

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Program GEODÉZIE A KARTOGRAFIE

Obor GEODÉZIE, KARTOGRAFIE A GEOINFORMATIKA



Diplomová práce

**Dům U Sixtů Kamzíkova č.p. 7 (Praha 1) –
Měřická dokumentace souborů portálů**

Vedoucí práce: **Ing. Jindřich Hodač, Ph.D.**

Katedra geomatiky

Květen 2023

Autor: Vojtěch Křížek

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: _____	Křížek _____	Jméno: <u>Vojtěch</u>	Osobní číslo: <u>478642</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra geomatiky - K155</u>			
Studijní program: <u>N0732A260020 - Geodézie a kartografie</u>			
Studijní obor/specializace: <u>36T0GKIG - Inženýrská geodézie</u>			

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Dům U Sixtů Kamzíkova č.p. 7 (Praha 1) - měřická dokumentace souboru portálů

Název diplomové práce anglicky: House U Sixtů Kamzíkova No. 7 (Prague 1) - metric documentation of a set of portals

Pokyny pro vypracování:

- ve spolupráci se zadavatelem provedte rekognoskaci zaměřovaného prostoru a definujte typ, parametry a rozsah výstupů projektu,
- navrhnete vhodné měřické metody a technologické postupy pro vytvoření definovaných výstupů,
- provedte měřické práce v zájmovém území v nezbytném rozsahu s důrazem na možnosti kontroly přesnosti,
- zpracujte pořízená data do podoby výstupů,
- shrňte dosažené výsledky a zhodnoťte jejich přesnost a vypovídací schopnost v kontextu dalšího využití zadavatelem

Seznam doporučené literatury:

JÁKL, Martin. Dům U Sixtů Kamzíkova 7 (Praha 1) - fotogrammetrická dokumentace vybrané části. diplomová práce; Praha: Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2019.

KŘÍŽEK, Vojtěch. Dům U Sixtů Kamzíkova 7 (Praha 1) - dílčí fotogrammetrická dokumentace. bakalářská práce; Praha: Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2021.

RAMEŠOVÁ, Michaela. Zpráva z výzkumu portálů huti Benedikta Rieda na Pražském hradě. In: Časopis Společnosti přátel starožitností, roč. 129, čís. 4/2021, str. 226-250, ISSN 1803-1382.

BREJCHA, Marcel et al. Metodika digitalizace, 3D dokumentace a 3D vizualizace jednotlivých typů památek. Ústí nad Labem: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ústí nad Labem, 2015.

VESELÝ, Jan. Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči. Praha: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze, 2014.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Jindřich Hodač, Ph.D.

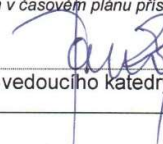
Datum zadání diplomové práce: 20. února 2023

Termín odevzdání DP v IS KOS: 22. května 2023

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku



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“.

23.2.2023

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá měřickou dokumentací souborů portálů v domu U Sixtů nacházející se v ulici Kamzíkova 7 (Praha 1). Cílem práce je seznámit se sběrem dat pro tvorbu 3D modelů a využit těchto modelů pro následnou dokumentaci v podobě ortofota v softwaru Agisoft Metashape. Práce bude porovnávat mnou vytvořená data s daty poskytnutými doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D. a Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D. Budova domu U Sixtů v době práce prochází rozsáhlou přestavbou v luxusní hotel a práce poslouží jako dokumentace historických portálů, opracování materiálů, které budou později rekonstruovány. Práce je po dohodě vyhotovována pro Územní odborné pracoviště Národního památkového ústavu v Praze.

Klíčová slova

Dům U Sixtů, gotika, portál, fotogrammetrie, ortofoto, 3D model, měřická dokumentace, Groma, Agisoft Metashape, video.

Abstrakt

This thesis contains measurement documentation of the complex of portals in U Sixtů house located in the Kamzíkova 7 street (Praha 1). Its goal is to introduce to the proces of collecting data required for construction of 3D models, which will be used to create documentation in the form of ortophoto using Agisoft Metashape software. Thesis will compare data collected by me with data provided by Doc. Ing. Michal Rykl, Ph.D. and Mgr. Michaela Ramešová, Ph.D.. The building of U Sixtů house is currently undergoing large reconstruction into a luxury hotel, so the thesis will be usefull for documentation of these historical portals, which will be destroyed by the reconstruction. Thesis is after an agreement made for Territorial specialist workplace of National heritage institute in Prague.

Key words

House U Sixtů, Gothic, portal, photogrammetry, ortophoto, 3D model, measurement documentation, Groma, Agisoft Metashape, video.

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Dům U Sixtů Kamzíkova č.p. 7 (Praha 1) -Měřická dokumentace souboru portálů, jsem vypracoval samostatně. Použité materiály a literaturu uvádím v seznamu zdrojů.

V Praze

.....
(podpis autora)

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Jindřichu Hodačovi Ph.D. za odborné vedení a poskytnutou pomoc při zpracování práce.

Poděkování patří i mojí kamarádce Petře Sedláčkové za asistenci při sběru dat v terénu.

Obsah

1. Úvod	8
2. Dům u Sixtů	9
2.1. Historie	10
2.2. Portál	10
2.2.1. Románské a gotické portály	11
2.3. Umístění portálů.....	11
2.3.1. Portál P104-102.....	12
2.3.2. Portál P106-108.....	12
2.3.3. Portál P107-106.....	13
2.3.4. Portál P117-110.....	13
2.3.5. Portál P25-26.....	14
2.3.6. Portál P28-27(A) a (B).....	14
2.3.7. Portál K19 malý gotický portálek.....	15
3. Rešerše	16
4. Metody	18
4.1. Geodetické metody	18
4.1.1. Prostorová polární metoda	18
4.1.2. Polygonový pořad.....	19
4.1.3. Oměrná metoda	19
4.2. Fotogrammetrie	20
4.2.1. Metoda obrazové korelace.....	20
4.3. Měřická dokumentace.....	23
5. Přístroje a softwary	25
5.1. Totální stanice a příslušenství	25
5.1.1. Leica TS06	25
5.1.2. Trimble M3	26
5.2. Fotoaparáty	27
5.2.1. Nikon D7100 a objektiv Sigma 17-50 mm	27
5.2.2. Nikon Z50.....	28
5.3. Softwary	29
5.3.1. Groma.....	29
5.3.2. FastStone Image Viewer.....	30
5.3.3. Agisoft Metashape	30
5.3.4. MicroStation.....	31

5.3.5.	CloudCompare	32
6.	Sběr dat a práce v terénu:	33
6.1.	Rekognoskace	33
6.2.	Práce v terénu	35
6.2.1.	Sběr dat pomocí video.....	36
6.2.2.	Geodetické měření	37
7.	Zpracování měření.....	39
7.1.	Geodetické zpracování	39
7.1.1.	Zpracování dat z totálních stanic.....	39
7.2.	Fotogrammetrické zpracování.....	41
7.2.1.	Zpracování snímků.....	42
7.2.2.	Založení projektu a tvorba řídkého mračna	44
7.2.3.	Husté mračno	48
7.2.4.	Plošný model	53
7.2.5.	Ortofoto.....	55
7.2.6.	Propojení modelů v CloudCompare	58
8.	Výstupy	60
8.1.	Výkresová dokumentace	60
8.2.	3D model	62
9.	Zhodnocení přesností.....	63
9.1.	Geodetické měření	63
9.2.	Přesnost výpočtu orientace fotogrammetrických projektů	65
9.3.	Přesnost ortofoto	65
9.3.1.	Použití videa pro tvorbu ortofota.....	69
9.3.2.	Profilace.....	74
10.	Závěr.....	76
	Reference	78
	Seznam obrázků	80
	Seznam tabulek	82
	Seznam příloh.....	86

1. Úvod

Cílem diplomové práce je pomocí měřické dokumentace zaznamenat soubor osmi portálů v komplexu Domu U Sixtů, který se nachází v blízkosti Staroměstského náměstí. Portály v budoucnu budou po rekonstrukci komplexu nadále prezentovány. Diplomová práce má pomoci s dokumentací historických stavebních prvků. Portály se převážně nachází v prvním a přízemním patře východní budovy B komplexu při vstupu z Kamzíkove ulice. Jeden z portálů se pak nachází na nádvoří objektu na budově C.

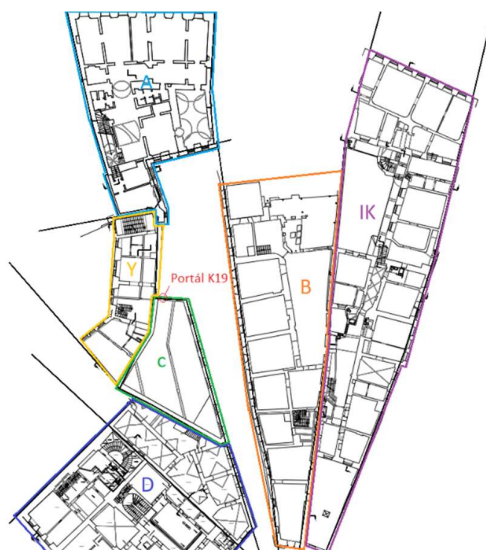
Dílčím cílem diplomové práce bylo provést rekognoskaci zájmové oblasti, definovat výstupy, dokumentace nálezových situací, sběr dat v terénu, zpracování měřených dat, vyhotovení 3D modelů, ortofot nálezových situací, zhodnocení přesnosti vytvořených modelů a vypovídající schopnost v kontextu dalšího využití zadavatele. Téma práce vzniklo ve spolupráci fakulty stavební ČVUT Katedry geomatiky pod vedením Ing. Jindřichem Hodačem a Národního památkového úřadu Ing. Arch Ladislava Bartoše. Dále na projektu spolupracují doc. Ing. Michael Rykl, Ph.D. a Mgr. Michaela Ramešová, Ph.D.

Práce se bude zabývat využitelností a kvalitou 3D modelů vytvořených pomocí softwaru Agisoft Metashape. U vybraných modelů bude vytvořeno celkové ortofoto v měřítku 1:10 a dílčí ortofoto v podobě srovnání profilu v měřítku 1:2 s dodanou dokumentací doc. Ing. Michaela Rykla, Ph.D. a Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D.

Objekt se v době práce a sběru dat nacházel ve stavu rozsáhlé rekonstrukce a přestavby. To dosti stěžovalo možnost sběru dat, kvalitu některých prací a práce jako taková bude vnímána jako záznam a dokumentace historických stavebních prvků nalezených v objektu.

2. Dům u Sixtů

Jedná se o komplex budov nacházející se u staroměstského náměstí v Praze 1. Komplex je ohraničen ulicemi Celetná, Kamzíkova a Železná. Většina portálů se nacházela v budově komplexu s adresou Kamzíkova 553/7, jeden portál se pak nacházel na budově s číslem popisným Kamzíkova 1094/5. Vstup objektu je dnes možný pouze přes turniket v ulici Kamzíkova nebo skrze kanceláře v téže ulici. Původní průchod se nacházel z ulice Celetná, ale v nynější době je uzavřen. V následujících odstavcích bude nastíněna historie objektu a lokalizace portálů v budovách.



Obr. 1 Označení objektů v komplexu,
Zdroj: NPU



Obr. 2 Umístění domu U Sixtů, Zdroj: (24)

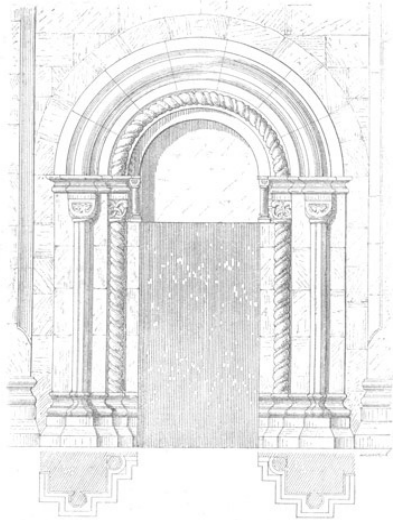
2.1. Historie

Nejstarší části komplexu pochází z 12. a 13. století a jsou stavěné v románském a gotickém slohu. Nejstarší dochovanou částí objektu jsou válené klenby ve sklepení komplexu. V roce 1523 přibýly přístavby ve stylu vrcholné gotiky. Na počátku 17.stol přibyla další křídla komplexu a budovy prošly okolo roku 1736 barokní přestavbou. Objekt byl na počátku 90.let minulého století opuštěn a mezi lety 1994 až 1996 proběhly první stavební práce na objektu, jež nenávratně zničily některé historické prvky budov. Následně byl opět objekt opuštěn a chátral. Do objektu zatékalo a stal se hnízdištěm holubů. V posledních letech se osud komplexu řešil několikrát a až v roce 2018 byla započata přestavba na hotelový komplex řetězce hotelů Ritz-Carlton.

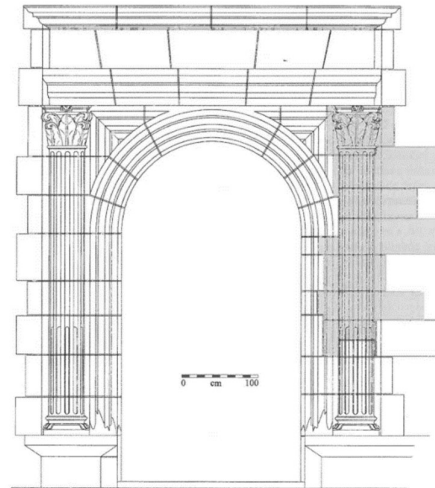
Prvním zaznamenaným majitelem objektu byl roku 1405 Albert Kamereř. V roce 1512 získává komplex Prokop Pikart, který komplex značně rozšířil a přestavěl. Roku 1561 objekt získává Sixt Rakovnický z Ottersdorfu směnou za jiný z jeho domů a po kterém pak nese komplex svůj nynější název. Dům byl rodině Sixtů po bitvě na Bílé hoře r.1620 zkonfiskován a za 5000 zlatých odkoupen rodinou Fabriciů, které připadl na základě císařského dekretu. Následně dům změnil ještě několikrát majitele, kdy každý nějak objekt upravoval a přestavoval. V roce 1802 byl během jedné z přestaveb vyhotoven plán objektu, který se do dnešních dnů dochoval a je uložen v městském archivu. Během momentální přestavby vznikají projekty pro zaznamenání objevených nálezových situací. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (1) (2) (3)

2.2. Portál

V práci se budeme věnovat dokumentaci souboru 8 portálů, které pochází především z gotického období. U portálů bude snaha zachytit jejich celkovou podobu a následně porovnat jejich profilaci s dodanými dokumentacemi od několika zdrojů. Též latinsky porta neboli brána. Jedná se o stavební zdobný prvek, který nemá zásadní statickou funkci, a má především psychicky zapůsobit na průchozího. „Má vytvořit prostorový dojem a vypovídat o movitosti jeho vlastníka“. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (4)



Obr. 3 Románský portál, Zdroj: (27)



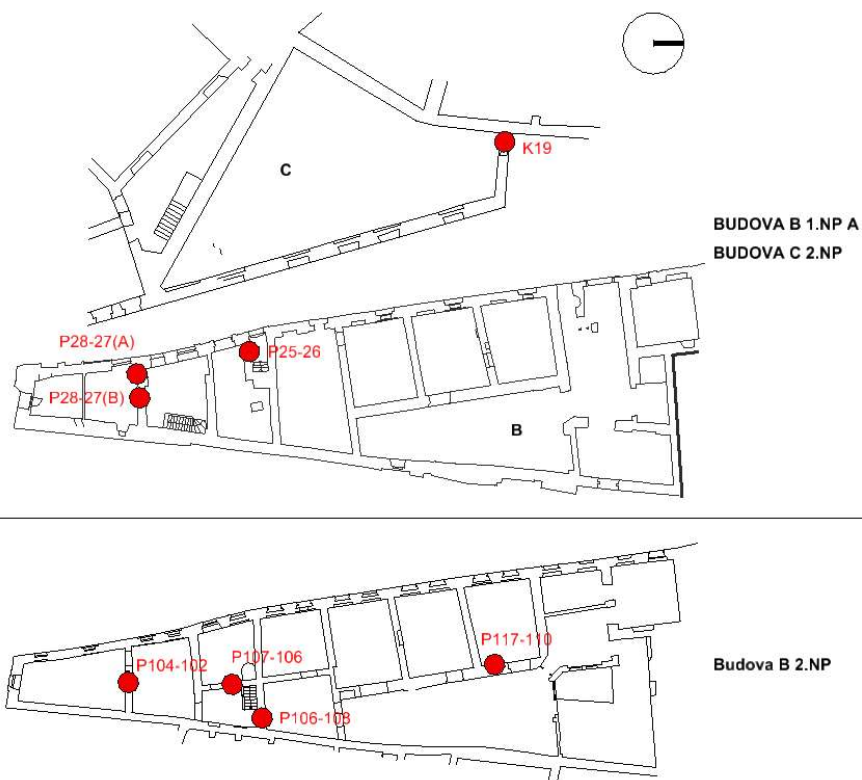
Obr. 4 Gotický portál, Zdroj: (7)

2.2.1. Románské a gotické portály

Jedná se o ústupkové (schodovité) typy portálů pozdější pak šikmo se rozevírající. Drobnější portály mohou být opatřeny překladem, častější však bývá u románského slohu půl-oválný oblouk, u gotického pak lomený oblouk. Portály často bývají zdobeny sochami a reliéfy. U větších staveb bývají portály zdobeny sochami svatých. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (4)

2.3. Umístění portálů

Dokumentované portály se nacházejí v 1. a 2. nadzemním podlaží objektu „B“ (Obr. 1) komplexu. Výjimkou je jeden portál nacházející se v budově „C“ ústící na nádvoří komplexu. Portály jsou označovány písmenem P a číslem dvou místností, které spojují podle výkresové dokumentace poskytnuté Ing. Arch. Bartošem (dvoumístné číslo označuje přízemí, trojmístné s číslem 1 na počátku pak první patro).



