	1040955.740	220.835				44	231	3	235	04:17
	11:29:34	b7	o18	744929.622	1040955.756	220.827				49	247	-5	252	04:33
	11:29:48	b7	o19	744929.625	1040955.767	220.822				52	258	-10	263	04:47
	11:30:02	b7	o20	744929.631	1040955.781	220.820				58	272	-12	278	05:01
	11:30:21	b7	o21	744929.639	1040955.801	220.823				66	292	-9	299	05:20
	11:30:33	b7	o22	744929.642	1040955.819	220.822				69	310	-10	318	05:32
	11:30:48	b7	o23	744929.648	1040955.834	220.819				75	325	-13	334	05:47
	11:31:02	b7	o24	744929.657	1040955.845	220.824				84	336	-8	346	06:01
	CHYBNÁ MĚŘENÍ													
	9:59:05	b1	o4	744917.847	1040957.350	220.085								

Příloha 4: Zpracování testů přesnosti určení bodů na snímcích v Excelu

5 m >>> NEORIENTOVANÉ SNÍMKY <<<							snímky neorientovány, vychází se jen z měřených pozic kamery a její převzaté kalibrace.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.116	1122216.419	400.981	7	0.002	776869.128	1122216.431	400.971	-11	-12	10	26	75
	2	776869.053	1122216.431	400.969	14	0.011				-75	0	-2		
	3	776869.142	1122216.443	400.963	9	0.002				14	12	-8		
	4	776869.115	1122216.407	400.968	7	0.006				-12	-24	-3		
	5	776869.129	1122216.459	400.970	7	0.008				1	28	-1		
2	1	776869.152	1122216.431	399.782	8	0.004	776869.168	1122216.454	399.764	-16	-23	17	30	86
	2	776869.082	1122216.452	399.782	10	0.007				-86	-2	18		
	3	776869.176	1122216.459	399.761	9	0.002				8	5	-4		
	4	776869.141	1122216.425	399.769	8	0.005				-26	-29	5		
	5	776869.164	1122216.472	399.772	8	0.009				-4	18	7		
3	1	776864.354	1122213.500	401.204	31	0.005	776864.336	1122213.535	401.200	18	-35	4	18	35
	2	776864.327	1122213.536	401.209	22	0.001				-9	1	9		
	3	776864.350	1122213.528	401.178	9	0.003				14	-7	-22		
	4	776864.352	1122213.507	401.210	15	0.002				16	-28	9		
	5	776864.336	1122213.547	401.193	11	0.001				-1	12	-7		
4	1	776864.491	1122213.266	398.831	26	0.005	776864.484	1122213.293	398.827	7	-27	4	17	27
	2	776864.464	1122213.305	398.842	21	0.002				-20	12	15		
	3	776864.498	1122213.294	398.804	10	0.001				14	1	-23		
	4	776864.499	1122213.269	398.836	16	0.002				16	-24	9		
	5	776864.471	1122213.308	398.829	11	0.002				-13	15	2		
5	1	776863.953	1122208.793	400.780	18	0.003	776863.956	1122208.813	400.779	-3	-20	1	17	28
	2	776863.928	1122208.836	400.781	18	0.004				-28	23	2		
	3	776863.966	1122208.808	400.753	21	0.005				9	-5	-26		
	4	776863.958	1122208.792	400.791	23	0.004				2	-21	12		
	5	776863.964	1122208.833	400.779	17	0.002				8	20	0		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.068	1122208.854	399.624	17	0.003	776864.062	1122208.881	399.623	6	-27	1	18	29
	2	776864.042	1122208.895	399.628	14	0.002				-21	14	5		
	3	776864.077	1122208.872	399.594	20	0.005				15	-9	-29		
	4	776864.069	1122208.853	399.632	21	0.004				7	-28	9		
	5	776864.075	1122208.894	399.620	17	0.002				13	13	-3		
7	1	776868.505	1122200.502	400.979	15	0.001	776868.490	1122200.510	400.975	15	-8	4	31	88
	2	776868.520	1122200.546	400.972	27	0.002				30	36	-2		
	3	776868.477	1122200.499	400.949	12	0.006				-14	-11	-26		
	4	776868.403	1122200.503	400.991	10	0.002				-88	-7	16		
	5	776868.493	1122200.493	400.968	13	0.001				3	-17	-7		
8	1	776868.129	1122201.120	399.871	14	0.002	776868.123	1122201.133	399.866	6	-13	5	30	77
	2	776868.151	1122201.168	399.857	20	0.002				28	35	-9		
	3	776868.110	1122201.119	399.843	10	0.004				-14	-14	-23		
	4	776868.047	1122201.111	399.898	10	0.003				-77	-22	32		
	5	776868.126	1122201.111	399.861	13	0.002				3	-22	-5		
9	1	776876.032	1122187.084	401.146	6	0.012	776876.044	1122187.117	401.167	-11	-33	-21	22	39
	2	776876.083	1122187.122	401.156	14	0.002				39	5	-10		
	3	776876.020	1122187.133	401.156	13	0.002				-24	16	-11		
	4	776876.039	1122187.133	401.178	15	0.002				-5	16	11		
	5	776876.031	1122187.091	401.178	11	0.002				-12	-26	11		
10	1	776875.679	1122187.711	399.695	5	0.014	776875.659	1122187.744	399.716	20	-33	-21	23	50
	2	776875.708	1122187.751	399.697	13	0.002				50	7	-19		
	3	776875.638	1122187.756	399.711	15	0.001				-20	12	-5		
	4	776875.658	1122187.756	399.728	13	0.002				-1	12	12		
	5	776875.660	1122187.717	399.728	11	0.001				2	-27	12		
												σYXH_prům [mm]:	24	

5 m		>>>ORIENTOVANÉ SNÍMKY A) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 3cm, σX 3cm, σPol 4.5cm, σH 5cm; kalibrace vypočtena.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.118	1122216.408	400.992	7	0.002	776869.107	1122216.415	400.977	11	-7	15	10	18
	2	776869.100	1122216.419	400.975	14	0.001				-7	3	-2		
	3	776869.113	1122216.417	400.972	9	0.003				6	2	-5		
	4	776869.118	1122216.399	400.975	7	0.002				11	-16	-3		
	5	776869.105	1122216.433	400.975	7	0.002				-2	18	-2		
2	1	776869.150	1122216.424	399.787	8	0.001	776869.146	1122216.427	399.779	4	-3	9	10	19
	2	776869.131	1122216.432	399.773	10	0.003				-15	6	-5		
	3	776869.147	1122216.431	399.768	9	0.002				1	5	-11		
	4	776869.145	1122216.413	399.768	8	0.002				-2	-14	-10		
	5	776869.138	1122216.445	399.773	8	0.003				-8	19	-6		
3	1	776864.353	1122213.512	401.211	31	0.001	776864.343	1122213.521	401.209	9	-9	2	9	19
	2	776864.337	1122213.527	401.209	22	0.001				-6	6	0		
	3	776864.345	1122213.529	401.190	9	0.002				1	8	-19		
	4	776864.343	1122213.511	401.211	15	0.001				0	-11	2		
	5	776864.341	1122213.532	401.206	11	0.001				-2	11	-3		
4	1	776864.494	1122213.277	398.833	26	0.001	776864.483	1122213.286	398.829	11	-9	3	10	19
	2	776864.474	1122213.293	398.830	21	0.001				-10	7	1		
	3	776864.495	1122213.290	398.814	10	0.001				12	4	-15		
	4	776864.488	1122213.267	398.835	16	0.001				5	-19	5		
	5	776864.483	1122213.291	398.829	11	0.001				0	6	0		
5	1	776863.962	1122208.805	400.790	18	0.001	776863.948	1122208.815	400.787	14	-10	3	10	15
	2	776863.940	1122208.823	400.784	18	0.001				-8	8	-3		
	3	776863.955	1122208.824	400.772	21	0.001				7	9	-15		
	4	776863.948	1122208.800	400.798	23	0.001				-1	-15	11		
	5	776863.945	1122208.821	400.788	17	0.001				-4	6	1		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.074	1122208.864	399.631	17	0.001	776864.061	1122208.873	399.628	13	-9	3	10	15
	2	776864.050	1122208.881	399.625	14	0.001				-11	7	-3		
	3	776864.071	1122208.883	399.613	20	0.001				9	10	-15		
	4	776864.059	1122208.859	399.638	21	0.001				-3	-15	10		
	5	776864.057	1122208.881	399.628	17	0.001				-4	8	0		
7	1	776868.538	1122200.490	400.996	15	0.001	776868.535	1122200.496	400.986	3	-6	10	14	33
	2	776868.527	1122200.505	400.977	27	0.001				-8	8	-9		
	3	776868.556	1122200.503	400.981	12	0.001				20	6	-5		
	4	776868.534	1122200.464	401.007	10	0.002				-1	-33	21		
	5	776868.529	1122200.493	400.992	13	0.002				-6	-3	5		
8	1	776868.168	1122201.108	399.879	14	0.001	776868.163	1122201.112	399.872	5	-4	7	14	27
	2	776868.156	1122201.124	399.858	20	0.001				-7	13	-14		
	3	776868.184	1122201.126	399.860	10	0.003				21	14	-12		
	4	776868.161	1122201.085	399.887	10	0.002				-2	-27	16		
	5	776868.159	1122201.112	399.874	13	0.001				-4	0	2		
9	1	776876.032	1122187.084	401.146	6	0.012	776876.047	1122187.115	401.172	-14	-31	-27	21	31
	2	776876.065	1122187.129	401.144	14	0.001				19	14	-29		
	3	776876.032	1122187.127	401.150	13	0.002				-15	12	-23		
	4	776876.040	1122187.109	401.193	15	0.001				-6	-6	21		
	5	776876.044	1122187.098	401.189	11	0.001				-3	-17	16		
10	1	776875.679	1122187.711	399.695	5	0.014	776875.670	1122187.737	399.718	9	-26	-23	19	32
	2	776875.688	1122187.752	399.686	13	0.001				18	15	-32		
	3	776875.653	1122187.747	399.700	15	0.001				-17	10	-18		
	4	776875.672	1122187.736	399.738	13	0.001				2	-1	20		
	5	776875.674	1122187.722	399.729	11	0.001				3	-15	11		
										σYXH_prům [mm]:			13	

5 m		>>>ORIENTOVANÉ SNÍMKY B) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 1cm, σX 1cm, σPol 1.3cm, σH 1.7cm; kalibrace vypočtena.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.117	1122216.412	400.996	7	0.002	776869.109	1122216.416	400.979	7	-4	17	10	17
	2	776869.103	1122216.417	400.975	14	0.001				-7	1	-4		
	3	776869.111	1122216.416	400.971	9	0.002				1	1	-9		
	4	776869.119	1122216.399	400.978	7	0.002				9	-17	-2		
	5	776869.107	1122216.432	400.980	7	0.002				-3	17	1		
2	1	776869.149	1122216.427	399.792	8	0.001	776869.144	1122216.428	399.777	5	-1	14	10	16
	2	776869.133	1122216.431	399.773	10	0.002				-12	3	-5		
	3	776869.145	1122216.430	399.767	9	0.001				1	2	-11		
	4	776869.146	1122216.412	399.772	8	0.002				2	-16	-6		
	5	776869.139	1122216.445	399.777	8	0.002				-5	16	0		
3	1	776864.352	1122213.513	401.213	31	0.001	776864.344	1122213.520	401.210	9	-7	4	9	21
	2	776864.336	1122213.527	401.208	22	0.001				-8	7	-2		
	3	776864.343	1122213.530	401.189	9	0.002				-1	9	-21		
	4	776864.345	1122213.510	401.212	15	0.001				1	-10	3		
	5	776864.340	1122213.532	401.210	11	0.001				-4	12	0		
4	1	776864.495	1122213.278	398.834	26	0.001	776864.483	1122213.286	398.829	11	-8	5	10	19
	2	776864.472	1122213.293	398.830	21	0.001				-11	7	0		
	3	776864.493	1122213.291	398.814	10	0.001				9	5	-15		
	4	776864.489	1122213.267	398.837	16	0.001				6	-19	7		
	5	776864.483	1122213.292	398.832	11	0.001				0	5	3		
5	1	776863.963	1122208.804	400.791	18	0.001	776863.948	1122208.816	400.787	15	-12	5	11	17
	2	776863.939	1122208.824	400.782	18	0.001				-9	8	-5		
	3	776863.953	1122208.827	400.770	21	0.001				5	11	-17		
	4	776863.950	1122208.801	400.798	23	0.001				2	-16	11		
	5	776863.943	1122208.821	400.792	17	0.001				-5	5	5		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.075	1122208.863	399.633	17	0.001	776864.061	1122208.876	399.628	14	-12	5	11	16
	2	776864.048	1122208.882	399.623	14	0.001				-13	6	-5		
	3	776864.068	1122208.887	399.612	20	0.001				7	11	-16		
	4	776864.061	1122208.859	399.638	21	0.001				0	-16	10		
	5	776864.056	1122208.881	399.632	17	0.001				-5	5	4		
7	1	776868.534	1122200.487	400.997	15	0.001	776868.536	1122200.496	400.986	-2	-9	12	17	33
	2	776868.528	1122200.506	400.973	27	0.001				-8	9	-13		
	3	776868.567	1122200.506	400.980	12	0.001				32	10	-6		
	4	776868.534	1122200.464	401.006	10	0.002				-1	-33	20		