Obr. 5 Umístění portálů na poskytnuté dokumentace, Zdroj: Výkresová dokumentace poskytnutá Ing Arch. Bartoš

2.3.1. Portál P104-102

Jedná se o gotický portál nacházející se v první patře, ze kterého se k dnešku dochovala pouze větší polovina. Portál není již průchozí a je vyzděný. Nachází se v místnosti P104, kde bylo provizorně umístěno dřevěné bednění místo podlahy, která byla odstraněna a zůstala pouze odkrytá klenba. Portál měl ústít do místnosti P102. (Obr. 6)

2.3.2. Portál P106-108

Gotický portál nacházející se v prvním patře, který se dochoval z větší části a je průchozí. V místnosti P106 se nachází u vyústění schodů z přízemí a schodů do druhého patra budovy. Ústí do místnosti P108, kde se nyní nachází výtahová šachta a místo podlahy je místnost vybavena dřevěným lešením. (Obr. 7)



Obr. 6 Portál P104-102 zdroj: Ing. Jindřich Hodač



Obr. 7 Portál P106-108 zdroj: Ing. Jindřich Hodač

2.3.3. Portál P107-106

Gotický portál nacházející se v místnosti P107 v prvním patře, která je opět bez podlahy a není opatřena dřevěným lešením, tedy podlahu nahrazuje klenba. Portál měl ústít do místnosti P106, nyní je zazděn a z cihel je v něm udělán výklenek. Portál se dochoval z poloviny. (Obr.8)

2.3.4. Portál P117-110

Jedná se gotický zazděný portál v prvním patře, nacházející se v místnosti P117 a původně ústil do místnosti P110. K dnešku je portál dochován z 1/3 a je zazděn. V místnosti nenachází podlahu a chodí se po odkryté klenbě. (Obr.9)



Obr. 8 Portál P107-106 zdroj: Ing. Jindřich Hodač



Obr. 9 Portál P117-110 zdroj: Ing. Jindřich Hodač

2.3.5. Portál P25-26

Gotický portál nacházející se v přízemní místnosti P25, kde se nacházejí schody do prvního nadzemního patra a ústí do místnosti P26. Místnosti se nacházejí v přízemí budovy B. Portál postrádá výraznější výzdobu. (Obr.10)

2.3.6. Portál P28-27(A) a (B)

Portály se nachází v přízemním prostoru místností P28 a P27 přízemí v budově B, jedná se o gotické portály, kdy z portálu A zbývá polovina a byl lehce ze stěny vytesán. Portál B je plně průchozí a jeho stav je z větší části kompletní. Místnost P28 se momentálně nachází bez podlahy a k portálům bylo namontováno provizorní lešení, v místnosti P27 se nachází schodiště do podsklepené části budovy. (Obr.11)



Obr. 10 Portál P25-26 zdroj: Ing. Jindřich Hodač



Obr. 11 Vlevo portál P28-27(A), vpravo portál P28-27(B) zdroj: Ing. Jindřich Hodač

2.3.7. Portál K19 malý gotický portálek

Jedná se o malý gotický portálek v prvním patře budovy C, ústící na nádvoří komplexu směrem k budově B. Portál se dochoval z poloviny a nyní je vypodložen traverzami. K portálu byl přístup po lešení z nádvoří. (Obr.12)



Obr. 12 Portálek K19 zdroj: Ing. Jindřich Hodač

3. Rešerše

V rámci diplomové práce proběhl průzkum v oblasti publikací zabývajících se historickou dokumentací. Pro výběr použitých metod byla použito doporučené publikace Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči (5) a Metodika digitalizace, 3D dokumentace a 3D vizualizace jednotlivých typů památek (6). Obě tyto práce jsou publikacemi Státního památkového ústavu, který je i zadavatelem zadání práce. O výběr použitých softwarů jsem se opíral o svojí Bakalářskou práci Dům U Sixtů Kamzíkova 7 (Praha 1) – Měřická dokumentace vybrané části (2) a dále jako inspirace posloužily práce Diplomová práce Dům U Sixtů Kamzíkova 7 (PRAHA 1) - Fotogrammetrická dokumentace vybrané části Ing. Martina Jákla (1) a Diplomová práce Dům U Sixtů Kamzíkova 7 (PRAHA 1) – Měřická dokumentace bývalé černé kuchyně a souvisejících prostor Ing. Lucie Hnilicové (3). Obě tyto práce se zabývají podobným tématem dokumentace historických objektů. Pro problematiku dokumentace portálů a jejich profilace jsem využil práce Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D. v Časopise Společnosti přátel starožitností zabývajících se dokumentací portálů huti Benedikta Rieda na Pražském hradě (7). Pro srovnávací část práce mých výsledků s již vyhotovenou dokumentací byly poskytnuty pořízené dokumentace portálů a jejich profilací doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D. a Mgr. Michaelou Ramešovou, Ph.D.

Na základě výše zmíněných prací zabývajících se historickou dokumentací bylo přistoupeno ke zpracování zadání práce pomocí fotogrammetrické metody IBMR. Pouze geodetické zaměření portálu by bylo příliš zdlouhavé a nákladné a nemuselo by dosáhnout požadovaných výsledků. Jako použitelnou metodou by se jevilo 3D skenování, o které se i u vybraného portálu P106-108 uvažovalo po naskytnutých problémech s propojením modelů, ale pro malou zkušenost s touto metodou bylo od ní upuštěno ve prospěch mnou již použité metody IBMR v Bakalářské práci (2). Jako doplněk ke sběru dat se nabídlo využití metody videa pro jinak nepřístupný portál K19 a snímání z monopodu, které nám bylo představeno Mgr. Michaelou Ramešovou, Ph.D. během rekognoskace a jevilo se jako využitelné pro lepší snímání těžko přístupných detailů, kde by jinak muselo být využito snímání ze schůdků nebo žebříku.

Pro geodetické měření bylo rozhodnuto pouze jako o způsobu zaměření vlíčovacích bodů a výškového připojení jednotlivých portálů do BPV. U nepřístupného portálu K19, kde kvůli

lešení nepřipadalo úvahu. nebo by bylo těžce proveditelné připojení portálu do výškové sítě, připadá v úvahu využití oměrných měř z přiložených měřítek. Dále se jeví jako možné využití oměrných měř u detailů portálů, kde by byly přiloženy měřítko možnou kontrolu přesnosti ortofota.

Pro porovnávací část výsledků, je výše zmíněno, že byla poskytnuta dokumentace doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D. a Mgr. Michaelou Ramešovou, Ph.D. doc. Ing. Michal Rykl, Ph.D. poskytnul k porovnání práce svých studentů, (portály: P104-102, P108-106, P117-110 a P25-26). V pracích jsem našel profilace portálů a u některých prací byly přiloženy nákresy portálu v měřítkách, dále vyhotoveny na milimetrový papír, nebo se jednalo přímo o vektorovou kresbu. Tyto nákresy a kresby bylo možno použít pro porovnání s ortofoty. Dále se nacházela ve vlastnictví doc. Ing. Michala Rykla, Ph.D. i nálezoá zpráva vyhotovená J. J. Outratou v roce 1995, která mi pro potřeby práce byla také poskytnuta. Zde se nacházeli profilace některých portálů a jejich náčrty, kterými se zabývá i má práce (Portály P104-102, P117-110 a K19). Tyto náčrty však málokdy obsahovali měřítko, nebo byly načrtnuty pouze od ruky. Dále od kolegyně Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D. byla poskytnuta profilace 4 portálů (Portály P104-102, P106-108, P107-106 a P117-110), kterou vyhotovila během rekognoskačních prací.

Na základě těchto podkladů bude možnost porovnat u portálů P104-102 a P117-110 výsledky všech tří autorů s výsledky mé práce. Pro portály P28-27(A) a (B) nebyly nalezeny žádné použitelné podklady, se kterými by bylo možné mé výsledky srovnat. Pro portál K19 se v dokumentaci J. J. Outraty povedlo nalézt pouze náčrt portálu bez jasných rozměrů a měřítko, přesto bude použit alespoň pro přibližné srovnání.

4. Metody

Pro kvalitní výstup v podobě modelu a zpracování měřické dokumentace je potřeba zvolit i správné metody pro sběr dat. Dokumentace může posloužit v budoucnu, pokud stavební prvky nebo stavba zanikne, pro renovační práce a rekonstrukci. Typ použitých metod se odvíjí od úkolů dokumentace od zadavatele a je i potřeba vědět, co zadavatel od dokumentace přesně očekává. Při zpracovávání této práce bylo použito fotogrammetrické metody IBMR (metoda obrazové korelace) a to ve dvou variantách, kdy byly pořízeny snímky pomocí dvou fotoaparátů a snímků získaných pomocí videa. Pro přesnost výsledných modelů pak bylo využito geodetické polární metody vedené polygonovým pořadem pro zaměření vlíčovacích značek na portálech a dále různých měřítek bylo využito pro kontrolu detailních míst portálů a jejich přesnosti. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (5)

4.1. Geodetické metody

Geodetické metody posloužily k zaměření vlíčovacích bodů a k výškovému připojení portálů na vágrysy stavby. Na začátku měření je potřeba rozmyslet použití geodetických metod na daném místě a jak s nimi bude možno pracovat a zda bude možno dosáhnout požadovaných přesností. V objektu, kde se nyní provádí rekonstrukce a měření, se měření provádělo po dřevěném lešení, které není stabilním podkladem pro měřicí pomůcky a dosažení přesností sestává pro měřiče výzvou. V tomto případě byly použity jednoduché geodetické metody a to prostorová polární metoda, polygonový pořad a oměrné míry, kdy v každém patře zvlášť proběhlo výškové připojení polygonu do výškové sítě. K propojení obou polygonů nedošlo.

4.1.1. Prostorová polární metoda

Jedná se dnes o hojně používanou metodu, kdy polární metoda, která využívá dvou rozměrných souřadnic a pro výpočet souřadnic slouží vodorovná délka a vodorovný úhel, je doplněna o třetí rozměr a to o výšku, kterou získáváme měřením zenitového úhlu. V dnešní době již toto měření zvládají všechny totální měřické stanice. Měřením zenitového úhlu pak odpadá potřeba měřit vodorovnou délku. Měřené parametry jsou ukládány do zápisníku ve vnitřní paměti totální stanice. Při známých souřadnicích stanoviště a známém směru na známou orientaci, jsme pak schopni určit souřadnice další pevných nebo podrobných bodů

pomocí levostranných úhlů vypočtených mezi směry na měřené body a vodorovné vzdálenosti. Vzdálenost se měří pomocí laserového dálkoměru na odrazný hranol nebo odrazem paprsku přímo od povrchu objektu. Většina přístrojů dnes měří jak vodorovnou, tak šikmou délku a je možno mezi nimi přepínat dle potřeby. V tomto odstavci bylo čerpáno z:

(1) (2) (3) (8)

4.1.2. Polygonový pořad

Metoda, kdy několik stanovisek, na kterých stojíme, je kromě prvního postavení určeno rajonem z předešlého stanoviska. Je potřeba vždy na stanovisku měřit orientaci vzad na původní stanovisko a vpřed na nové.

Rozlišujeme několik typů pořadů:

*Volný polygonový pořad (Orientace na známý bod pouze na počátku)

*Oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad (známe souřadnice prvního a koncového stanoviska a jedné orientace)

*Oboustranně připojený a orientovaný pořad (známe souřadnice počátečního i koncového stanoviska a máme orientace na obou stranách pořadu)

*Vetknutý polygonový pořad (provádí se mezi dvěma známými body, které slouží jako stanoviska).

V našem případě byl použit volný polygonový pořad, kdy byl počátek vložen mezi první dvě stanoviska. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (8)

4.1.3. Oměrná metoda

Využití měřených vzdáleností přímo na objektu mezi charakteristickými body. Míry je potřeba různě uzpůsobit, aby se podchytily všechny rozměry objektu. Při nepravidelných objektech je vhodné využít křížových měř, tedy míry po diagonále. Metoda je dosti nepřesná a časově náročná a je vhodnější pro menší objekty. Jako měřické pomůcky se dá použít např. pásmo, skládací dvoumetr, lať nebo laserový dálkoměr. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (3)

(5)

4.2. Fotogrammetrie

Fotogrammetrie a její metody slouží k získávání informací o rozměrech objektů pomocí snímků. Ve většině případů i barvu snímaného objektu. Jedná se o velmi rychlý sběr dat v terénu a v některých případech i podrobnější než geodetické metody, ovšem kancelářské zpracování pak může být velice zdlouhavé. Rozlišujeme jednosnímkovou a vícesnímkovou metodu. Jednosnímková metoda je jednoduchá a využívá se pro rovinné objekty. Je u ní potřeba znát parametry kamery a její distorze objektivu. Vícesnímková metoda se pak dělí na stereofotogrammetrii (3D vjem pomocí překrytu dvou sdružených snímků), průsekovou fotogrammetrii a v této práci využitou metodu obrazové korelace (IBMR). Výstupem z těchto metod může být tzv. ortofoto nebo fotoplán (pravoúhlý průmět snímku do roviny) vzniklé z pořízených snímků. Vícesnímkových metod je využíváno jak pro leteckou, tak pro pozemní fotogrammetrii. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (3) (5)

4.2.1. Metoda obrazové korelace

Metoda obrazové korelace (anglicky Image – Based Modeling and Rendering, zkráceně IBMR) je v dnešní době jedna z nejvyužívanějších metod pozemní fotogrammetrie. Pracuje na principu získávání 3D mračna bodů ze série dvou a více pořízených snímků. (Obr. 13) Pro lepší podchycení objektu je potřeba objekt snímat ve více sériích s konvergentní osou záběru. Snímky se zpracovávají pak všechny naráz nebo po dvojicích. Výsledné výstupy pak lze spojit v závislosti na použitém softwaru. Relativně novým trendem je použití pořízeného videa jako zdroje snímků, tyto videa však mají nevýhodu v obrazové kvalitě snímků. Výstupem z této metody není jen husté mračno bodů (Obr. 14), ale i plošný 3D model objektu nebo ortofoto. Celkově je metoda méně nákladná nežli 3D skenování. Jako vybavení postačí teoreticky jakýkoliv fotoaparát (od toho se pak odvíjí kvalita snímků a i výsledná kvalita modelu) a vhodně zvolené vlíčovací značky a doplňkové metody, kterými jsou oměrné míry, případně zaměření vlíčovacích značek pomocí geodetických metod a vhodný software pro zpracování dat. Metoda se používá u složitějších skulptur, u kterých by klasické geodetické metody zabraly příliš mnoho času, nebo by bylo jejich provedení náročné. Všeobecně i tam, kde chceme získat velice detailní model. Sběr dat v terénu je velice rychlý, ovšem zpracování dat pak může být časově náročné a složitější než u laserového skenování.

V tomto odstavci bylo čerpáno z: (3) (6)



Obr. 13 Řídké mračno u portálu P28-27(B)



Obr. 14 Husté mračno u portálu P28-27(B)

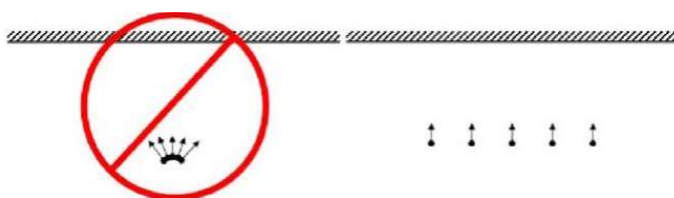
4.2.1.1. *Vhodné kamery a volby parametrů*

Nejčastěji jsou voleny digitální komory (digitální kalibrovaný fotoaparát) nebo kvalitní fotoaparáty s možností kalibrace pomocí softwarů. Pro fotogrammetrické práce nejsou vhodné fotoaparáty s objektivy typu rybí oko nebo širokoúhlé objektivy. Jako nejvhodnější se jeví používat objektivy s konstantou komory okolo 50 mm a pevnou neměnitelnou konstantou komory. Nutno poznamenat, že má-li objektiv zoom je jej potřeba uzamknout na nejvhodnější největší zvětšení/zmenšení a po celou dobu snímání neměnit, tomu se však v rámci projektu nemusí dát vyhnout, pak je důležité, aby od různých zvětšení byl dostatečný počet snímků. V úvahu připadá i nastavení expozičního času a režimu, aby bylo možno volit z několika možností: automatická (P), clonová automatika (S), časová automatika (A), též jako prioritní clony, která byla mnou využita a manuální expoziční režim (M). Režim priority clony zachovává hloubku ostrosti pro pozadí i popředí a při snímání se nastaví automaticky čas závěrky pro dosažení nejlepší expozice. Expoziční čas pak u snímání z ruky je vhodné udržet nad 1/50 sek a více. Příliš přexponované nebo podexponované snímky se pak musí

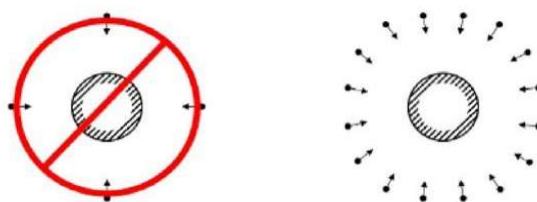
manuálně upravovat v postprocesingu, aby z nich vyšla vypovídající hodnota. Clona reguluje množství světla, které dopadá na snímač a také ovlivňuje ostrost snímku. Při snímání je pak vhodné využít clony čísel mezi 8-11. Citlivost, která je u fotoaparátu skryta pod zkratkou ISO, pak ovlivňuje zrnitost a šum snímků. Tu je potřeba volit maximálně na hodnotu 800 až 1000. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (1) (2) (3)

4.2.1.2. Snímání objektu

Při snímání objektu je potřeba dodržovat i určitá pravidla. Je potřeba udržovat překryt snímků okolo 60 %, aby došlo ke správnému zarovnání snímků a správnému napojení přes identické body. Je nutno udržovat osy záběru rovnoběžně k snímané ploše. U vyhotovování 3D modelů je potřeba, aby se všechny osy záběrů protínali uprostřed snímaného objektu. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (1) (2) (3) (6)



Obr. 15 Doporučený postup snímání rovných ploch, Zdroj: (6)



Obr. 16 Doporučený postup snímání prostorových objektů, Zdroj: (6)

4.3. Měřická dokumentace

Pozornost bychom měli věnovat i volbě podrobnosti dokumentace, která musí odpovídat významnosti daného objektu, účelu dokumentace a také dle toho, pro koho je vyhotovována. Velmi podrobná a přesná měřická dokumentace je velice časově náročná a tím pádem i nákladná. Práce prováděné v terénu by měli umožňovat zhotovení výstupu o jeden stupeň podrobnější, než bylo cílem zadání. To však není vždy realizovatelné. Každá práce, stavba, či objekt vyžaduje poněkud odlišný přístup a výsledky vždy nemusí přesně zapadat do předem vytyčených kategorií. Druhy zpracování dokumentace lze dělit do 4 základních kategorií.

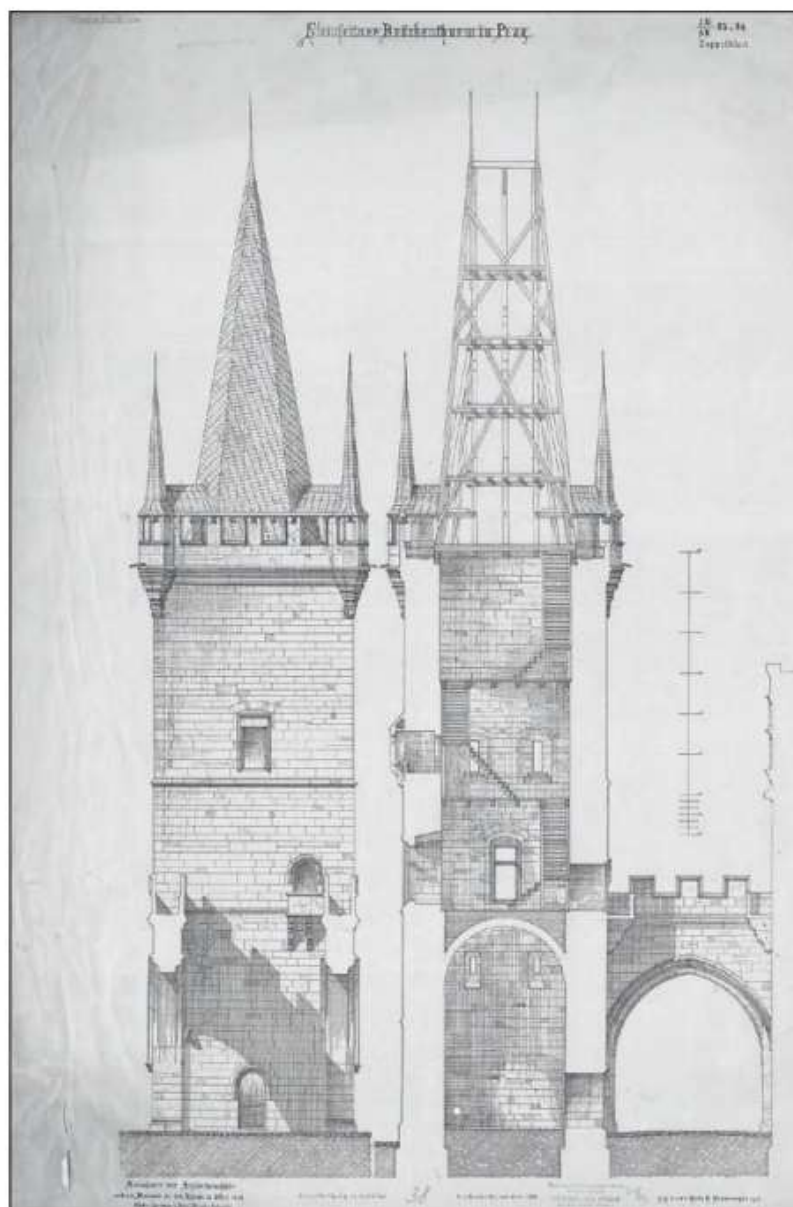
Orientační dokumentace: Výsledná dokumentace s nejnižší vypovídající hodnotou. Náklady na ní vyvinuté jsou však minimální. Její pořizování není závislé na kvalifikovanosti jedince, který jí vyhotovuje. Nejčastěji se jedná o náčrt bez měřítko a se zachováním proporčních vztahů. Do této kategorie spadají i plánovací dokumentace vyhotovovány v měřítkách 1:200 až 1:100.

Základní dokumentace: Kategorie, která odpovídá požadavkům plánové dokumentace, normám ČSN a zákonu. Provádět by ji měla kvalifikovaná osoba za použití jednoduchých geodetických metod. Řadí se sem vyhotovované výsledky v měřítkách 1:100 až 1:50. Do této kategorie již spadají veškeré plánové dokumentace vytvářené pomocí volně dostupných softwarů.

Podrobná dokumentace: Dokumentace se již zakládá na přesných geodetických podkladech. Je vyžadována poměrně velká přesnost v rozměrech a poloze. Vypracovávat by ji již měl profesionál s potřebným vybavením. Vyhotovuje se v měřítku minimálně 1:50. Považuje se za dostatečnou dokumentaci pro průzkumné i projektové práce. Této dokumentaci odpovídá použití geodetické polární metody, fotogrammetrie a 3D skenování.

Tvarově věrná dokumentace: Nejpodrobnější dokumentace vyhotovována nejčastěji v měřítkách 1:20 a stále častěji je používán i jako výstup 3D model. Krom předešlých požadavků na polohu a přesnost zachycuje skutečný tvar objektu a jejich detailů. Bonusem je pak barevná informace o objektu. Jsou ideální pro restaurátorské záměry a vědecké činnosti.

V tomto odstavci bylo čerpáno z: (5)



Obr. 17 Měřická dokumentace, Zdroj: (5)

5. Přístroje a softwary

Pro práce bylo využito vybavení zapůjčené Katedrou geomatiky K155 a Katedrou speciální geodezie K154 Fakulty stavební ČVUT v Praze.

5.1. Totální stanice a příslušenství

K měření vlíčovacích bodů bylo využito dvou totálních stanic a to Leica TS06 ve druhém patře budovy B a totální stanice Trimble M3 v prvním patře budovy B. Důvod použití dvou totálních stanic je rozdělení měření do dvou etap a nedostupnosti první totální stanice pro druhou etapu měření. Měřeno bylo bezodrazově na vlíčovací body, případně odrazný štítek a při měření polygonu na minihranol Leica s konstantou -17,5 mm. U portálu K19 na budově C bylo využito skládacího metru a nivelační latě. U detailů bylo na některých portálech využito kriminalistických měřitek, které se vyznačují tím, že jsou k nim známy kalibrační parametry, díky kterým známe jejich přesnost na desetinu milimetru. (Obr. 28)

5.1.1. Leica TS06

Totální stanice od švýcarské společnosti Leica Geosystem. Stanice je poměrně těžká a měří s úhlovou přesností 0.6 mgon a délkovou 1.5 mm+2 ppm při použití odrazného hranolu a nastavení měření standart. Při měření bezodrazovým měřením je přesnost zhoršena na 2,0



Obr. 18 Totální stanice Leica TS06, Zdroj: (9)

mm + 2 ppm, přesnost se odvíjí i od nastavení měření. Dosah totální stanice je až 3500 m při použití hranolu a při měření na odrazovou folii pak 250 m. Dalekohled má 30x násobné zvětšení. Kompenzátor přístroje je dvouosý s přesností 0.5" do 1.5". Velikost stopy laseru je na 30 m 7 mm. Doporučovaná pracovní vzdálenost je 5 - 150 m. Totální stanice byla využita v první etapě měření v prvním nadzemním podlaží. U této kapitoly bylo čerpáno z: (9) (10)

5.1.2. Trimble M3

Malá lehká kompaktní totální stanice od společnosti Trimble. Přístroj umožňuje bezhranolové měření do vzdálenosti 300 m. Společnost nabízí různé přesnosti přístrojů. V našem případě byla použita totální stanice s přesností 5 mgon a délkovou přesností 3,0 mm + 2ppm na všechny typy cílů. Totální stanice má tedy horší parametry než v 2.NP použitá Leica, naproti tomu v 1.NP nebyly tolik stíženy podmínky měření podlahou tvořenou prkenným lešením. Zvětšení dalekohledu je stejné jako u přístroje Leica 30x. Stroj splňuje podmínky pro práci v katastru nemovitostí. Tato totální stanice byla využita během druhé etapy měření v přízemí budovy B. (viz. Obr. 1) U této kapitoly bylo čerpáno z: (11) (12)



Obr. 19 Totální stanice Trimble M3, Zdroj: (12)

5.2. Fotoaparáty

Pro fotogrammetrické práce byly zvoleny fotoaparáty Nikon D7100 s objektivem Sigma 17-50 mm a pro snímání z monopodu a pořizování videa pak fotoaparát Nikon Z50. Oba zmiňované fotoaparáty byly využity při obou etapách měření.

5.2.1. Nikon D7100 a objektiv Sigma 17-50 mm

Fotoaparát Nikon D7100 je poloprofesionální digitální zrcadlovka s lehkým a odolným tělem. Disponuje obrazovým snímačem typu CMOS o formátu DX s 24,1 miliony pixelů a fotografickými režimy P, S, A, M. ISO citlivost se pohybuje od 100 do 6400. Při focení lze využít náhledu na displeji či pozorovat snímáný objekt pomocí hledáčku. Fotoaparát využívá 51 zaostřovacích polí a díky 15 snímačům křížového typu umožňuje přesné automatické zaostření. Rozlišení snímků je 6000 x 4000 pixelů. Tělo fotoaparátu je vyrobeno z hořčíkové slitiny, která dodává fotoaparátu odolnost. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (13) (14)



Obr. 20 Fotoaparát Nikon D7100, Zdroj: (13)

Na zrcadlovce byl použit objektiv Sigma 17-50 mm F2.8 EX DC OS HSM. Jedná se o objektiv určený pro fotoaparáty značky Nikon. Objektiv je vybaven optickým stabilizátorem a vysokým světelným výstupem, který je způsoben rychlostí závěrky. Fotoaparát se hodí pro focení krajin, skupinových fotografií, či architektury. Rozsah konstanty kamery je od 17 do 50 mm a minimální vzdálenost pro zaostření je 28 cm. Rozsah clony je od f/2.8 do f/22. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (15)



*Obr. 21 Objektiv Sigma 17-50 mm F2.8 EX
DC OS HSM, Zdroj: (15)*

5.2.2. Nikon Z50

Malý, kompaktní a lehký fotoaparát značky Nikon s rozlišením snímače typu CMOS 20,9 Mpx. Maximální rozlišení snímků je pak 5568 x 3712 pixelů. Fotoaparát je bezzrcadlovka s vysokou rychlostí. Má výklopný a otočný dotykový displej. Umožňuje natáčet video ve formátu 4K s frekvencí 30p. ISO citlivost fotoaparátu se pohybuje od 100 do 51 200. K fotoaparátu je možné si do svého mobilního telefonu stáhnout aplikaci SnapBridge a fotoaparát ovládat z mobilního telefonu, což bylo využito pro snímání z monopodu. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (16)



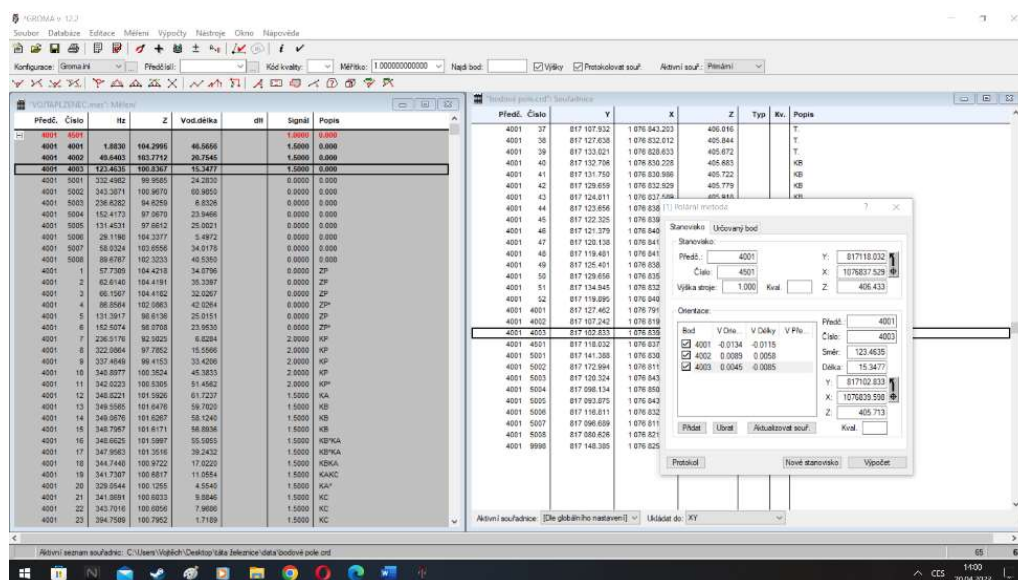
Obr. 22 Fotoaparát Nikon Z50, Zdroj: (16)

5.3. Software

Pořízené měření a snímky bylo následně potřeba zpracovat. Ke zpracování měření z totálních stanic bylo využito geodetického programu Groma. Horší snímky pak byly nejdříve upraveny pomocí softwaru FastStone Image Viewer a následně zpracovány v softwaru Agisoft Metashape, kde byly vytvořeny 3D modely a ortofota. Software CloudCompare pak posloužil pro řezu modely a spojení modelů. Nakonec byl pro výsledné výkresy v měřítkách 1:10 použit software MicroStation.

5.3.1. Groma

Český geodetický software Groma od společnosti Geoline, spol. s r.o. slouží k výpočtům geodetických úloh a zpracování souborů dat. Zpracuje a vypočte zápisníky měření, vytváří seznamy souřadnic a veškeré výpočty ukládá do protokolů. U výpočtu umožňuje i náhled na jednoduchou kontrolní kresbu. Systém je nabízen jak v plné, tak demonstrační verzi, ta je omezena na výpočet pouze 50 podrobných bodů. Pro naše výpočty postačovala demonstrační verze softwaru. Software byl využit pro zpracování geodetických měření pořízených v obou etapách. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (17)



Obr. 23 Prostředí softwaru Groma v12.2

5.3.2. FastStone Image Viewer

Program sloužící pro prohlížení a úpravu snímků. (tzv. postprocessing) U snímků si můžete upravit jejich světlost, stíny, kontrast či ostrost. Software vyvíjí společnost FastStone soft a podporuje různé formáty jako BMP, JPEG, JPEG2000, GIF, RAW a další. Software je nabízen zcela bez poplatků. Program byl využit pro úpravu světlosti většího počtu snímků a to především v prvním patře. Softwaru FastStone Image Viewer bylo využito pro postprocessing pořízených snímků. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (18)

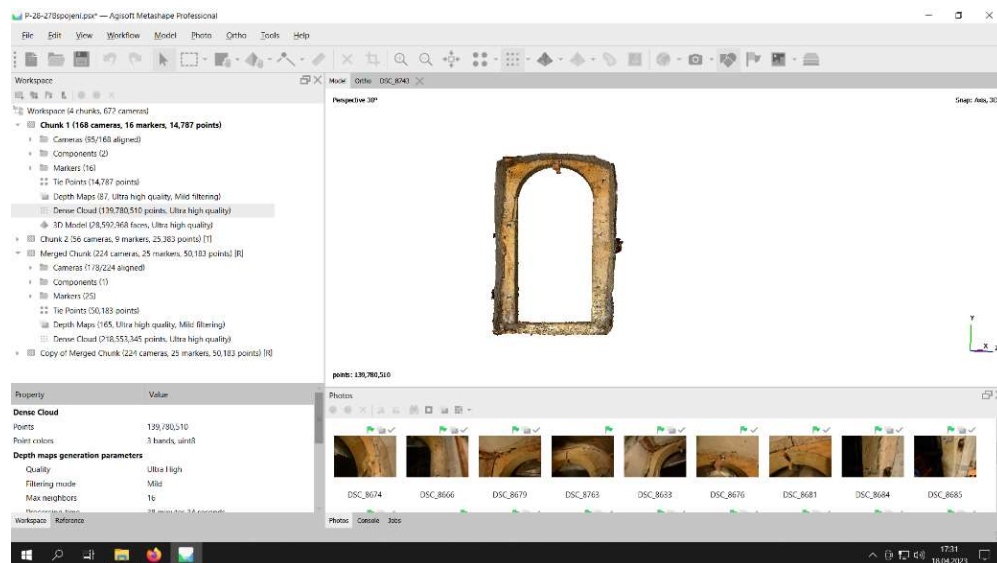


Obr. 24 Prostředí softwaru Faststone image wiever

5.3.3. Agisoft Metashape

Agisoft Metashape je jedním z mnoha softwarů pro fotogrammetrické zpracování snímků, tento konkrétní software pochází od ruské společnosti Agisoft LLC. Program slouží především k vytvoření řídkého a hustého mračna, z něho pak vytvoření 3D modelu a následně je možnost model v softwaru pomocí pořízených snímků jednotlivým bodům přiřadit barvu. Model tak získá velmi realistický vzhled. Proces tvorby je do značné míry automatizovaný a uživatel pouze mění nastavení podle potřeby. Software pracuje na principu obrazové korelace, vyhledávání umístění stejných bodů na různých snímcích. Jedním z možných výstupů softwaru je i ortofoto. Software umožňuje i práci s videem, kdy je schopný video "rozstříhat" na snímky po určitých časových intervalech buď podle předem připraveného nastavení nebo vlastním nastaveném časovém úseku. Následně vytvořené