	5	776868.527	1122200.494	400.999	13	0.002				-9	-3	13		
8	1	776868.165	1122201.106	399.880	14	0.001	776868.161	1122201.111	399.873	4	-6	8	17	32
	2	776868.156	1122201.126	399.853	20	0.001				-5	14	-19		
	3	776868.194	1122201.131	399.857	10	0.003				32	19	-15		
	4	776868.162	1122201.085	399.886	10	0.002				1	-26	14		
	5	776868.157	1122201.113	399.881	13	0.001				-4	1	8		
9	1	776876.032	1122187.084	401.146	6	0.012	776876.048	1122187.117	401.171	-15	-32	-25	23	33
	2	776876.066	1122187.129	401.138	14	0.001				18	12	-33		
	3	776876.036	1122187.132	401.142	13	0.001				-12	15	-28		
	4	776876.042	1122187.110	401.194	15	0.001				-5	-7	23		
	5	776876.044	1122187.100	401.197	11	0.001				-4	-16	26		
10	1	776875.679	1122187.711	399.695	5	0.014	776875.671	1122187.739	399.718	8	-28	-23	21	38
	2	776875.687	1122187.750	399.680	13	0.001				16	11	-38		
	3	776875.654	1122187.751	399.691	15	0.001				-17	12	-26		
	4	776875.674	1122187.737	399.738	13	0.001				3	-2	21		
	5	776875.675	1122187.726	399.737	11	0.001				4	-13	19		
										σYXH_prům [mm]:			15	

5 m >>> ORIENTOVANÉ SNÍMKY C) <<<							tolerance kontrolních bodů: σY 3cm, σX 3cm, σPol 4.5cm, σH 5cm; kalibrace převzata.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.118	1122216.419	400.985	7	0.002	776869.111	1122216.417	400.975	7	2	10	10	20
	2	776869.098	1122216.421	400.969	14	0.002				-14	4	-7		
	3	776869.111	1122216.425	400.977	9	0.002				-1	8	2		
	4	776869.120	1122216.397	400.971	7	0.002				8	-20	-4		
	5	776869.107	1122216.429	400.975	7	0.002				-5	12	-1		
2	1	776869.148	1122216.435	399.785	8	0.001	776869.143	1122216.433	399.777	5	2	8	9	22
	2	776869.127	1122216.435	399.771	10	0.002				-16	1	-6		
	3	776869.146	1122216.438	399.776	9	0.001				3	5	-1		
	4	776869.147	1122216.411	399.770	8	0.002				4	-22	-7		
	5	776869.138	1122216.442	399.776	8	0.002				-5	8	-1		
3	1	776864.352	1122213.516	401.212	31	0.001	776864.342	1122213.523	401.206	9	-7	6	9	15
	2	776864.332	1122213.531	401.205	22	0.001				-10	8	-1		
	3	776864.340	1122213.534	401.191	9	0.001				-3	11	-15		
	4	776864.342	1122213.513	401.206	15	0.001				-1	-10	0		
	5	776864.340	1122213.534	401.204	11	0.001				-2	10	-2		
4	1	776864.496	1122213.280	398.839	26	0.001	776864.483	1122213.287	398.836	12	-7	3	9	16
	2	776864.469	1122213.295	398.836	21	0.001				-15	8	0		
	3	776864.490	1122213.294	398.824	10	0.001				6	7	-12		
	4	776864.485	1122213.271	398.839	16	0.001				2	-16	3		
	5	776864.484	1122213.292	398.837	11	0.001				1	5	1		
5	1	776863.964	1122208.801	400.790	18	0.001	776863.947	1122208.816	400.787	17	-15	2	11	17
	2	776863.933	1122208.826	400.784	18	0.001				-13	10	-3		
	3	776863.946	1122208.828	400.775	21	0.001				-1	12	-12		
	4	776863.945	1122208.806	400.794	23	0.001				-2	-11	7		
	5	776863.944	1122208.827	400.789	17	0.001				-3	10	2		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.077	1122208.861	399.633	17	0.001	776864.061	1122208.872	399.633	16	-11	0	11	16
	2	776864.045	1122208.884	399.629	14	0.001				-16	12	-4		
	3	776864.062	1122208.887	399.621	20	0.001				2	15	-13		
	4	776864.055	1122208.864	399.639	21	0.001				-5	-8	5		
	5	776864.057	1122208.885	399.634	17	0.001				-4	13	1		
7	1	776868.523	1122200.482	400.985	15	0.001	776868.526	1122200.499	400.985	-4	-17	-1	14	24
	2	776868.520	1122200.509	400.970	27	0.001				-7	10	-16		
	3	776868.543	1122200.506	400.993	12	0.001				17	7	7		
	4	776868.529	1122200.475	401.005	10	0.002				2	-24	20		
	5	776868.531	1122200.498	401.003	13	0.001				4	-1	18		
8	1	776868.153	1122201.101	399.874	14	0.001	776868.155	1122201.116	399.872	-2	-15	2	14	22
	2	776868.148	1122201.131	399.855	20	0.001				-6	14	-16		
	3	776868.175	1122201.130	399.875	10	0.002				21	14	3		
	4	776868.156	1122201.094	399.890	10	0.002				2	-22	18		
	5	776868.162	1122201.117	399.888	13	0.001				8	1	16		
9	1	776876.032	1122187.084	401.146	6	0.012	776876.045	1122187.121	401.165	-12	-37	-20	23	37
	2	776876.065	1122187.133	401.129	14	0.001				20	11	-37		
	3	776876.024	1122187.127	401.153	13	0.001				-21	6	-13		
	4	776876.040	1122187.118	401.184	15	0.001				-5	-3	18		
	5	776876.040	1122187.102	401.202	11	0.001				-5	-20	37		
10	1	776875.679	1122187.711	399.695	5	0.014	776875.668	1122187.742	399.720	11	-31	-25	22	45
	2	776875.682	1122187.756	399.675	13	0.001				14	14	-45		
	3	776875.646	1122187.749	399.707	15	0.001				-22	7	-13		
	4	776875.667	1122187.743	399.733	13	0.001				-1	2	13		
	5	776875.673	1122187.728	399.748	11	0.001				5	-13	28		
												σYXH_prům [mm]:	14	

10 m		>>> NEORIENTOVANÉ SNÍMKY <<<					snímky neorientovány, vychází se jen z měřených pozic kamery a její převzaté kalibrace.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.112	1122216.421	400.970	31	0.002	776869.123	1122216.411	400.976	-11	10	-7	32	76
	2	776869.199	1122216.407	400.992	27	0.004				76	-4	15		
	3	776869.173	1122216.370	400.978	32	0.005				50	-41	2		
	4	776869.105	1122216.423	400.981	31	0.003				-18	11	4		
	5	776869.088	1122216.399	400.975	29	0.004				-34	-12	-1		