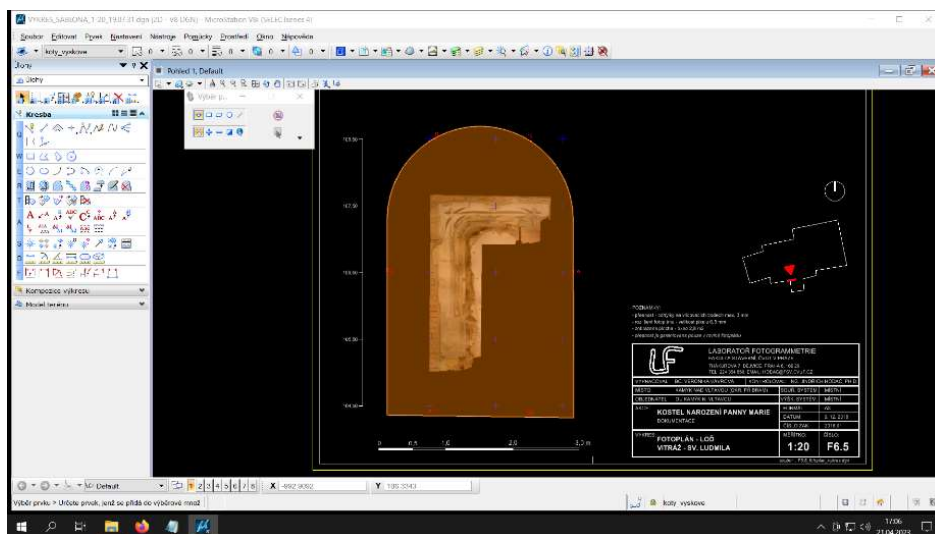
snímky se již zpracovávají obdobně jako klasické. Software byl použit pro tvorbu 3D modelů a ortofoto. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (19)



Obr. 25 Prostředí softwaru Metashape

5.3.4. MicroStation

Pro tvorbu výkresů ortofoto a profilací, byl použit produkt společnosti Bentley Systém software MicroStation V8i. Ten umožňuje jak tvorbu 2D kresby, tak 3D modelování. Software spadá do kategorie CAD programů. Výstupy ze softwaru jsou pak ve formátu DGN, DWG a DXF. Do softwaru je možno připojit rastr v podobě snímku ve formátu JPEG nebo TIFF, či připojit PDF dokument. Firma Bentley pak nabízí další oborová rozšíření. Software je v dnešní

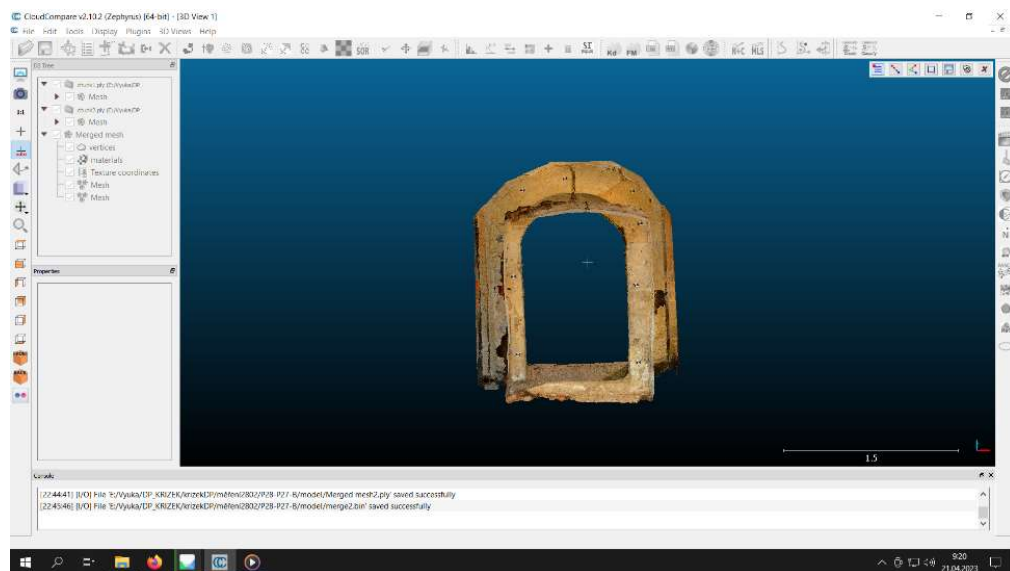


Obr. 26 Prostředí softwaru MicroStation

době často využíván geodetickými firmami pro tvorbu kreseb. Tento software byl využit pro tvorbu výsledných výkresů. U této kapitoly bylo čerpáno z: (20)

5.3.5. CloudCompare

Software sloužící pro práci s hustými mračky bodů a plošnými modely. Umožňuje filtrovat mračna, porovnávat, slučovat více mračen dohromady nebo vytvářet jimi řezy. Rozdíly dvou mračen/modelů je pak software schopný vyjádřit pomocí barevné škály a dále zobrazit v histogramu. Software byl použit pro spojení plošných modelů portálu K19. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (21)



Obr. 27 Prostředí softwaru CloudCompare

6. Sběr dat a práce v terénu:

Před zahájením prací bylo třeba si ujasnit, které portály (v objektu se jich zachovalo poměrně velké množství) budou předmětem práce, projít si objekt, ve kterém se nachází, určit metody měření a rozvrhnout postup prací.

6.1. Rekognoskace

Poprvé proběhla prohlídka objektu dne 19.10.2022 spolu s doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D., Ing. Jindřichem Hodačem a Mgr. Michaelou Ramešovou, Ph.D., kdy byly určeny portály, které by byly ideální jako předmět práce. Jednalo se především o portály, které již dříve dokumentovali studenti doc. Ing. Michala Rykla, Ph.D. a nyní mělo dojít k dokumentaci pomocí fotogrammetrických metod a následně výsledky studentů porovnat s dosaženými výsledky. Dokumentaci pro zkoumání kulturně historické hodnoty chtěla využít Mgr. Michaela Ramešová, Ph.D.

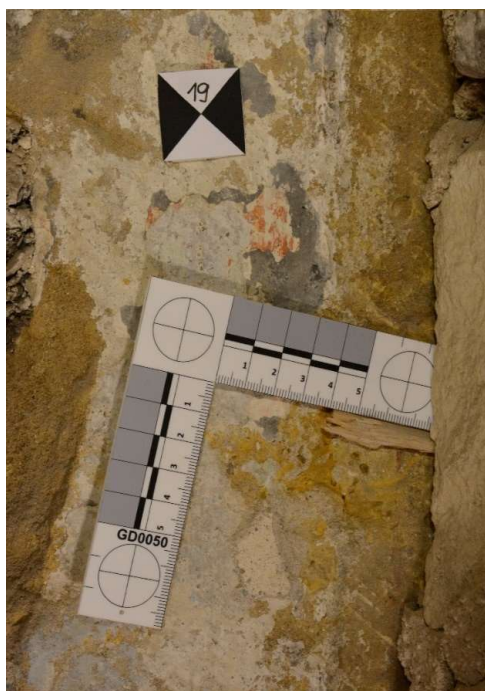
Mgr. Michaela Ramešová, Ph.D. je zaměstnancem Ústavu teoretické a aplikované mechaniky Akademie věd České republiky v oddělení památkové vědy. Dlouhodobě se zabývá portály a stavební hutí. Zabývala se například dokumentací a profilací portálů hutí Benedikta Rieda na Pražském hradě. Její výsledná zpráva byla otištěna v Časopise Společnosti přátel starožitností. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (7) (22)

Doc. Ing. Michal Rykl, Ph.D. působí od roku 1992 jako odborný asistent Fakulty architektonické ČVUT v Praze, kde obhájil v roce 2008 titul docenta. Spolu se svými studenty dlouhodobě dokumentuje stavební a archeologické práce v komplexu domu U Sixtů. Podílel se na řadě titulů jako např. Románské domy v Praze. V tomto odstavci bylo čerpáno z: (23)

Bylo absolvované krátké poučení o chování se na stavbě, kdy každý musí být vybaven reflexní vestou, helmou a pevnou obuví, aby se zamezilo případnému zranění. Přilby a vesty byly zapůjčeny stavební firmou, která provádí rekonstrukci. Počet vybraných portálů byl nakonec ještě z časových důvodů redukován, až zbylo 8 portálů (Obr. 5), kterými se práce zabývá. Původní představa počítala ještě s druhým portálem na nádvoří, který funguje jako průchozí mezi budovami B a IK, a portály nacházejícími se v podsklepené části budovy B. Byly vysloveny předběžné požadavky na obsah a výsledky práce, které byly později ještě

upřesněny. Od Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D. byl vznesen námět ohledně porovnání řezu modelu s vytvořenou profilací portálů od doc. Ing. Michala Rykla a jí vytvořenou profilací ve stejných místech. Sekundárním námětem pak bylo opracování portálů. Na porovnání profilací portálů byl vznesen námět taktéž od doc. Ing. Michala Rykla, Ph.D.

V první fázi byly definovány výstupy ve formě 3D modelů jednotlivých portálů s různou úrovní detailnosti. Jedná se o rozdělení modelu na celkový model portálu a druhý model řezu a detailu. Další výstupy ve formě digitálních ortofot, byly odvozené od detailního 3D modelu ve stanoveném měřítku 1:10 a řezy profilací portálů v měřítku 1:2. Na základě stanovených měřítek výkresů by mělo dosáhnout fotogrammetrické zpracování přesnosti 3 mm. Pro pozdější měření bylo domluveno s vedením stavby zajištění elektrického proudu v místech měření a případné odkrytí některých portálů nacházejících se za lešením. Během rekognoskace doc. Ing. Michal Rykl, Ph.D. vyslovil hypotézy o přestavbách portálů. V nich zmínil jejich historii a pravděpodobné období vzniku, použité materiály, ze kterých se dané portály skládaly. Předběžně byly vyhledány výškové body (tzv. „Fixy“), které bylo možné použít a nebylo pro jejich zapojení potřeba vést polygonový pořad příliš daleko. Zde již proběhlo první rozmýšlení rozložení vlíčovacích bodů na první 4 portály, které byly zaměřeny v první etapě měření. Druhá etapa měření probíhala s vlastní krátkou rekognoskací, kdy proběhlo rozmístění vlíčovacích bodů a nalezení výškových bodů stavby a rozmyšlení si postupů měření. Všechny etapy měření se zúčastnila taktéž Mgr. Michaela Ramešová, Ph.D.



Obr. 28 Použité měřítko a signalizace vlíčovacích bodů

Etapa	Datum	Patro	Zaměřené portály
0.	19.10.2022	Celý komplex	Rekognoskace
1.	7.11.2022	2.NP	P117-110, P106-108, P107-106, P104-102
2.	28.2.2023	1.NP/2.NP	P106-108, P25-106, P28-27(A), P28-27(B), K19

Tabulka 1 Regnoskace a etapy měření

6.2. Práce v terénu

Samotné měření a snímání vybraných portálů proběhlo ve dvou etapách. První proběhla 7.11.2022 (rozsah prací 8 h) a druhá etapa měření proběhla 28.2.2023 (rozsah prací 7,5 h). Měření probíhalo v obou etapách obdobně. Nejdříve byly rozmístěny vlíčovací body (malé černobílé terčíky), následně proběhlo jejich geodetické zaměření a nakonec bylo provedeno nasnímání portálu. Pro kvalitní snímky bylo potřeba zajistit dostatek světla. To obstarávalo několik LED a halogenových lamp, které byly pomocí prodlužovacích kabelů napojeny na elektrické rozvody stavby a skoro v každé místnosti nebo v dosahu prodlužovacího kabelu se nacházela rozvodová skříň se zásuvkami. Každý portál potřeboval z části individuální přístup podle složitosti a členitosti.

Každý portál se snímal v několika řadách, buď to od shora dolů nebo opačně. Každá řada obsahovala několik snímků postupně zleva, frontálně a zprava tak, aby byly podchyceny členitosti sloupů, ozdob portálů a zároveň aby bylo dosaženo požadovaného překrytu snímků pro obrazovou korelaci a na snímcích se dostatečně často vyskytovaly vlíčovací body. Je lepší pořídít snímků více, a následně probrat a nevyhovující vyloučit. Detailněji pak byla nafocena místa stop po opracování a místa sejmutí profilace portálů, případně překlenutí portálů, pokud bylo výrazně členité. Tato zájmová místa byla u některých portálů opatřena kriminalistickými měřítky. K tomu, aby se dosáhlo do vyšší výšky a byl zaručeno i pokrytí portálů z vrchu, bylo využito snímání „z tyče“, kdy byl fotoaparát připevněn na monopod a snímáno pomocí samospouště, kdy se nejdříve fotoaparát zaostřil na přibližnou vzdálenost, ze které se bude fotit a následně „namáčkl“ spoušť a fotoaparát se vytáhl do potřebné výšky a počkalo se, než fotoaparát pořídil snímek. Druhá možnost bylo ovládání fotoaparátu pomocí aplikace v mobilním telefonu, kdy se pomocí aplikace fotoaparát zaostřil a i pořídil snímek. Této možnosti bylo využito v druhé etapě měření. Během celého snímání je potřeba nastavení fotoaparátů neměnit.

U fotoaparátu D7100 bylo použito nastavení konstanty komory 50 mm (1.etapa) a 17 mm (2.etapa), clona F/10 (1.etapa) a F/11 (2.etapa), světelná citlivost ISO 1000 s režimem Priorita clony.

Druhý fotoaparát Z50 byl nastaven ohniskovou vzdáleností 50 mm, clona F/11 (1.etapa) a F/9 (2.etapa) a světelná citlivost ISO 640 (2.etapa) a 800 (1.etapa). Fotoaparát D7100 byl využit pouze pro focení z ruky bez použití stativu. Fotoaparát Z50 byl poté využit pro focení z monopodu a detailnějších míst. U portálu K19 byl pak využit k natáčení videa.

Portál	počet snímků	Z toho snímky z monopodu	video	Počet Vlíčovacích bodů
P104-102	182	21	-	12
P106-108	178	20	-	11
P107-106	120	28	-	8
P117-110	129	23	-	8
P25-26	212	16	-	16
P28-27(A)	75	17	1	6
P28-27(B)	170	17	-	16
K19	-	-	6	-
CELKEM	1066	142	7	77

Tabulka 2 Počty pořízených snímků portálů

6.2.1. Sběr dat pomocí video

Jak již bylo zmíněno výše, pro portál K19 se místo klasického pořizování snímků použilo metody videa. Video bylo pak pokusně využito i na portálu P28-27(A). Snímání je způsob, kdy je pořízeno video na co možná nejlepší nastavení fotoaparátu nebo kamery. Velikost souboru videa je ovlivněna kvalitou videa a frekvencí snímků za vteřinu. Je potřeba postupovat pomalu a dělat časté zastávky (pokud je to možné), aby se zabránilo poté v postprocesingu častému rozmazání snímku. V případě pokusu s portálem P28-27(A) se postupovalo tak, že po zapnutí videa se zrovna dané snímané místo co nejvíce osvětlovalo pomocí LED a halogenových lamp, aby bylo dosaženo dobré viditelnosti. U portálu K19 bylo využito přirozeného světla. Portál K19 byl snímán na několik videí po segmentech portálu, aby se zvýšila šance, že se do výsledných snímků dostane dostatek vhodných snímků a aby lépe pokrývaly celý portál. Portál K19 byl z větší části překryt lešením (viz. Obr. 12), tedy nebylo možné jej snímat z ruky klasicky, proto bylo rozhodnuto využít metody videa a k tomu byl fotoaparát připevněn na monopod.

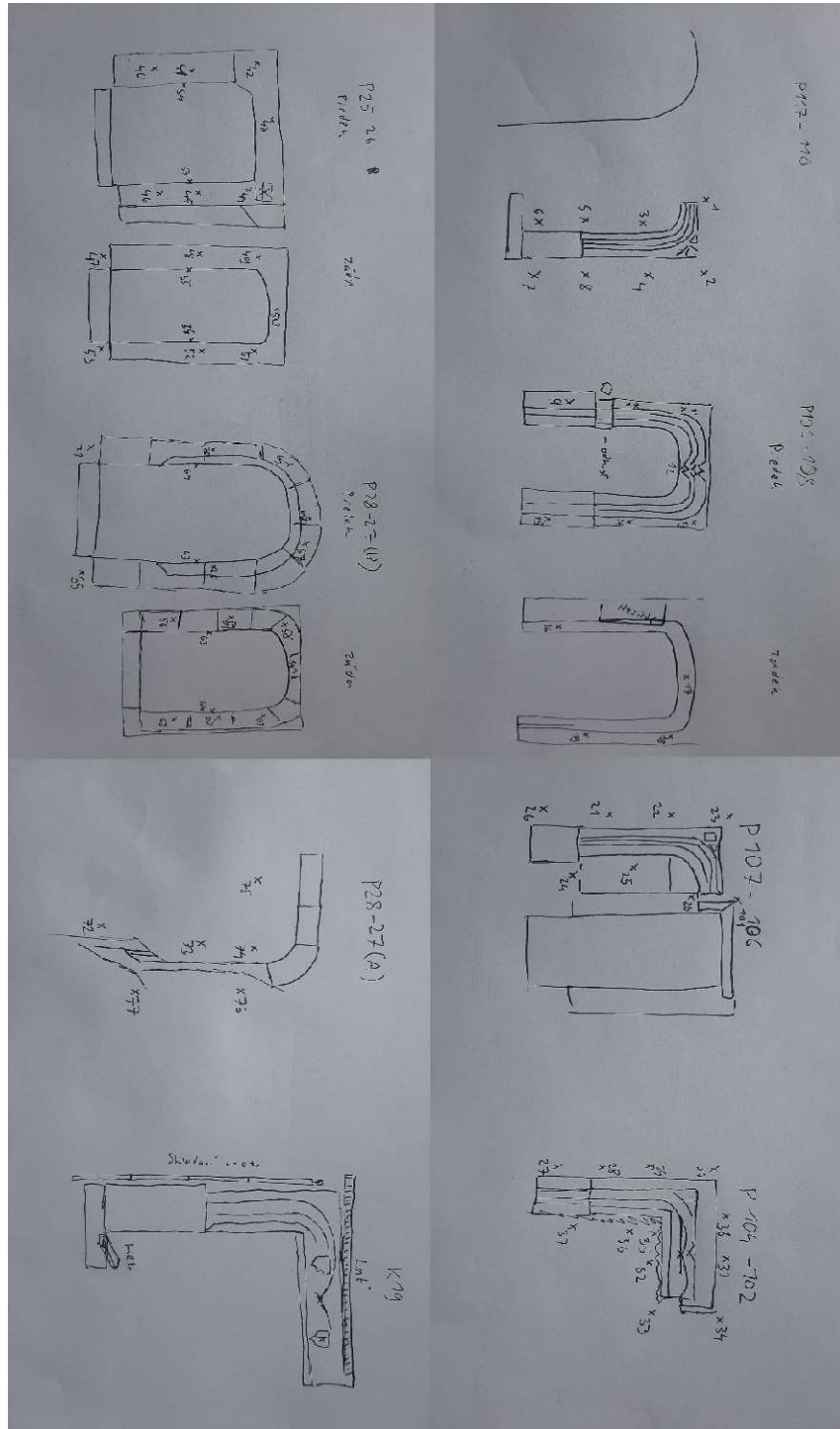


Obr. 29 Ukázka snímání portálu P117-110

6.2.2. Geodetické měření

Aby modely portálů byly umístěny do geodetického systému a případně se doladil tvar nebo propojení modelu, bylo nutné zaměřit vlíčovací body rozmístěné kolem portálů. (Obr. 30) Dalším požadavkem bylo, aby portály v jedné etapě byly v jednom souřadnicovém systému. Toho bylo dosaženo vedením polygonového pořadu mezi dvěma výškovými body v každém patře. Byly tedy vedeny dva pořady. Jeden v prvním patře budovy B a druhý v přízemí skrze nádvoří zpět do budovy B. Pro pořad v prvním patře bylo využito totální stanice Leica TS06 a pro pořad v přízemí totální stanice Trimble M3. Měření probíhalo na odrazný hranol Leica mini nebo odrazný štítek na orientace přístroje a bezodrazově na výškové body a vlíčovací body. Stanoviska přístroje byla signalizována tečkou fixem na podlahu místností. Měření na stanovisku probíhalo tak, že stroj byl na stanovisku postaven a urovnán, změřena jeho výška a zaměřena orientace vzad a vpřed na další stanovisko/výškový fix. Poté byly zaměřeny viditelné vlíčovací body z daného stanoviska. V druhém nadzemním patře budovy byl polygon z větší části veden po dřevěné provizorní podlaze, která znepríjemňovala měření a pohyb kolem přístroje, neboť nepříjemně ovlivňovala urovnání přístroje. Přízemní polygon obsahoval celkově 4 stanoviska a polygon v prvním patře stanic 6. Bylo-li to možné, provádělo se kontrolní měření vlíčovacích bodů z vícero stanic. Pro označení stanic

bylo použito číslování od čísla v druhém patře 4001 a v prvním patře od čísla 4101 pro rozeznání stanovisek. Celkově byly během měření zaměřeny 4 výškové body a 77 vličovacích bodů. Portál K19 nebyl z důvodů nepřístupnosti měřen geodeticky, ale bylo využito pouze měřitek.



Obr. 30 Polní náčrtky portálů a situací

7. Zpracování měření

V této kapitole se budu věnovat geodetickému a fotogrammetrickému zpracování naměřených a nasnímaných dat. Bude rozebráno nahrání a zpracování dat po výsledné výstupy. Většina zpracování je u použitých softwarů automatizováno, je tedy potřeba udat vstup a výstup a sledovat potřebné parametry. S ohledem na tyto parametry případně poupravit nastavení softwaru, aby více vyhovoval požadavkům na výstup.

7.1. Geodetické zpracování

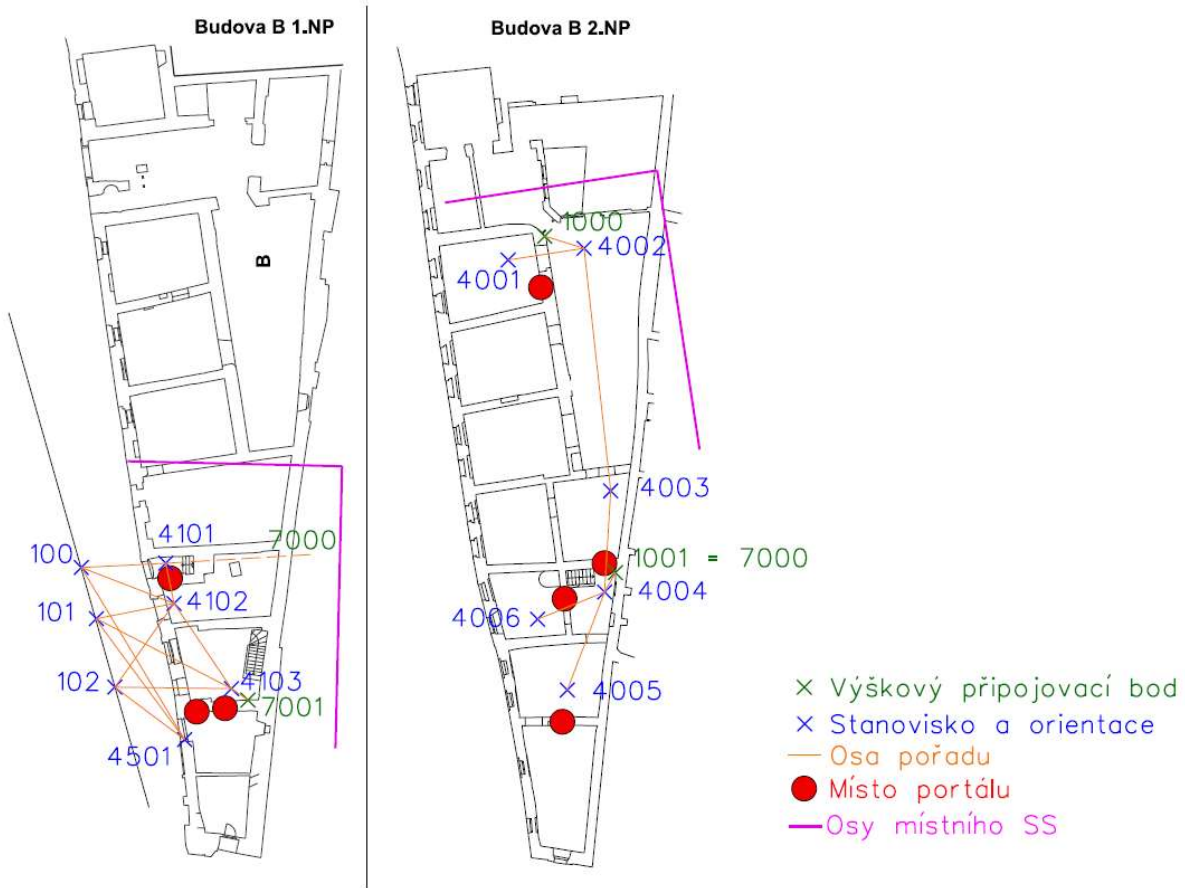
Geodetické zpracování proběhlo v softwaru Groma. Výsledky tohoto zpracování posloužily k umístění modelů do výškové a místní souřadnicové sítě, případně kontrole geometrických parametrů.

7.1.1. Zpracování dat z totálních stanic

Z totálních stanic pomocí flashdisku byly staženy zápisníky měření ve formátu *GSI* (Příloha C) Tato činnost je v rozhraní přístrojů velice jednoduchá, pouze se správně nastavuje výstup ve správném formátu a kódování. Zápisníky pak byly nahrány do softwaru Groma a opraveny o chyby, které vznikly během měření a očištěny o špatná měření (např. duplicitní měření, špatné označení nebo špatná konstanta). Dále byla zpracována I. a II. poloha měření na orientace. Vlícovací body byly měřeny pouze v první poloze. Software Groma si automaticky při nahrání zápisníku vytváří svůj vlastní soubor s koncovkou *MES*, kam se automaticky ukládá činnost prováděná v zápisníku.

U obou etap bylo použito místní souřadnicové sítě tak, aby všechny body měly kladné souřadnice. Počátek byl u první etapy vložen mezi body 4001 a 4002, kdy bod 4001 dostal souřadnice o hodnotách $y = 1000.000$ m a $x = 5000.000$ m a bod 4002 $y = 1000.000$ – vodorovná vzdálenost z bodu 4001 a $x = 5000.000$. Výška bodu byla určena zpětně z výškového vágrysu a „rozesena“ po všech bodech pořadu. Výška je řešena v systému Balt po vyrovnání (Bpv). Druhá etapa proběhla obdobně pouze počátek byl vložen do výškového vágrysu v prvním patře a označeném 7000(v první etapě tento bod nesl označení 1001) o souřadnicích $y = 1000.000$, $x = 1000.000$ a $z = 199.000$ m. X-ová osa pak byla vložena do

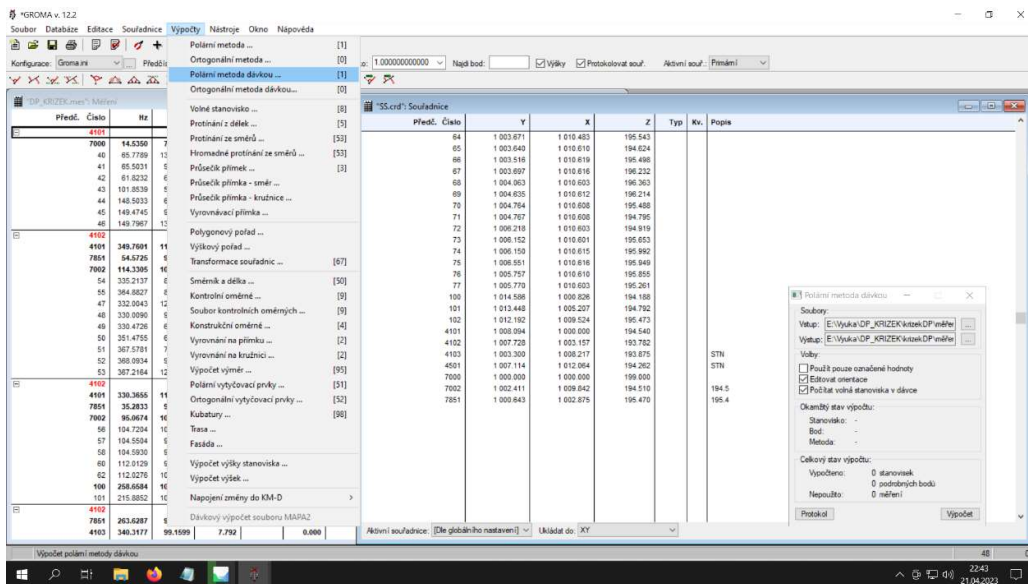
bodu 4101 o souřadnicích $y = 1000.000 + \text{vodorovná vzdálenost}$, $x = 1000.000$ a nadmořské výšce $z = 194.540 \text{ m}$, která byla zpětně vypočtena z výškového bodu 7000 pomocí šikmé vzdálenosti a zenitového úhlu. Takto určené body byly vloženy do nově vytvořeného souboru v softwaru Groma, kam se budou později ukládat i vypočtené body.



Obr. 31 Rozvržení sítě a stanovisek/orientací

Máme-li určené počáteční souřadnice, přejdeme pomocí funkce *polární metody* k výpočtu zbylých stanovisek, rajonů a podrobných bodů. Tuto funkci nalezneme v záložce výpočty a jednoduchým přetahováním měření ze zápisníku do vyskakovacího okna a souřadnic známých bodů vytvoříme osnovu směrů. Po vložení minimálně dvou orientací by se nám měly ukázat odchylky na stanovisku. Osobně jsem prováděl výpočet tak, že jsem si určil další stanovisko, které jsem následně zařadil do orientací. Takto určíme stanovisko přístroje a orientaci pro výpočet podrobných bodů a rajonů. Rajony byly celkově určeny 3 a číslovány od čísla 100 po 102. Tyto tři body byly poté využity k protínání zpět a určení stanoviska 4501.

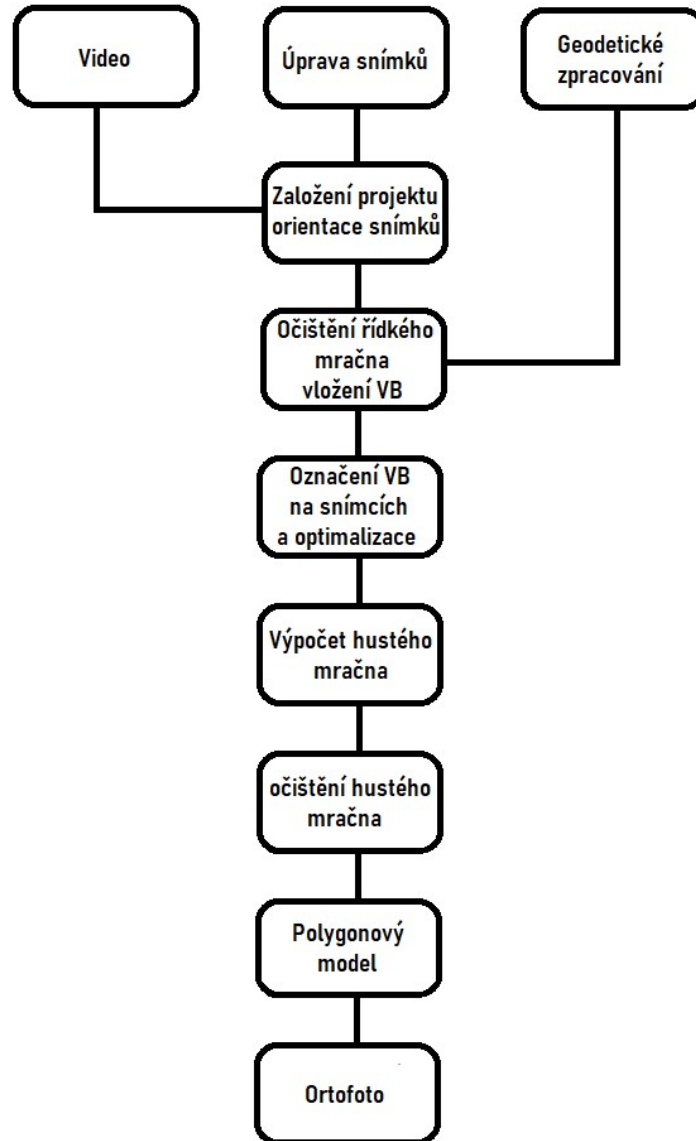
Podrobné body, nebo v našem případě vřícovací body, máme možnost určit manuálně přes výpočet v záložce *Polární metoda* nebo pomocí funkce *Polární metoda dávkou*. (Obr.32) Při zapnutí funkce polární metody dávkou se objeví vyskakovací okno, kam pouze vložíme vstupní soubor (zápisník měření) a výstupní soubor (seznam souřadnic) a software následně provede sám výpočet. Pokud zápisník obsahuje volné stanovisko (v našem případě 4501), je potřeba ho nejdříve spočítat v záložce volné stanovisko, jinak by bylo stanovisko a měření z něho ve výpočtu přeskočeno. Výpočet je možno protokolovat do textového souboru. (viz. digitální příloha B3).



Obr. 32 Výpočet polární metodou v softwaru Groma

7.2. Fotogrammetrické zpracování

Následující řádky budou věnovány úpravě snímků v softwaru FastStone Image Viewer, následné zpracování snímků do formy řídkých a hustých mračen v prostředí softwaru Metashape. Na základě hustých mračen bude popsáno vytvoření 3D modelu, z něho vycházející ortofota a následná tvorba výsledné dokumentace ve formátu PDF, DGN a DGW v prostředí softwaru MicroStation.