2	1	776869.144	1122216.438	399.767	24	0.003	776869.155	1122216.432	399.776	-10	6	-9	31	68
	2	776869.223	1122216.432	399.783	23	0.004				68	0	7		
	3	776869.205	1122216.388	399.770	29	0.006				51	-43	-5		
	4	776869.133	1122216.441	399.782	31	0.003				-22	10	6		
	5	776869.116	1122216.419	399.777	28	0.005				-39	-13	1		
3	1	776864.350	1122213.522	401.199	49	0.003	776864.361	1122213.511	401.207	-10	12	-8	33	74
	2	776864.435	1122213.480	401.227	26	0.003				74	-31	20		
	3	776864.388	1122213.466	401.207	21	0.007				27	-45	0		
	4	776864.366	1122213.514	401.205	34	0.002				5	4	-2		
	5	776864.308	1122213.522	401.203	30	0.003				-53	11	-4		
4	1	776864.482	1122213.293	398.829	20	0.003	776864.498	1122213.280	398.835	-15	13	-6	35	80
	2	776864.578	1122213.246	398.845	25	0.004				80	-34	10		
	3	776864.532	1122213.231	398.830	18	0.006				34	-49	-5		
	4	776864.505	1122213.284	398.832	37	0.002				7	3	-3		
	5	776864.444	1122213.291	398.843	30	0.003				-53	11	8		
5	1	776863.940	1122208.818	400.765	48	0.002	776863.953	1122208.802	400.773	-13	16	-8	40	83
	2	776864.035	1122208.742	400.793	36	0.003				83	-60	20		
	3	776863.973	1122208.741	400.781	41	0.004				20	-61	9		
	4	776863.948	1122208.810	400.775	43	0.002				-5	8	2		
	5	776863.900	1122208.831	400.769	36	0.004				-52	29	-3		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.052	1122208.881	399.609	43	0.002	776864.075	1122208.857	399.618	-24	24	-9	36	67
	2	776864.142	1122208.807	399.633	35	0.002				67	-50	15		
	3	776864.084	1122208.803	399.621	35	0.005				9	-54	3		
	4	776864.065	1122208.867	399.615	38	0.002				-11	10	-3		
	5	776864.018	1122208.890	399.619	34	0.004				-58	33	1		
7	1	776868.528	1122200.477	400.950	38	0.003	776868.475	1122200.464	400.965	52	12	-16	45	105
	2	776868.485	1122200.394	400.987	30	0.003				9	-70	21		
	3	776868.371	1122200.441	400.974	30	0.003				-105	-23	9		
	4	776868.483	1122200.475	400.957	30	0.003				7	10	-9		
	5	776868.497	1122200.527	400.964	28	0.003				21	62	-1		
8	1	776868.156	1122201.100	399.837	33	0.003	776868.111	1122201.091	399.854	45	9	-17	46	109
	2	776868.122	1122201.017	399.880	22	0.004				11	-74	26		
	3	776868.002	1122201.057	399.872	25	0.003				-109	-34	18		
	4	776868.120	1122201.099	399.847	28	0.003				9	7	-7		
	5	776868.125	1122201.148	399.853	28	0.003				14	56	0		
9	1	776875.986	1122187.137	401.113	20	0.006	776876.048	1122187.113	401.125	-62	24	-12	102	209
	2	776875.936	1122187.079	401.154	12	0.007				-112	-33	29		
	3	nevypočteno			21	-				nezahrnuto				
	4	nevypočteno			2	-				nezahrnuto				
	5	776876.257	1122187.104	401.118	19	0.007				209	-8	-7		
10	1	776875.614	1122187.762	399.668	18	0.006	776875.691	1122187.741	399.672	-77	20	-4	96	176
	2	776875.572	1122187.706	399.713	12	0.008				-119	-35	41		
	3	nevypočteno			24	-				nezahrnuto				
	4	nevypočteno			2	-				nezahrnuto				
	5	776875.866	1122187.741	399.649	21	0.007				176	0	-23		
										σYXH_prům [mm]:			56	

10 m		>>> ORIENTOVANÉ SNÍMKY A) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 3cm, σX 3cm, σPol 4.5cm, σH 5cm; kalibrace vypočtena.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.102	1122216.436	400.978	31	0.001	776869.116	1122216.424	400.988	-14	12	-10	14	28
	2	776869.128	1122216.412	401.011	27	0.002				11	-12	23		
	3	776869.112	1122216.423	400.959	32	0.002				-4	-1	-28		
	4	776869.122	1122216.424	400.987	31	0.001				6	0	0		
	5	776869.118	1122216.423	400.998	29	0.002				2	-1	10		
2	1	776869.135	1122216.451	399.775	24	0.002	776869.147	1122216.440	399.784	-12	11	-9	13	29
	2	776869.161	1122216.429	399.806	23	0.002				14	-12	22		
	3	776869.144	1122216.438	399.755	29	0.002				-2	-3	-29		
	4	776869.150	1122216.440	399.784	31	0.002				3	0	0		
	5	776869.146	1122216.439	399.795	28	0.002				-1	-1	11		
3	1	776864.342	1122213.540	401.198	49	0.001	776864.349	1122213.531	401.209	-7	9	-11	12	22
	2	776864.357	1122213.517	401.231	26	0.001				8	-14	22		
	3	776864.353	1122213.523	401.189	21	0.002				5	-8	-20		
	4	776864.355	1122213.530	401.206	34	0.002				6	-1	-3		
	5	776864.351	1122213.528	401.221	30	0.001				2	-3	12		
4	1	776864.486	1122213.306	398.824	20	0.001	776864.490	1122213.296	398.832	-4	11	-8	12	25
	2	776864.499	1122213.281	398.857	25	0.002				9	-15	25		
	3	776864.491	1122213.289	398.813	18	0.002				1	-7	-19		
	4	776864.495	1122213.295	398.830	37	0.001				5	-1	-2		
	5	776864.488	1122213.290	398.847	30	0.001				-2	-6	15		
5	1	776863.958	1122208.836	400.775	48	0.001	776863.961	1122208.824	400.786	-3	12	-11	12	23
	2	776863.972	1122208.809	400.808	36	0.001				11	-15	23		
	3	776863.957	1122208.821	400.771	41	0.001				-4	-4	-15		
	4	776863.971	1122208.826	400.787	43	0.001				10	2	2		
	5	776863.958	1122208.822	400.803	36	0.001				-3	-3	17		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.071	1122208.896	399.616	43	0.001	776864.073	1122208.884	399.626	-1	12	-10	13	26
	2	776864.082	1122208.870	399.652	35	0.001				10	-14	26		
	3	776864.066	1122208.881	399.611	35	0.001				-7	-3	-15		
	4	776864.081	1122208.884	399.625	38	0.002				9	0	-1		
	5	776864.073	1122208.878	399.644	34	0.001				1	-6	18		
7	1	776868.549	1122200.516	400.978	38	0.001	776868.550	1122200.501	400.985	-1	14	-7	13	24
	2	776868.557	1122200.487	401.009	30	0.002				7	-14	24		
	3	776868.551	1122200.495	400.964	30	0.001				2	-6	-22		
	4	776868.549	1122200.508	400.979	30	0.002				-1	7	-6		
	5	776868.546	1122200.492	401.005	28	0.001				-4	-9	20		
8	1	776868.175	1122201.136	399.857	33	0.002	776868.177	1122201.121	399.865	-2	15	-8	14	25
	2	776868.186	1122201.110	399.890	22	0.002				9	-11	25		
	3	776868.174	1122201.115	399.842	25	0.001				-3	-6	-23		
	4	776868.179	1122201.130	399.861	28	0.001				2	9	-4		
	5	776868.172	1122201.113	399.886	28	0.002				-5	-8	21		
9	1	776876.061	1122187.136	401.162	20	0.002	776876.077	1122187.118	401.162	-16	18	0	26	33
	2	776876.107	1122187.100	401.192	12	0.006				29	-18	29		
	3	776876.104	1122187.085	401.142	21	0.004				27	-33	-21		
	4	776875.891	1122187.167	401.143	2	0.091				<i>nezahrnuto (málo snímků)</i>				
	5	776876.082	1122187.095	401.192	19	0.007				5	-23	29		
10	1	776875.692	1122187.763	399.704	18	0.003	776875.705	1122187.733	399.698	-12	30	6	51	133
	2	776875.572	1122187.706	399.713	12	0.008				-133	-28	15		
	3	776875.740	1122187.711	399.678	24	0.003				35	-23	-20		
	4	776876.003	1122187.720	399.678	2	0.068				<i>nezahrnuto (málo snímků)</i>				
	5	776875.711	1122187.723	399.730	21	0.006				7	-10	32		
												σYXH_prům [mm]:	21	

10 m		>>>ORIENTOVANÉ SNÍMKY B) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 1cm, σX 1cm, σPol 1.3cm, σH 1.7cm; kalibrace vypočtena.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.108	1122216.429	400.965	31	0.002	776869.119	1122216.422	400.991	-11	7	-26	16	34
	2	776869.131	1122216.416	401.026	27	0.001				12	-7	34		
	3	776869.113	1122216.420	400.965	32	0.002				-6	-2	-27		
	4	776869.119	1122216.428	400.989	31	0.002				0	6	-3		
	5	776869.118	1122216.418	400.996	29	0.002				-1	-4	5		
2	1	776869.140	1122216.444	399.763	24	0.002	776869.149	1122216.438	399.787	-9	6	-25	16	32
	2	776869.166	1122216.432	399.819	23	0.002				16	-7	32		
	3	776869.146	1122216.434	399.760	29	0.002				-3	-4	-28		
	4	776869.147	1122216.446	399.786	31	0.002				-2	8	-1		
	5	776869.146	1122216.434	399.793	28	0.002				-3	-4	6		
3	1	776864.348	1122213.534	401.187	49	0.001	776864.351	1122213.529	401.203	-3	5	-16	14	37
	2	776864.353	1122213.519	401.241	26	0.001				3	-10	37		
	3	776864.353	1122213.521	401.192	21	0.002				2	-8	-11		
	4	776864.353	1122213.534	401.206	34	0.002				2	5	2		
	5	776864.353	1122213.525	401.219	30	0.001				2	-4	15		
4	1	776864.490	1122213.300	398.813	20	0.001	776864.492	1122213.294	398.830	-2	6	-17	14	36
	2	776864.497	1122213.283	398.866	25	0.002				5	-10	36		
	3	776864.491	1122213.286	398.816	18	0.002				-1	-7	-15		
	4	776864.493	1122213.300	398.830	37	0.001				1	6	0		
	5	776864.491	1122213.287	398.845	30	0.001				-1	-7	15		
5	1	776863.961	1122208.831	400.764	48	0.001	776863.962	1122208.823	400.783	-1	8	-19	14	35
	2	776863.972	1122208.808	400.818	36	0.001				9	-15	35		
	3	776863.956	1122208.818	400.774	41	0.001				-6	-5	-9		
	4	776863.971	1122208.830	400.785	43	0.001				9	7	2		
	5	776863.959	1122208.821	400.800	36	0.001				-4	-2	17		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.074	1122208.891	399.605	43	0.001	776864.073	1122208.883	399.620	1	8	-16	15	40
	2	776864.082	1122208.870	399.660	35	0.002				9	-13	40		
	3	776864.065	1122208.878	399.614	35	0.001				-8	-5	-7		
	4	776864.082	1122208.888	399.623	38	0.002				9	5	2		
	5	776864.074	1122208.878	399.642	34	0.001				1	-5	22		
7	1	776868.549	1122200.515	400.962	38	0.001	776868.550	1122200.500	400.980	-1	15	-18	17	38
	2	776868.560	1122200.479	401.018	30	0.002				10	-21	38		
	3	776868.547	1122200.492	400.962	30	0.002				-3	-8	-18		
	4	776868.550	1122200.512	400.976	30	0.002				0	12	-4		
	5	776868.548	1122200.492	401.000	28	0.002				-2	-8	20		
8	1	776868.176	1122201.134	399.842	33	0.002	776868.178	1122201.119	399.863	-2	15	-21	17	34
	2	776868.190	1122201.102	399.898	22	0.002				12	-18	34		
	3	776868.171	1122201.112	399.840	25	0.002				-7	-7	-23		
	4	776868.181	1122201.134	399.858	28	0.001				3	15	-6		
	5	776868.174	1122201.113	399.882	28	0.002				-4	-7	18		
9	1	776876.064	1122187.137	401.146	20	0.002	776876.071	1122187.119	401.155	-7	19	-9	29	61
	2	776876.092	1122187.081	401.216	12	0.006				21	-38	61		
	3	776876.081	1122187.094	401.141	21	0.004				9	-24	-13		
	4	nevypočteno			2	-				nezahrnuto				
	5	776876.065	1122187.108	401.179	19	0.007				-6	-11	24		
10	1	776875.694	1122187.763	399.689	18	0.003	776875.705	1122187.738	399.695	-11	25	-6	27	57
	2	776875.718	1122187.710	399.752	12	0.007				13	-28	57		
	3	776875.717	1122187.718	399.680	24	0.003				12	-19	-15		
	4	776875.945	1122187.727	399.680	2	0.085				nezahrnuto (málo snímků)				
	5	776875.697	1122187.734	399.720	21	0.006				-8	-3	25		
												σYXH_prům [mm]:	19	