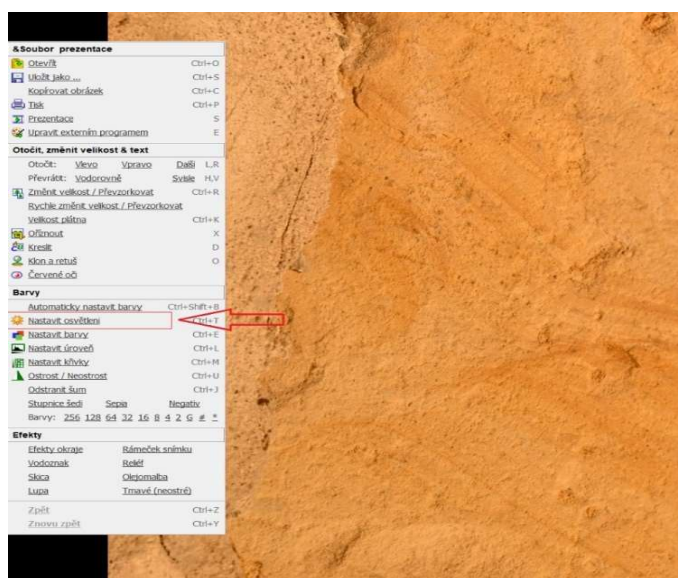


Obr. 33 Postup zpracování snímků

7.2.1. Zpracování snímků

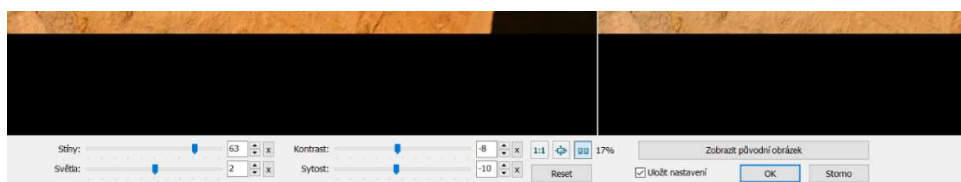
Snímků bylo pořízeno poměrně hodně (Tabulka 2). Nyní je potřeba jednotlivé snímky projít a roztřídit. Dále je potřeba zhodnotit jejich vypovídající hodnotu, zda nedošlo k příliš velkému rozmazání a případně i zda snímek není příliš podexponován či přeexponován, kdy taktéž zaniká vypovídající hodnota snímku. Třídění bylo prováděno zvláště snímky z fotoaparátu Nikon D7100S, tak z fotoaparátu Nikon Z50. Rozmazání snímku bohužel opravit nejde nebo

v omezené míře a pokud je rozmazání alespoň v nějaké přijatelné hodnotě, je snímek stále použit. Lepší je to v případě přeexponování či podexponování snímku. Tyto snímky můžeme upravit například v použitém softwaru FastStone Image Viewer. Při spuštění softwaru se nám zobrazí konzole, ve které vyhledáme cestu do adresáře, kde se nachází snímky, které chceme upravovat. Otevřeme snímek, který chceme upravit a při najetí myši na levou část obrazovky se nám zobrazí lišta s funkcemi, které nám umožňují upravovat snímek. (Obr. 34) V našem případě bylo využito funkce *nastavení osvětlení* nacházející se v záložce *barvy*, a která nám umožní změny 4 faktory snímků: stíny, světlo, kontrast a sytost. (Obr.35)

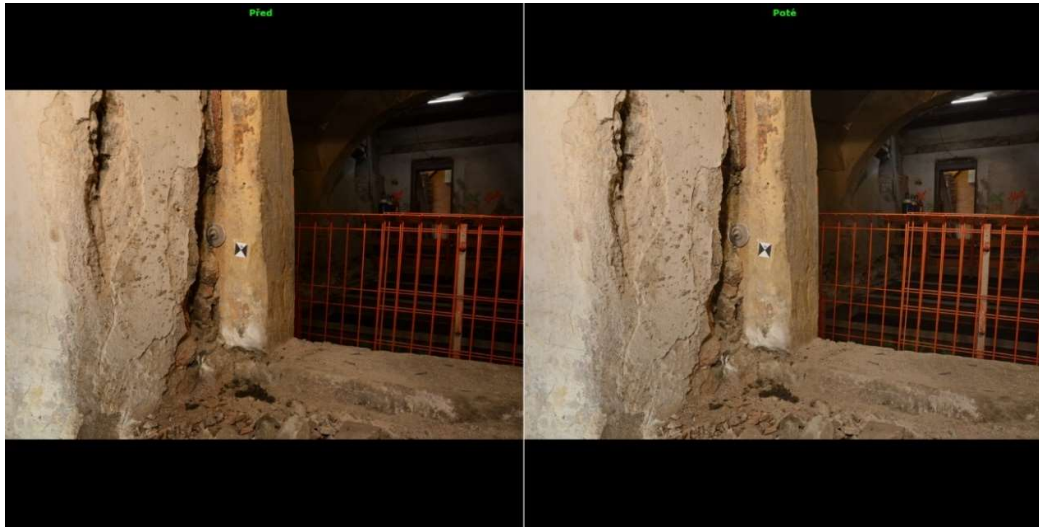


Obr. 34 Funkce softwaru Faststone image wiewer

Posunováním jezdcem po stupnici nebo zadáváním číselných hodnot do okénka vpravo od stupnice měníme parametry a při zapnutí původního snímku, i snímku po úpravě, můžeme sledovat, jak se snímek mění. (Obr. 36) Jakmile jsme se změnami snímku spokojeni, uložíme jej. Pro jistotu je lepší si udělat zálohu snímků před úpravou, kdyby došlo k nechtěnému uložení, nebo snímek by byl po vizuální stránce sice lepší, ale jeho vypovídající hodnota mohla být snížena, nebo zanikla. Úpravy se týkali přibližně 30% snímků.



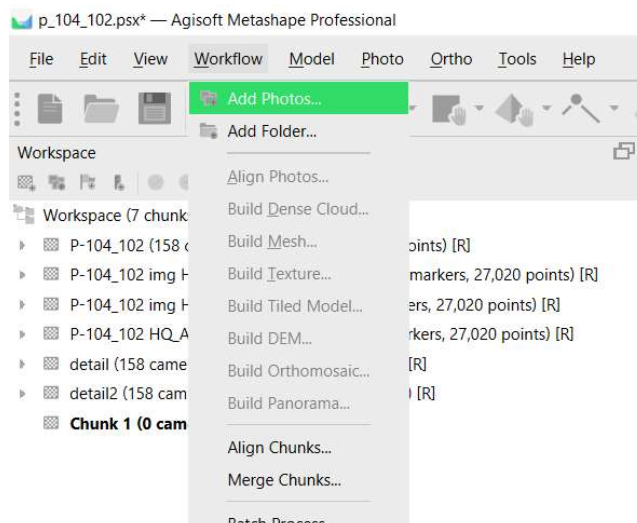
Obr. 35 Možnosti úpravy snímků v softwaru FastStone Image Viewer



Obr. 36 Porovnání původního a upraveného snímku

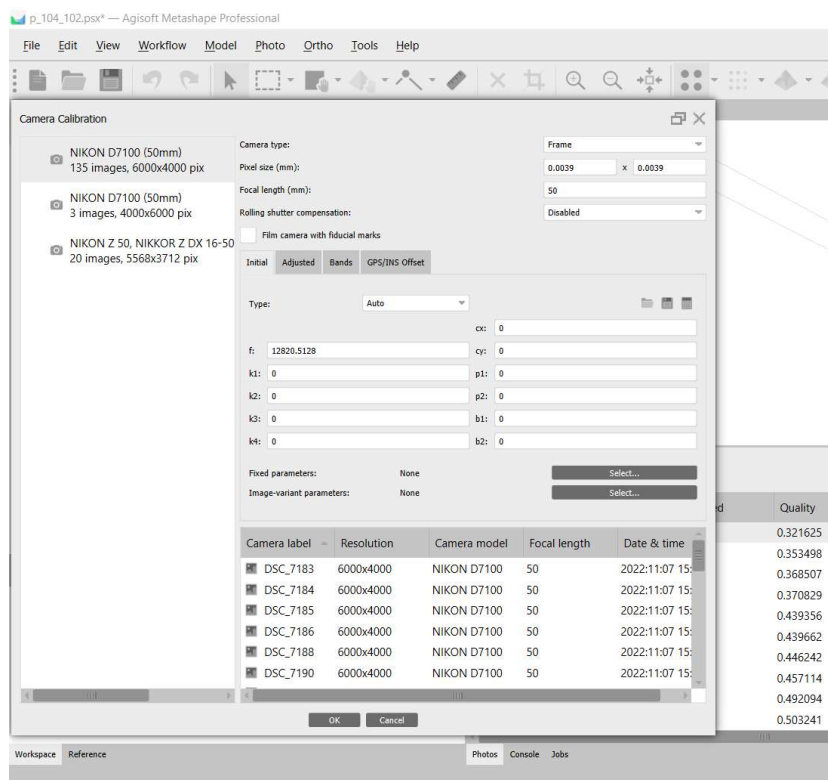
7.2.2. Založení projektu a tvorba řídkého mračna

Po spuštění softwaru Metashape se nám vytvoří automaticky prázdný projekt tzv. „chunk“. „Chunky“ lze vytvářet další nebo kopírovat dle libosti. Pokud „chunk“ již obsahuje data ve formě hustého mračna, nebo modelu, může jeho kopírování zabrat několik minut. Zároveň přepínání mezi „chunky“ může být náročné pro počítač a software přestane odpovídat a tzv. „spadne“. V horním pravém rohu nalezneme lištu s funkcemi, kde si vybereme záložku *Workflow* a následně funkci *Add photos* (Obr. 37). Touto funkcí si vybereme cestu do složky, kde máme snímky uložené a naimportujeme si je do „chunku“.



Obr. 37 Funkce Add photos

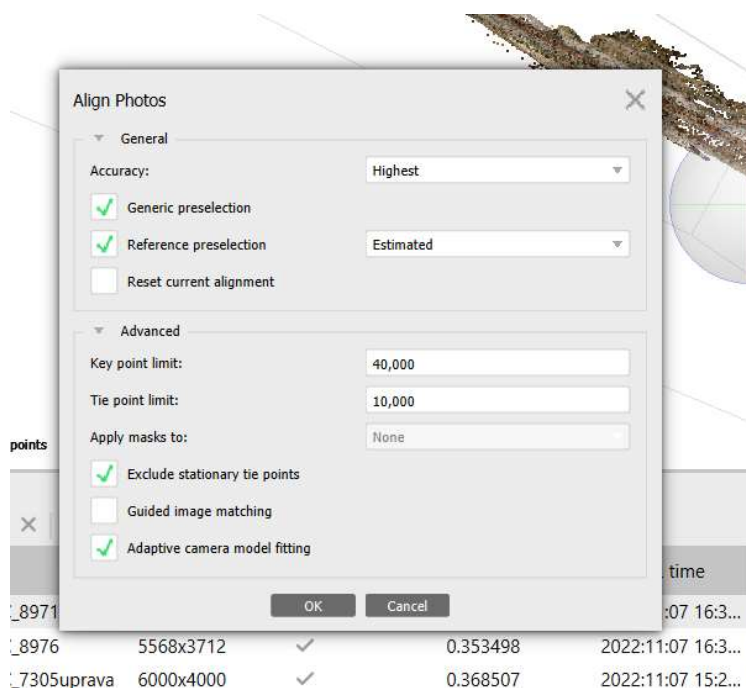
Nyní ověříme kvalitu snímků pomocí funkce *Estimate Image Quality* při najetí na snímek a kliknutím pravého tlačítka myši v pravém dolním okně, kde jsou zobrazeny všechny snímky v „chunku“. Po zobrazení nastavení funkce zaškrtneme v poli *Apply to* možnost *All cameras* (pro všechny snímky). Následně se vypočte kvalita snímku pro všechny snímky v „chunku“ reprezentovaná koeficientem kvality. Doporučovaná hodnota tohoto koeficientu je 0.5 jednotky a vyšší. Po dohodě s Ing. Hodačem byly ponechány i snímky s kvalitou nižší a v případě problémů měly být tyto snímky ze zpracování vypnuty. Dále je potřeba zkontrolovat nastavení kamery. To nalezneme v záložce *Tools* a funkce *Camera Calibration* (Obr. 38). Software si již ze snímků rozpozná typ fotoaparátu a jeho parametry a pouze změníme velikost pixelu na údaj udávaný výrobcem kamery.



Obr. 38 Camera Calibration

Nyní je již vše připraveno pro první výpočet řídkého mračna. To opět nalezneme v záložce *Workflow* a funkce *Align Photos*. Zde bylo nastaveno několik parametrů. *Key points limit* na hodnotu 40 000, pokusně bylo u portálu K19 zvýšeno na dvojnásobek této hodnoty kvůli použití snímků z videa, a *Tie point limit* na hodnotu 10 000 (Obr. 39). Portály jsou poměrně

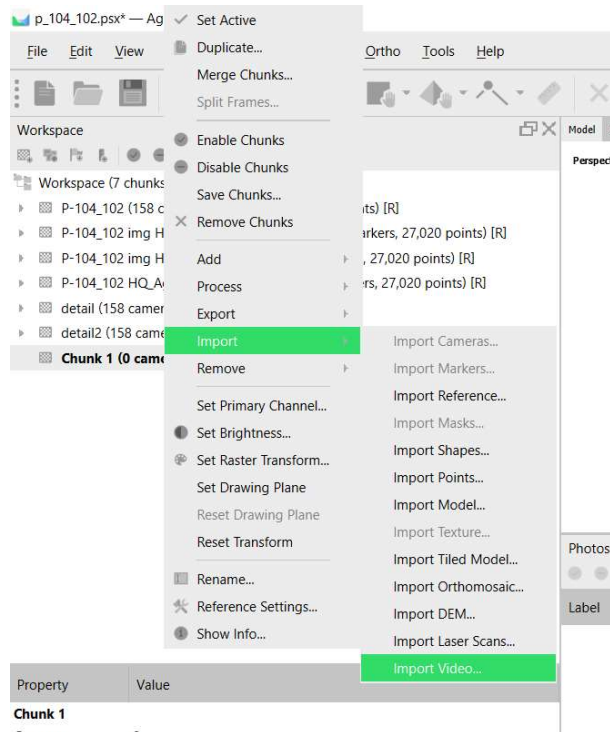
malé objekty, tedy si můžeme dovolit ponechat Accuracy na nastavení *Highest*, která by nám měla dát poměrně husté mračno s větším počtem detailů. Následně potvrdíme a spustí se výpočet, ten v našem případě může trvat maximálně pár hodin. Pokud by se jednalo třeba o celý objekt a poměrně vysoké rozlišení, mohla by doba výpočtu trvat i v řádu dnů, to se ovšem odvíjí i na výkonu počítače.



Obr. 39 Nastavení funkce Align Photos

7.2.2.1. Pořízení snímků z videa

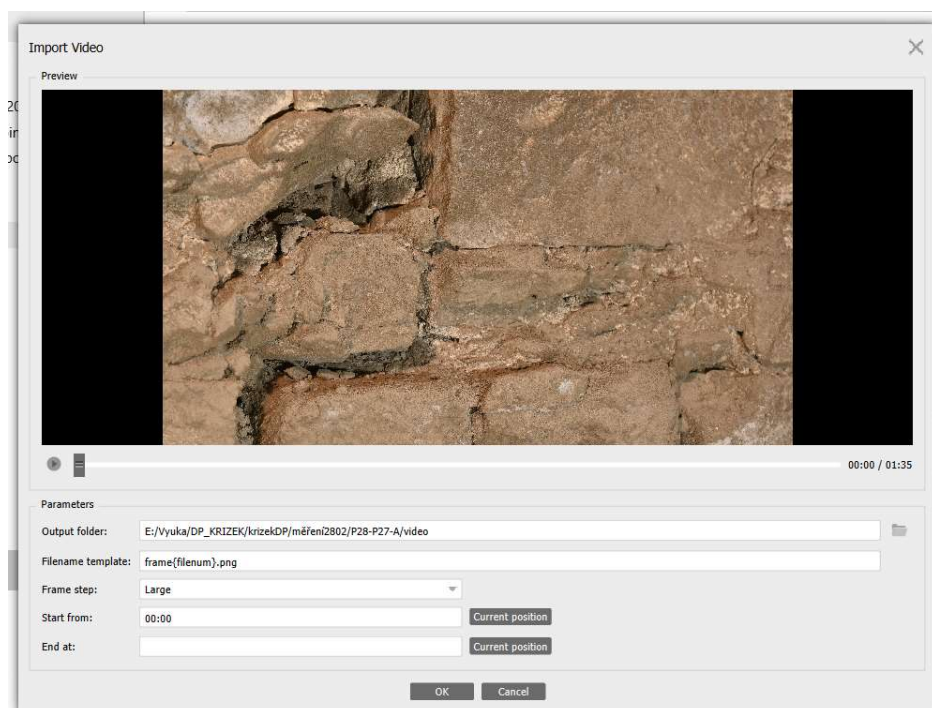
Vraťme se do fáze nahrávání snímků do softwaru Metashape a nyní místo snímků budeme chtít do softwaru nahrát video. Nahrání videa a následně rozkouskování videa na jednotlivé snímky je o něco složitější než pouhé nahrání snímky do „chunku“. Je nutné mít nejdříve v počítači nainstalovaný softwarový kodek, který umožní načtení videa v softwaru Metashape. Nahrání snímků z videa lze dvěma způsoby. Prvním způsobem je kliknutí pravým tlačítkem myši na „chunk“, do kterého chceme snímky vložit a rozbalením funkce import a zvolení *Import Video*. Druhým způsobem je mít vybraný „chunk“, ten poznáme podle tučného písma a klepnutím na záložku *File*. Následující postup je obdobný, rozbalíme funkci *Import* a následně vybereme *Import Video*. (Obr. 40)



Obr. 40 Import videa

Po spuštění funkce import video se nám objeví okno s adresáři, kde si určíme cestu k videu, které chceme použít. Poté se nám objeví tabulka nastavení. (Obr. 41) Zde nastavíme, kam se mají snímky ukládat *Output folder* a jak se snímky mají jmenovat *filename template* tím, že přepíšeme část *frame* již v řádku předepsanou a *{filename}* ponecháme. Tato část pak automaticky ke snímkům přiřazuje číslo. *Start from* nám určuje počátek, odkud bude program ve videu začínat. Například pokud je ve videu úvod, kdy není ještě snímán objekt, *End at* je pak opakem, pokud potřebujeme snímání z videa ukončit dříve před jeho koncem. *Frame stop* je nastavení, po jak dlouhých časových úsecích má program vytvořit snímek. Můžeme zvolit vlastní číselný rozestup nebo použít jednu z přednastavených možností *Small*, *Medium* nebo *Large*. Čím menší bude časový rozestup, tím více snímků vznikne, a však pokud nedocházelo k častým zastávkám, aby se mohl obraz zaostřit, bude velká část snímků trpět rozmazáním a malou vypovídající hodnotou. Je tedy po vytvoření snímků důležité je zkontrolovat a takové snímky vyloučit. K uložení snímků do složky nedochází po jejich vytvoření a snímky jsou uloženy do souboru až po uložení projektu. Po uložení projektu můžeme snímky upravit ještě v softwaru FastStone Image Viewer, je-li to potřeba. Osobně se mi osvědčilo nastavení *Large*, kdy mi průměrně vzniklo cca 300 snímků (odvíjí se od délky

video, v případě mé práce byly videa o délce přibližně 2-3 minut.) a po eliminaci nekvalitních snímků zbývalo cca 160-180 snímků, přesto opravdu kvalitních snímků z toho bylo 15-25%.