10 m >>> ORIENTOVANÉ SNÍMKY C) <<<							tolerance kontrolních bodů: σ_Y 3cm, σ_X 3cm, σ_{Pol} 4.5cm, σ_H 5cm; kalibrace převzata.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σ_{YXH} [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.105	1122216.440	400.985	31	0.002	776869.113	1122216.431	400.987	-7	8	-2	8	16
	2	776869.121	1122216.422	401.003	27	0.002				8	-9	16		
	3	776869.114	1122216.429	400.978	32	0.001				1	-2	-9		
	4	776869.112	1122216.436	400.984	31	0.001				-1	5	-3		
	5	776869.113	1122216.426	400.991	29	0.002				0	-5	4		
2	1	776869.141	1122216.455	399.785	24	0.002	776869.144	1122216.447	399.786	-4	8	-2	8	17
	2	776869.155	1122216.438	399.803	23	0.002				10	-9	17		
	3	776869.148	1122216.443	399.778	29	0.001				3	-5	-9		
	4	776869.141	1122216.454	399.784	31	0.002				-4	7	-2		
	5	776869.140	1122216.443	399.792	28	0.002				-5	-4	6		
3	1	776864.333	1122213.542	401.199	49	0.001	776864.341	1122213.535	401.206	-8	7	-8	8	13
	2	776864.350	1122213.524	401.220	26	0.001				9	-11	13		
	3	776864.353	1122213.529	401.204	21	0.001				12	-6	-3		
	4	776864.337	1122213.540	401.203	34	0.001				-4	5	-4		
	5	776864.343	1122213.533	401.212	30	0.001				2	-3	6		
4	1	776864.480	1122213.307	398.832	20	0.001	776864.483	1122213.300	398.839	-3	8	-8	9	14
	2	776864.493	1122213.288	398.853	25	0.001				11	-12	14		
	3	776864.494	1122213.292	398.835	18	0.002				11	-8	-4		
	4	776864.477	1122213.305	398.835	37	0.001				-6	5	-5		
	5	776864.481	1122213.295	398.846	30	0.001				-2	-5	7		
5	1	776863.950	1122208.831	400.775	48	0.001	776863.952	1122208.827	400.786	-2	4	-11	7	13
	2	776863.961	1122208.814	400.796	36	0.001				9	-13	10		
	3	776863.953	1122208.827	400.787	41	0.001				1	0	1		
	4	776863.953	1122208.832	400.783	43	0.001				1	5	-3		
	5	776863.947	1122208.827	400.795	36	0.001				-5	0	9		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.065	1122208.891	399.619	43	0.001	776864.065	1122208.886	399.630	-1	5	-11	8	13
	2	776864.073	1122208.875	399.643	35	0.001				8	-11	13		
	3	776864.062	1122208.886	399.631	35	0.001				-3	1	2		
	4	776864.065	1122208.890	399.624	38	0.001				0	5	-6		
	5	776864.062	1122208.884	399.641	34	0.001				-3	-2	11		
7	1	776868.529	1122200.508	400.972	38	0.001	776868.534	1122200.502	400.986	-5	5	-14	9	14
	2	776868.547	1122200.489	400.997	30	0.002				13	-13	11		
	3	776868.535	1122200.507	400.990	30	0.001				1	5	4		
	4	776868.534	1122200.508	400.975	30	0.002				1	6	-11		
	5	776868.529	1122200.497	400.995	28	0.001				-5	-5	10		
8	1	776868.155	1122201.128	399.856	33	0.001	776868.163	1122201.123	399.870	-7	5	-13	10	14
	2	776868.177	1122201.113	399.882	22	0.001				14	-11	12		
	3	776868.160	1122201.127	399.873	25	0.002				-3	3	3		
	4	776868.165	1122201.131	399.860	28	0.001				2	7	-10		
	5	776868.155	1122201.117	399.882	28	0.002				-8	-6	12		
9	1	776876.047	1122187.124	401.145	20	0.002	776876.059	1122187.117	401.159	-11	7	-14	19	25
	2	776876.084	1122187.093	401.179	12	0.004				25	-24	20		
	3	776876.071	1122187.116	401.182	21	0.004				13	-1	24		
	4	776875.875	1122187.149	401.134	2	0.022				<i>nezahrnuto (málo snímků)</i>				
	5	776876.076	1122187.104	401.175	19	0.005				17	-12	17		
10	1	776875.677	1122187.752	399.693	18	0.003	776875.694	1122187.742	399.710	-17	10	-17	15	20
	2	776875.706	1122187.722	399.721	12	0.005				11	-20	11		
	3	776875.710	1122187.741	399.725	24	0.004				15	-1	16		
	4	776875.980	1122187.704	399.674	2	0.009				<i>nezahrnuto (málo snímků)</i>				
	5	776875.704	1122187.733	399.719	21	0.005				10	-9	10		
												σYXH_prům [mm]:	11	

15 m		>>> NEORIENTOVANÉ SNÍMKY <<<					snímky neorientovány, vychází se jen z měřených pozic kamery a její převzaté kalibrace.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.160	1122216.306	401.001	49	0.005	776869.156	1122216.344	400.984	3	-38	17	44	75
	2	776869.092	1122216.385	400.982	36	0.003				-64	41	-2		
	3	776869.204	1122216.303	400.990	43	0.006				47	-41	6		
	4	776869.216	1122216.323	400.952	32	0.005				60	-22	-31		
	5	776869.231	1122216.350	401.016	40	0.007				75	6	33		
2	1	776869.194	1122216.323	399.795	72	0.005	776869.197	1122216.357	399.779	-3	-34	16	42	73
	2	776869.124	1122216.402	399.783	35	0.004				-73	46	4		
	3	776869.236	1122216.318	399.784	36	0.007				39	-38	4		
	4	776869.246	1122216.345	399.744	34	0.005				49	-11	-35		
	5	776869.265	1122216.365	399.809	35	0.007				68	8	30		
3	1	776864.371	1122213.427	401.224	76	0.003	776864.390	1122213.435	401.217	-19	-8	8	98	247
	2	776864.345	1122213.494	401.212	40	0.005				-45	60	-4		
	3	776864.568	1122213.370	401.216	43	0.015				178	-65	-1		
	4	776864.461	1122213.398	401.170	38	0.007				71	-37	-47		
	5	776864.637	1122213.387	401.247	38	0.011				247	-47	31		
4	1	776864.513	1122213.193	398.851	71	0.003	776864.535	1122213.194	398.842	-22	-2	9	95	251
	2	776864.488	1122213.262	398.845	41	0.006				-47	68	3		
	3	776864.693	1122213.143	398.826	46	0.014				158	-52	-15		
	4	776864.605	1122213.164	398.791	35	0.006				70	-30	-51		
	5	776864.786	1122213.153	398.847	39	0.012				251	-42	5		
5	1	776863.931	1122208.718	400.796	49	0.003	776863.959	1122208.720	400.780	-28	-2	16	54	94
	2	776863.897	1122208.810	400.778	46	0.003				-62	90	-2		
	3	776863.993	1122208.666	400.785	41	0.005				34	-53	4		
	4	776864.014	1122208.668	400.744	50	0.004				55	-52	-36		
	5	776864.053	1122208.680	400.811	41	0.006				94	-40	31		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.040	1122208.780	399.638	69	0.003	776864.068	1122208.781	399.621	-29	-1	17	58	108
	2	776864.009	1122208.870	399.624	47	0.004				-59	89	2		
	3	776864.101	1122208.730	399.623	37	0.005				33	-52	2		
	4	776864.128	1122208.726	399.579	42	0.004				60	-55	-42		
	5	776864.177	1122208.730	399.646	43	0.006				108	-51	24		
7	1	776868.484	1122200.383	400.971	40	0.006	776868.511	1122200.340	400.973	-26	42	-2	181	436
	2	776868.075	1122200.495	400.971	30	0.018				-436	154	-2		
	3	776868.754	1122200.224	400.975	40	0.013				244	-116	2		
	4	776868.307	1122200.325	400.907	28	0.021				-203	-16	-66		
	5	776868.688	1122200.185	401.004	31	0.013				177	-156	31		
8	1	776868.127	1122201.002	399.855	34	0.008	776868.180	1122200.947	399.856	-53	55	-1	160	386
	2	776867.795	1122201.125	399.872	28	0.024				-386	178	15		
	3	776868.371	1122200.854	399.846	37	0.014				190	-94	-11		
	4	776868.007	1122200.938	399.803	29	0.025				-174	-10	-53		
	5	776868.342	1122200.817	399.879	34	0.013				162	-131	22		
										σYXH_prům [mm]:			104	

15 m		>>> ORIENTOVANÉ SNÍMKY A) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 3cm, σX 3cm, σPol 4.5cm, σH 5cm; kalibrace vypočtena.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.107	1122216.426	400.850	49	0.002	776869.098	1122216.435	400.873	9	-9	-23	35	59
	2	776869.055	1122216.407	400.814	36	0.002				-43	-29	-59		
	3	776869.108	1122216.456	400.916	43	0.002				10	21	43		
	4	776869.142	1122216.447	400.893	32	0.003				44	12	19		
	5	776869.106	1122216.457	400.922	40	0.002				8	21	49		
2	1	776869.133	1122216.449	399.646	72	0.002	776869.130	1122216.461	399.672	3	-12	-26	33	54
	2	776869.079	1122216.432	399.618	35	0.002				-51	-28	-54		
	3	776869.133	1122216.482	399.709	36	0.003				3	21	38		
	4	776869.165	1122216.473	399.687	34	0.002				35	12	15		
	5	776869.132	1122216.478	399.722	35	0.003				3	18	50		
3	1	776864.324	1122213.540	401.091	76	0.002	776864.325	1122213.555	401.115	-1	-15	-24	29	75
	2	776864.296	1122213.546	401.040	40	0.004				-29	-9	-75		
	3	776864.311	1122213.569	401.133	43	0.002				-14	14	18		
	4	776864.344	1122213.554	401.122	38	0.002				19	-1	7		
	5	776864.325	1122213.572	401.153	38	0.002				0	17	38		
4	1	776864.447	1122213.315	398.711	71	0.003	776864.446	1122213.332	398.740	0	-18	-28	29	67
	2	776864.411	1122213.328	398.673	41	0.005				-35	-4	-67		
	3	776864.435	1122213.348	398.754	46	0.003				-12	16	15		
	4	776864.469	1122213.329	398.745	35	0.003				23	-3	5		
	5	776864.448	1122213.345	398.779	39	0.003				1	13	39		
5	1	776863.949	1122208.833	400.653	49	0.001	776863.952	1122208.847	400.665	-4	-14	-12	33	68
	2	776863.910	1122208.877	400.596	46	0.003				-43	30	-68		
	3	776863.951	1122208.859	400.690	41	0.002				-2	12	26		
	4	776863.978	1122208.845	400.679	50	0.002				25	-2	15		
	5	776863.971	1122208.872	400.713	41	0.002				18	25	49		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.053	1122208.897	399.494	69	0.002	776864.060	1122208.917	399.513	-6	-20	-18	32	67
	2	776864.010	1122208.946	399.446	47	0.003				-49	28	-67		
	3	776864.057	1122208.926	399.533	37	0.003				-2	9	21		
	4	776864.086	1122208.909	399.521	42	0.003				26	-8	8		
	5	776864.081	1122208.936	399.557	43	0.002				22	18	44		
7	1	776868.552	1122200.518	400.764	40	0.006	776868.573	1122200.550	400.756	-21	-32	8	47	101
	2	776868.536	1122200.603	400.655	30	0.005				-37	53	-101		
	3	776868.567	1122200.540	400.794	40	0.006				-6	-10	38		
	4	776868.610	1122200.518	400.777	28	0.005				38	-32	21		
	5	776868.599	1122200.569	400.827	31	0.007				26	19	71		
8	1	776868.173	1122201.141	399.649	34	0.006	776868.183	1122201.183	399.643	-10	-42	6	47	93
	2	776868.151	1122201.226	399.550	28	0.004				-32	43	-93		
	3	776868.173	1122201.165	399.681	37	0.006				-10	-18	38		
	4	776868.225	1122201.143	399.665	29	0.006				42	-40	22		
	5	776868.213	1122201.194	399.724	34	0.005				30	11	80		
										σYXH_prům [mm]:			36	

15 m		>>>ORIENTOVANÉ SNÍMKY B) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 1cm, σX 1cm, σPol 1.3cm, σH 1.7cm; kalibrace vypočtena.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.112	1122216.442	400.841	49	0.002	776869.108	1122216.435	400.864	3	7	-23	33	60
	2	776869.075	1122216.416	400.805	36	0.002				-33	-19	-60		
	3	776869.108	1122216.432	400.920	43	0.002				-1	-3	55		
	4	776869.132	1122216.431	400.881	32	0.003				24	-4	17		
	5	776869.131	1122216.457	400.913	40	0.002				22	22	49		
2	1	776869.136	1122216.466	399.637	72	0.002	776869.136	1122216.459	399.662	0	7	-26	32	57
	2	776869.098	1122216.443	399.606	35	0.003				-38	-16	-57		
	3	776869.133	1122216.458	399.714	36	0.003				-3	-2	52		
	4	776869.155	1122216.456	399.676	34	0.002				19	-3	14		
	5	776869.157	1122216.478	399.711	35	0.003				21	18	49		