Obr. 41 Nastavení videa

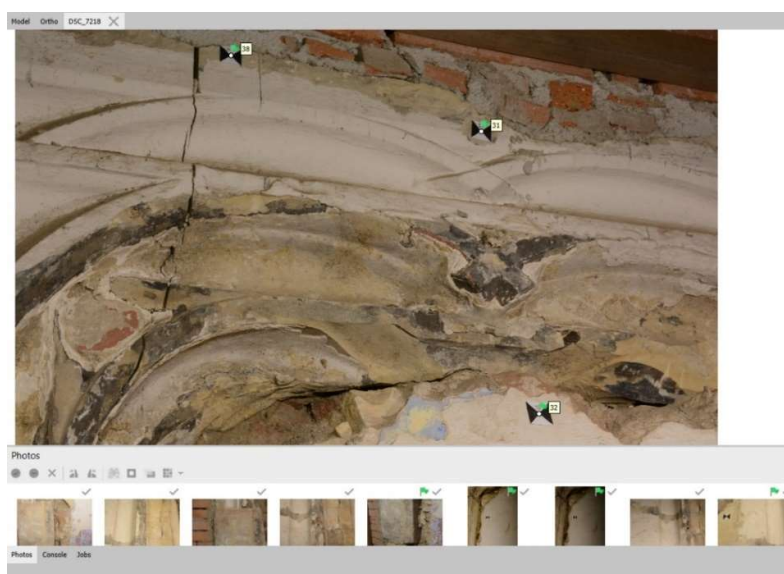
7.2.3. Husté mračno

Nyní bude pojednáno o nastavení a výpočtu hustého mračna

7.2.3.1. Vložení vlíčovacích bodů

Nyní propojíme mračno s vlíčovacími body, které jsme získali v geodetické části. Nejdříve v záložce *reference* a klepnutím pravého tlačítka myši do okna *Markers* a funkce *Add marker* vytvoříme nový bod. Tomu přiřadíme číslo a vypočtené souřadnice z geodetické části pomocí softwaru Groma. Takto přidáme všechny body, které daný portál obsahuje. Vybereme první snímek, na kterém se vlíčovací bod objevuje a poklepáním na dané místo snímku pravým tlačítkem myši se objeví možnost *place marker*, kde vybereme bod, o který se na snímku jedná. Takto označíme vlíčovací body na všech snímcích. Pokud je bod označen na dvou snímcích, software dále na dalších snímcích předpovídá polohu daného bodu, což usnadňuje jeho označení. Většinou stačí bod pouze dopravit. Pokud není bod označen, je označen

šedým vyplněným kruhem s vlaječkou. Po označení daný bod zezelená. Je-li bod alespoň na 8 snímcích, můžeme mu vypočítat chybu v odlehlosti a optimalizovat tak snímky a mračno. Tuto funkci najdeme po najetí kliknutím pravého tlačítka myši na „chunk“ a v menu *Process*, funkce *Optimize Cameras Alignment*, kde zaškrtneme všechna políčka v okně *Generals*. Po spuštění funkce se nám vypočtou odchylky v jednotkách metry na jednotlivých vlíčovacích bodech, které byly dostatečně víckrát označeny na snímcích a poupraví se poloha kamer. Pokud některý z bodů vykazuje příliš velkou chybu, např. v centimetrech a my se snažíme dosáhnout výsledku v milimetrech, je lepší tento bod z dalšího procesu odpojit v záložce *Markers*.



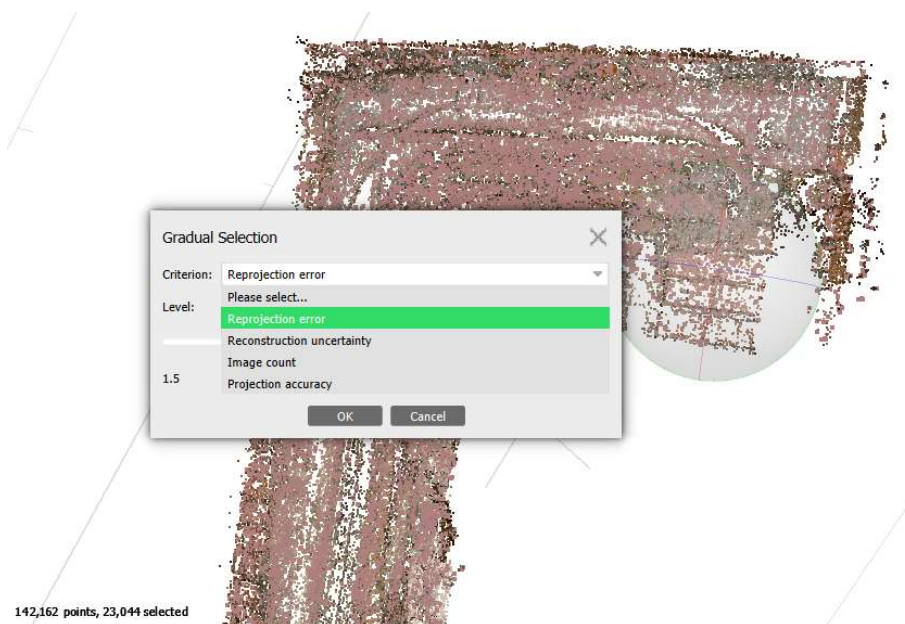
Obr. 42 Označení vlíčovacích bodů

Jsou-li na snímku umístěny vlíčovací body, je označen zelenou vlaječkou. Pokud jsou na snímku vlíčovací body, ale nebyly ještě umístěny, je snímek označen vlaječkou šedou. (Obr. 42)

Pro další výpočet je ještě potřebné nastavit přesnost výstupních hodnot vlíčovacích bodů a snímků. To můžeme nastavit v záložce *Reference Settings*, nacházející se v malé liště nad okénkem s „chunky“. V políčku *marker acuracy* a *Scale bar acuracy* nastavíme hodnotu 0.005 m, která odpovídá výstupu v měřítkách 1:10 a zároveň by měla odpovídat geodetické přesnosti měření vlíčovacích bodů. (viz příloha C, potokoly výpočtu MS)

7.2.3.2. Filtrace řídkého mračna

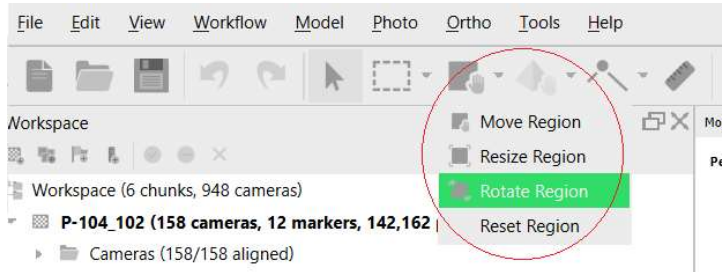
Máme vytvořené řídké mračno, to je zatíženo šumem a odlehlými body, které je potřeba odfiltrovat. Toho dosáhneme pomocí funkce *Gradual Selection*, kterou nalezneme v záložce model v pravém horním rohu. Při ředění mračna je potřeba dávat pozor, aby mračno nebylo zředěno příliš. Mohla by se pak při dalším výpočtu ztratit některá místa modelu nebo detaily, které chceme zachovat, nebo by příliš zředěné mračno mohlo ovlivnit výslednou deformaci modelu. Funkce má několik možností kritérií výběru odlehlých bodů, které se nacházejí v rozbalovacím menu *Reprojection error*, *Reconstruction uncertainty*, *Image count* a *Projection accuracy* (Obr. 43). Ve většině případů bylo použito doporučené nastavení *Reprojection error*. Hodače ve výukových videích a to *Reprojection error 0.5*, *Reconstruction uncertainty 6*, *Image count 2* a *Projection accuracy 10*. Především parametr *Reconstruction uncertainty* byl v některých případech zvýšen na 10.0 nebo v případě portálu K19 bylo ponecháno vyšší číslo 20, aby bylo zachováno dostatek bodů v mračnu pro další výpočet. Těmito funkcemi se nám automaticky označí množina bodů, kterou pak jednoduše pomocí klávesy *delete* odmažeme. Po odmazání bodů je potřeba znova zkontrolovat chyby vlíčovacích bodů a znova nechat optimalizovat polohu kamer a jejich kalibrace, případně projít celý koloběh filtrace bodů znova tak, aby zůstaly pouze body splňující výše zmíněné odchylky.



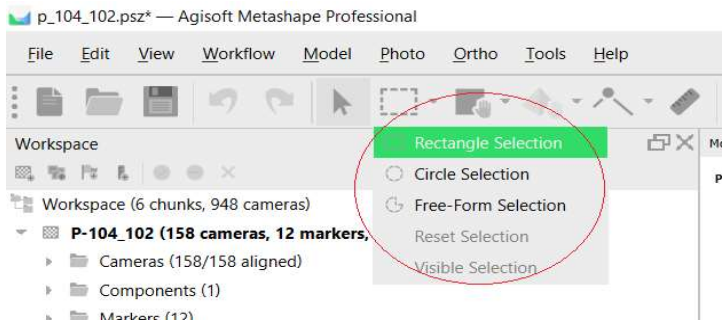
Obr. 43 Filtrace řídkého mračna

7.2.3.3. Výpočet husté mračno

Posledním, co je třeba před výpočtem hustého mračna učinit, je úprava regionu, ve kterém se mračno bude počítat. To lze nalézt v horní pracovní liště (Obr. 44). Zmenšíme a natočíme region pouze na zájmovou oblast. Případně řídké mračno o nadbytečné části ořízneme. (Obr. 45)



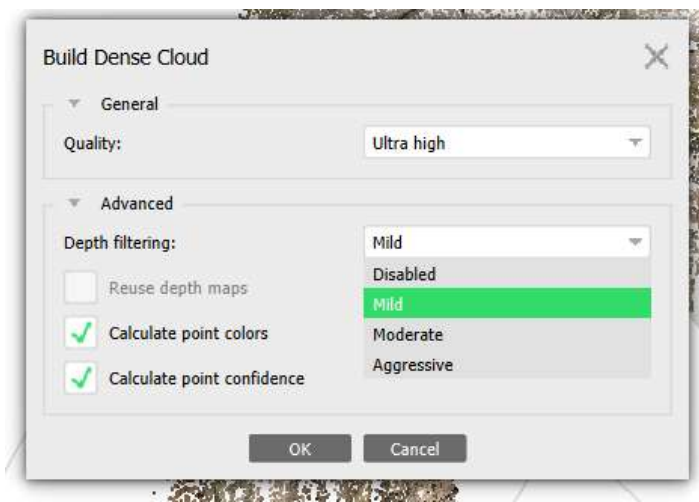
Obr. 44 Funkce rotace regionu



Obr. 45 Funkce oříznutí

Následně již můžeme spustit výpočet hustého mračna. Funkci pro výpočet nalezneme v záložce *workflow*, funkce *Build dense cloud*, opět se nám zobrazí nastavení funkce. (Obr. 46) Zde si můžeme opět vybrat v okně *Quality* jak podrobné výsledné mračno má být a opět se od tohoto odvíjí doba výpočtu. Čím kvalitnější mračno, tím delší doba výpočtu. V našem případě bylo použito nejpodrobnější nastavení *Ultra high*. Každé nižší nastavení pracuje se zmenšenými snímky, zatímco *Ultra high* pracuje se skutečnými snímky. Po rozvinutí okna *Advanced*, si můžeme nastavit *Depth filtering*, neboli hloubkovou filtraci, která ovlivňuje, jak moc členitý model bude. Zde můžeme volit mezi 4 možnostmi. *Disabled* kdy je filtrace vypnuta, *Mild* která více vyjádří členitost objektu, avšak některé detaily rovných ploch mohou být ztraceny, *Agressive* je určena především pro rovné plochy, kde nejsou nijak výrazné detaily a *Moderate* je pak kombinace obou metod. V našem případě bylo po

testování na dvou portálech zvoleno metody *Mild*, neboť většina portálů je prostorově členitější s výraznějšími detaily bez příliš velkých rovných ploch.

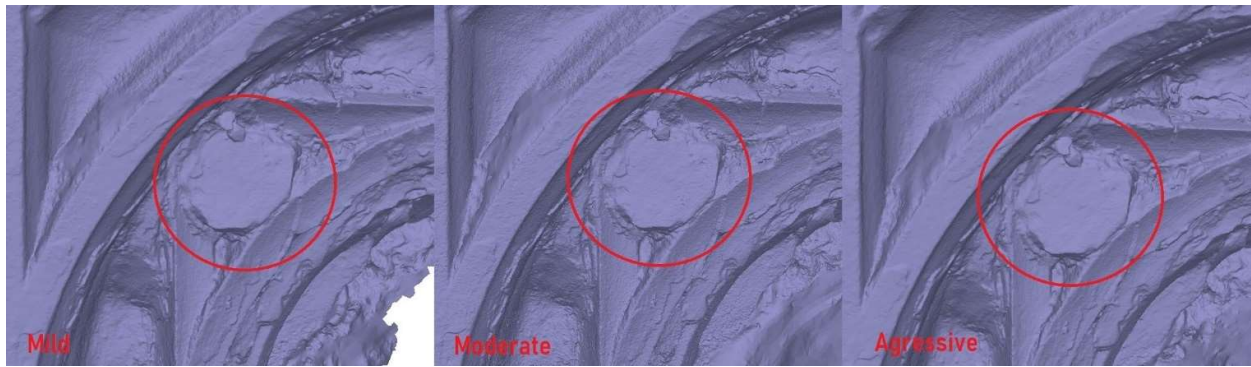


Obr. 46 Nastavení funkce Build Dense Cloud

Testování nastavení funkce Build dense cloud

S nižší kvalitou mračna nebylo třeba příliš experimentovat z důvodu, že výpočet na kvalitu mračna *Ultra high* trval v řádu pár hodin. Pouze u portálu P27-28(B) bylo potřeba spojit mračna v softwaru CloudCompare, kde objemnost mračna v této kvalitě zamezovala plynulé práci a odezva softwaru byla neúměrná. Bylo zvoleno řešení, že kompletní 3D model portálu bude v nižší kvalitě mračna, zatímco jednotlivé části portálu budou v kvalitě vyšší.

Experimentováno bylo především s nastavením hloubkové filtrace, kde bylo zjišťováno, jak která filtrace nejlépe zachovává detaily. Ve výsledku všechny tři metody vychází velmi podobně a ke ztrátě detailu příliš nedochází. Bylo tedy rozhodnuto použít nastavení *Mild* pro všechny portály (Obr. 47). Kde bylo více zkoušeno, zda některá metoda nevyhází lépe, byl portál K19. Zde zbylé dvě metody přinesly spíše horší výsledky. Portál je více členitý do hloubky a některá místa portálu nebyla nastavením *Aggressive* a *Moderate* vypočítána nebo byl portál příliš deformován, proto bylo zvoleno nastavení *Mild*.

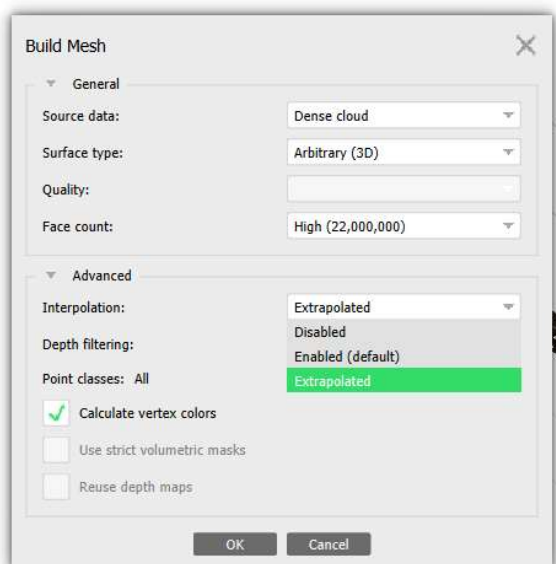


Obr. 47 Porovnání hustých mračen: Mild (vlevo), Moderate (uprostřed), Aggressive (vpravo)

7.2.4. Plošný model

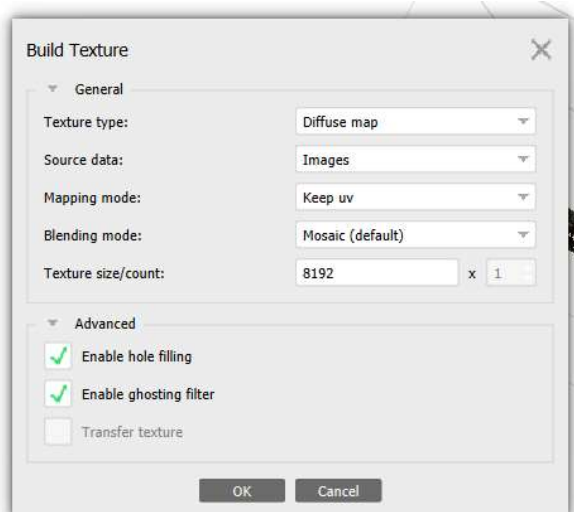
Po vytvoření hustého mračna opět nastává jistá forma filtrace bodů. Často se v mračnu objeví šum bodů nebo nepřesně vypočtené body, které tam nemají být, nebo je mračno stále příliš velké. Nyní nastává čas mračno ještě o tyto body očistit pomocí funkce *Rectangle selection* a vybrat tyto body a následně klávesou *Delete* odstranit, případně dopravit region, ve kterém se body počítali. Může to mít vliv i na počítání plošného modelu (3D model), kdy se mohou plošky vytvořit i na místě před modelem a model je následně potřeba z těchto plošek vyřezat jen na zájmová místa. Nyní můžeme spustit výpočet modelu. Tato funkce se opět nalézá v záložce *Workflow* a funkce *Build mesh*, kdy se nám otevře dialogové menu s možnostmi nastavení výpočtu rozděleným do dvou částí *Generals* a roletového okna *Advanced*. (Obr. 48) V *Source data* vybíráme, z jakého mračna bude model čerpat zdrojová data. Máme na výběr ze tří možností. Řídkého mračna (*Tie point*), hustého mračna (*Dense cloud*) a hloubkové mapy (*Depth maps*). Zde ponecháme možnost *Dense cloud*. V záložce *Surface type* vybíráme, o jaký typ objektu se jedná. Pokud se jedná o 3D prostorový model, vybereme možnost *Arbitrary(3D)*, pokud by se jednalo spíše o plošný model bez výrazných členitých částí, můžeme zvolit možnost *Height field (2.5D)*. *Quality* je položka přebírána z kvality zdrojového mračna. *Face count* určuje maximální množství plošek, zde ponecháme možnost *High*, aby byly plošky co nejjemnější. Máme zde možnost nastavit i vlastní hodnotu. Nyní se dostáváme do části okna *Advance*, kde si můžeme vybrat, zda se má modelu předvypočítávat barva v záložce *Calculate vertex colors*, položka *Depth filtering* se přejímá ze zdrojových dat, tedy z nastavení *Mild* a poslední nastavením je *Interpolation*, kde máme tři možnosti. *Enabled (default)*, tedy částečnou interpolaci prázdných ploch, *Extrapolated*,

kdy se software pokusí dopočítat přibližný průběh chybějících míst v mračnu a *Disabled*, kdy software pouze spočte model mezi dosavadními body v relativní blízkosti. Ve většině případech bylo použito nastavení *Extrapolated*.