3	1	776864.333	1122213.550	401.083	76	0.002	776864.328	1122213.552	401.107	5	-2	-24	29	74
	2	776864.308	1122213.545	401.033	40	0.004				-21	-7	-74		
	3	776864.307	1122213.553	401.137	43	0.002				-21	2	31		
	4	776864.333	1122213.544	401.111	38	0.002				5	-7	5		
	5	776864.347	1122213.565	401.144	38	0.002				18	13	38		
4	1	776864.456	1122213.325	398.700	71	0.003	776864.451	1122213.328	398.731	6	-3	-30	29	71
	2	776864.422	1122213.328	398.660	41	0.005				-28	0	-71		
	3	776864.428	1122213.333	398.760	46	0.003				-22	4	29		
	4	776864.459	1122213.317	398.738	35	0.004				8	-11	7		
	5	776864.469	1122213.337	398.766	39	0.003				19	9	35		
5	1	776863.960	1122208.839	400.644	49	0.001	776863.959	1122208.845	400.654	1	-6	-10	32	66
	2	776863.926	1122208.863	400.587	46	0.002				-33	18	-66		
	3	776863.940	1122208.850	400.694	41	0.003				-19	5	40		
	4	776863.966	1122208.840	400.671	50	0.002				7	-5	17		
	5	776863.993	1122208.856	400.706	41	0.002				34	11	52		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.064	1122208.904	399.484	69	0.002	776864.066	1122208.912	399.500	-2	-9	-16	32	66
	2	776864.026	1122208.931	399.434	47	0.003				-40	19	-66		
	3	776864.048	1122208.915	399.538	37	0.003				-18	3	38		
	4	776864.073	1122208.904	399.514	42	0.003				7	-8	13		
	5	776864.103	1122208.920	399.547	43	0.002				37	8	46		
7	1	776868.579	1122200.511	400.755	40	0.006	776868.570	1122200.542	400.748	9	-32	7	41	91
	2	776868.537	1122200.567	400.657	30	0.004				-33	24	-91		
	3	776868.555	1122200.542	400.791	40	0.006				-16	0	43		
	4	776868.588	1122200.530	400.772	28	0.005				18	-12	25		
	5	776868.603	1122200.542	400.820	31	0.005				33	0	72		
8	1	776868.200	1122201.134	399.638	34	0.006	776868.184	1122201.169	399.633	17	-35	5	43	83
	2	776868.153	1122201.190	399.549	28	0.004				-31	20	-83		
	3	776868.160	1122201.166	399.681	37	0.007				-24	-3	48		
	4	776868.203	1122201.154	399.663	29	0.007				19	-16	30		
	5	776868.223	1122201.168	399.715	34	0.005				39	-2	83		
												σYXH_prům [mm]:	34	

15 m		>>> ORIENTOVANÉ SNÍMKY C) <<<					tolerance kontrolních bodů: σY 3cm, σX 3cm, σPol 4.5cm, σH 5cm; kalibrace převzata.							
bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky 3D	kvalita [m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
1	1	776869.079	1122216.512	400.746	49	0.003	776869.091	1122216.517	400.772	-12	-5	-27	42	107
	2	776869.084	1122216.502	400.710	36	0.002				-7	-14	-62		
	3	776869.066	1122216.550	400.762	43	0.003				-24	34	-10		
	4	776869.125	1122216.506	400.808	32	0.003				34	-11	36		
	5	776869.107	1122216.522	400.879	40	0.003				17	6	107		
2	1	776869.100	1122216.539	399.551	72	0.004	776869.115	1122216.541	399.583	-15	-2	-32	42	100
	2	776869.102	1122216.529	399.516	35	0.003				-13	-12	-67		
	3	776869.084	1122216.579	399.569	36	0.004				-31	38	-14		
	4	776869.146	1122216.532	399.610	34	0.003				31	-9	27		
	5	776869.132	1122216.545	399.683	35	0.004				17	4	100		
3	1	776864.310	1122213.616	400.990	76	0.002	776864.322	1122213.616	401.023	-12	-1	-34	38	86
	2	776864.317	1122213.612	400.962	40	0.002				-5	-4	-62		
	3	776864.295	1122213.655	400.993	43	0.003				-26	38	-30		
	4	776864.346	1122213.599	401.045	38	0.002				24	-17	21		
	5	776864.333	1122213.618	401.110	38	0.002				11	2	86		
4	1	776864.417	1122213.401	398.620	71	0.003	776864.431	1122213.398	398.648	-14	3	-28	38	89
	2	776864.418	1122213.398	398.596	41	0.002				-13	-1	-52		
	3	776864.403	1122213.439	398.625	46	0.004				-28	41	-23		
	4	776864.465	1122213.377	398.675	35	0.003				34	-21	27		
	5	776864.451	1122213.394	398.738	39	0.003				20	-4	89		
5	1	776863.964	1122208.908	400.536	49	0.001	776863.972	1122208.907	400.567	-7	0	-31	41	104
	2	776863.951	1122208.915	400.506	46	0.002				-21	7	-61		
	3	776863.967	1122208.944	400.548	41	0.002				-5	36	-19		
	4	776863.994	1122208.884	400.602	50	0.002				22	-23	35		
	5	776863.991	1122208.903	400.671	41	0.002				19	-4	104		

bod	průch.	Y [m]	X [m]	H [m]	snímky	3D kval.[m]	Y_prům [m]	X_prům [m]	H_prům [m]	dY [mm]	dX [mm]	dH [mm]	σYXH [mm]	max.odch Y/X/H
6	1	776864.066	1122208.976	399.381	69	0.002	776864.071	1122208.977	399.408	-5	-1	-27	42	107
	2	776864.047	1122208.985	399.353	47	0.002				-24	8	-55		
	3	776864.067	1122209.012	399.395	37	0.003				-4	35	-13		
	4	776864.098	1122208.950	399.446	42	0.003				26	-27	37		
	5	776864.100	1122208.969	399.515	43	0.002				28	-8	107		
7	1	776868.609	1122200.593	400.584	40	0.007	776868.631	1122200.597	400.631	-21	-5	-47	59	138
	2	776868.588	1122200.594	400.546	30	0.005				-43	-3	-86		
	3	776868.638	1122200.630	400.611	40	0.003				7	33	-20		
	4	776868.663	1122200.540	400.695	28	0.005				33	-58	63		
	5	776868.645	1122200.569	400.769	31	0.005				15	-28	138		
8	1	776868.219	1122201.220	399.475	34	0.008	776868.227	1122201.221	399.514	-8	-1	-39	61	151
	2	776868.192	1122201.225	399.442	28	0.004				-35	4	-72		
	3	776868.228	1122201.256	399.500	37	0.004				0	35	-14		
	4	776868.279	1122201.167	399.581	29	0.005				51	-54	68		
	5	776868.260	1122201.197	399.665	34	0.006				33	-23	151		
												σYXH_prům [mm]:	46	