Obr. 48 Nastavení funkce Build Mesh

Po vypočtení modelu je možno vypočítat texturu z použitých snímků tak, aby nabyl model reálnějšího dojmu. Někdy je ovšem textura spíše na škodu. Tuto funkci nalezneme v záložce *Workflow, Build texture*. Zde bylo ponecháno výchozí nastavení. (Obr. 59)



Obr. 49 Nastavení funkce Build Texture

7.2.5. Ortofoto

Nyní se přesuneme k tvorbě ortofota. To lze vytvořit pouze na základě plošného modelu. Funkci, kterou potřebujeme, najdeme v záložce *Workflow, Build orthomosaic*. Opět se nám otevře okno s nastavením funkce. Prvním krokem je určení roviny ortofota. Opět je na výběr z několika možností a to *Geographic, Planar* a *Cylindric*. Pro naši práci je nejvyužitelnější *Planar*. Tato možnost nám dovolí v roletovém menu zvolit rovinu orientovanou pomocí vlíčovacích bodů. Následně zvolíme tři body, které nám určí rovinu ortofota. Kombinace dvou bodů tvoří horizontální osu a druhá kombinace vertikální osu. Volba bodů je pro každý portál individuální. Dalším nastavením je *Blending mode* (prolnutí), který ovlivňuje hranice jednotlivých dílců mozaiky. Zde můžeme volit mezi *Mosaic, Average* a *Disabled*. Funkce *Mosaic* využívá všech snímků daného místa a smíchá je dohromady. Výsledkem jsou plynulé přechody mezi jednotlivými částmi obrazu. Při funkci *Disabled* budou vidět jednotlivé přechody mezi dílci mozaiky, protože funkce přebírá skutečnou hodnotu pixelu. Použití nastavení *Average* je podobné funkci *Mosaic*, avšak přebírá pouze váženou průměrnou hodnotu ze všech snímků. Posledním nastavením, které je potřeba před výpočtem nastavit, je velikost výsledného pixelu. Ta se odvíjí od požadovaného měřítka ortofota, v našem případě měřítka 1:10, kde se velikost pixelu pohybuje mezi 0.2-0.3 mm (tato hodnota vychází z přesnosti grafického měřítka daného výstupu), která odpovídá geodetické přesnosti na vlíčovacích bodech 3 mm. Ortofoto se po vytvoření uloží do „chunku“, kde jej dále můžeme před exportem upravovat. Vytvořené ortofoto může obsahovat jisté nedostatky, kdy může být část obrazu deformována, či tmavší, oproti zbytku. Tyto defekty se můžeme pokusit opravit záplatováním funkcí *Draw polygon, Assign image*, kdy se nám v okně zobrazí, které snímky daný plát ohraničený nakresleným polygonem obsahuje. Snímky můžeme vypínat a zapínat dle libosti, avšak změny se do ortofota propíší až po znovu přepočítání mozaiky. Jako dobrá volba se osvědčilo vybírat malé množství snímků, které nejlépe pokrývají danou oblast a jsou ostré. Následně můžeme výsledné ortofoto exportovat ve formátu TIFF nebo JPEG. V nastavení výstupu nastavujeme co možná největší kvalitu obrazu mezi 90–100 a zaškrtneme políčko *Write world file (K ortofoto formátu TIFF bude vytvořen georeferenční soubor formátu TFW, kde jsou uloženy souřadnice rohů a velikost pixelu)*, jinak další nastavení ponecháme.



Obr. 50 Vytvořené ortofoto portálu K19

Vytvořené ortofoto s velikostí rozlišení 0.3 mm pixelu. (Obr. 50) Na některých místech si můžeme povšimnout míst, která jsou rozmazaná či jinak deformovaná. (Obr. 51) kvalitu těchto míst můžeme opravit pomocí funkcí *Draw polygon, Assign image*. (Obr. 52) Po opravě se stále mohou vyskytnout lokální rozmazaná místa, ta jsou způsobena nedostatkem snímků nebo je většina snímků místa rozmazaná. (Obr. 53)



Obr. 51 Deformované a rozmazané ortofoto



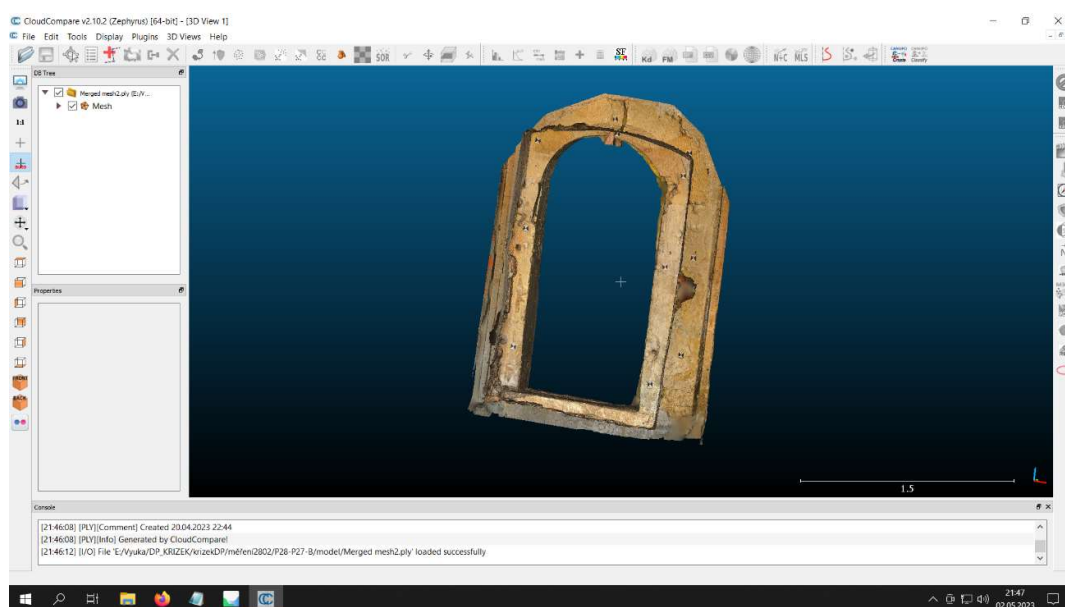
Obr. 52 Proces záplatování ortofota



Obr. 53 Opravované ortofoto, červeně vybraná některá problémová místa

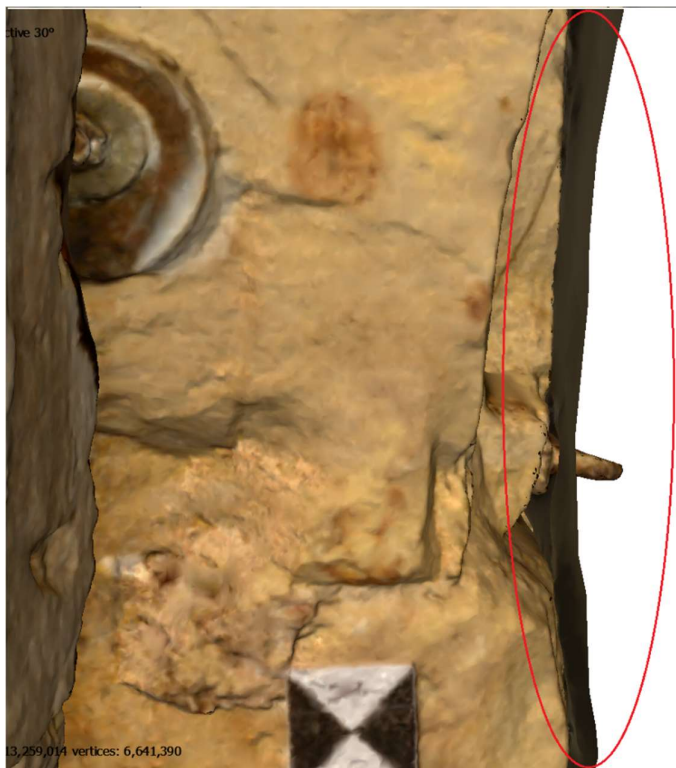
7.2.6. Propojení modelů v CloudCompare

U portálu P27-28(B) se z neznámých důvodů nezdařilo vytvořit kompletní model portálu, pouze dílčí části. Bylo tedy přistoupeno k tomu, že se tyto části propojí externě a později se zpět importují do softwaru Metashape. K propojení byl využit software CloudCompare. Ze softwaru Metashape byl vyexportován plošný model obou částí ve formátu PLY. Kvůli velikosti souboru bylo přistoupeno k tomu, že obě části musely být vypočteny v menší kvalitě (*Medium*) podrobnosti mračna. Obě části modelů byly současně nahrány do softwaru CloudCompare, kde byly propojeny a základě v souboru zapsaných souřadnic vlíčovacích bodů. (Obr. 54) Oba modely pak byly sloučeny pomocí funkce *Merge* a znova exportovány ve formátu PLY a následně zpět importovány do softwaru Metashape.



Obr. 54 Propojený model portálu P28-27(B) v CloudCompare

Spojené modely měli původně ponechány větší přesahy, které ke konci nepřiléhali k sobě. (Obr. 55) Bylo přistoupeno k ořezání modelu na pomezí vlíčovacích bodu umístěných v průchodu portálu. Takto spojené modely k sobě přiléhaly mnohem lépe bez výrazných nesouladů. (Obr.56)



Obr. 55 Špatné přiléhání modelů s delšími přesahy



Obr. 56 Spojení modelů v místech vřícovacích bodů

8. Výstupy

Nyní bude kapitola věnována výsledným výstupům požadovaných zadavatelem. Výkresová dokumentace byla vytvářena v softwaru MicroStation a 3D model byl exportován ze softwaru Metashape.

8.1. Výkresová dokumentace

Jedním z požadovaných výstupů je ortofoto 1:10 tak, aby splňovalo náležitosti měřické dokumentace. Dílčími výkresy jsou pak výkresy detailů a profilací v měřítkách 1:2. Exportované ortofoto je tedy připojené jako rastr do softwaru MicroStation. Zde je opatřeno rámečkem, popisovým polem obsahující náležitosti o místě, vyhotoviteli, pro koho je dokumentace vyhotovena, měřítko, použitém souřadnicovém systému a co se přesně na výkresu nachází. Dále výkres obsahuje síť křížků, grafické měřítko, orientační mapku s vyznačenou situací. U portálů, kde byla doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D. a Mgr. Michaelou Ramešovou, Ph.D. poskytnuta výkresová dokumentace profilů portálů, je možno v digitální podobě PDF porovnat řez profilem vytvořeným v rámci práce s dokumentací pořízenou. Tyto profilace jsou řezy modely při pohledu z vrchu na portál. Většina těchto informací se nachází ve výkresu ve vlastní vrstvě a je možno je vypínat podle potřeby. Ortofoto je ve výkresu obecně umístěno podle informací z georeferenčního souboru TFW. Do výkresu jsou následně umístěny vlíčovací body. Po umístění všech těchto náležitostí je výkres připraven k tisku. Soubor s výkresem je zvláště ukládán do formátu DGN a DGW a výkres samotný je tištěn do formátu PDF. Při tisku je potřeba zkontrolovat pracovní jednotky, které by měly být určeny s přesností na 3 desetinná místa. Tisk se provádí pomocí ohrady, kdy je označen rámeček výkresu. Vybere se vhodný ovladač tisku, v našem případě takový, který podporuje následnou zapínatelnost/ vypínatelnost jednotlivých vrstev výkresu. Nastavíme rozměry papíru a měřítko tisku. Následně proběhla úprava vypínatelnosti vrstev v softwaru Adobe Acrobat a to tak, aby se při zapnutí výkresu objevily pouze některé vrstvy výkresu a zbylé si mohl uživatel zapínat podle potřeby. Celkově bylo vyhotoveno 21 výkresů. Použité vrstvy pro výkres naleznete v tabulce 3 a elektronické příloze 2. Seznam vyhotovených ortofot přiložených k práci naleznete v tabulce 4 a tištěné příloze A3. Vyhotovené výkresy dále naleznete v elektronické příloze B8 ve formátech DGN, DGW a PDF.

Název vrstvy	Popis obsahu vrstvy
Ortofoto	Ortofoto
Ortofoto_detail	Ortofoto detailní pohled
Profilace	Profilace
Profilace_Rykl	Profilace/Náčrty poskytnutá doc. Ryklem Ph.D.
Profilace_Ramešová	Profilace poskytnutá Mgr. Ramešovou Ph.D.
Profilace_1995	Profilace/Náčrt J.J. Outrata 1995
Profilace_vektorizace	Vektorizovaná profilace
Popiska+situace	Popisová tabulka, situace a poznámky
Meritko_grafické	Grafické měřítko
Koty_vyskove	Výškové kóty
Sit_krizku	Sít křížků
Vlicovaci_body	Vlíčovací body nachází-li se ve výkresu
X_ram_tisk	Rám pro definování tisku
X_ram_vykres	Rám výkresu
Chyby	Vyznačení chyb ortofota

Tabulka 3 Použité vrstvy

Označení	Název výkresu	Měřítko	
O 01	ORTOFOTO - PORTÁL P104-102	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 02	ORTOFOTO - PORTÁL P104-102	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 03.1	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 03.2	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 04.1	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 04.2	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 04.3	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:2
O 05	ORTOFOTO - PORTÁL P107-106	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 06	ORTOFOTO - PORTÁL P107-106	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 07	ORTOFOTO - PORTÁL P117-110	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 08	ORTOFOTO - PORTÁL P117-110	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 09.1	ORTOFOTO - PORTÁL P25-26	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 09.2	ORTOFOTO - PORTÁL P25-26	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 10	ORTOFOTO - PORTÁL P25-26	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 11	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(A)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 12	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(A)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 13.1	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(B)	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 13.2	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(B)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 14	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(B)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 15	ORTOFOTO - PORTÁL K19	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 16	ORTOFOTO - PORTÁL K19	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2

Tabulka 4 Seznam vyhotovených výkresů

8.2. 3D model

Dalším požadovaným výstupem jsou 3D modely ze softwaru Metashape. Jejich tvorba je popsána v kapitole plošný model. Tyto modely budou následně exportovány do formátu PLY a prezentační modely do formátu PDF 3D. To však s takhle objemnými daty může být problém tak, že se model nebude vykreslovat. Při spuštění dokumentu tedy bylo přistoupeno k ředění plošek v softwaru Metashape. To uděláme pomocí funkce *Decimate mash*. Pomocí této funkce zmenšíme počet plošek na únosnou mez tak, aby se model v dokumentu vykresloval.

Vyhotovené modely ve formátech PDF 3D naleznete v elektronické příloze B7, seznam vyhotovených modelů naleznete v tištěné příloze A4 a tabulce 5.

Označení	Název	Formát
M 01	PORTAL_P104-102	pdf 3D
M 02	PORTAL_P106-108	pdf 3D
M 03	PORTAL_P107-106	pdf 3D
M 04	PORTAL_P117-110	pdf 3D
M 05	PORTAL_P25-26	pdf 3D
M 06	PORTAL_P28-27(A)	pdf 3D
M 07	PORTAL_P28-27(B)	pdf 3D
M 08	PORTAL_K19	pdf 3D

Tabulka 5 Seznam vyhotovených modelů

9. Zhodnocení přesností

Nyní bych zmínil přesnosti, kterých bylo během práce dosaženo. Zmíněna bude přesnost geodetických měření, které bylo dosaženo i za sťažených podmínek. Dosažená přesnost na vlícovacích bodech 3D modelů a přesnost a deformace ortofoto. Bude i porovnáno, jak profilace modelů odpovídá profilaci poskytnuté doc. Ing. Michale Ryklem, Ph.D. a Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D.

9.1. Geodetické měření

Zde můžeme porovnávat několik parametrů. Jelikož naše měření bylo provedeno v místní měřičské síti a navíc pomocí polygonu, nemohla vzniknout kontrola polohových souřadnic jednotlivých stanovišek. Kontrola, kterou můžeme provést, je kontrola na připojovacích výškách stavby v Bpv. Dále pak měření vzdáleností mezi stanovisky, zda k sobě jednotlivá měření sedí a jako poslední kontrola mohou být použity dvakrát měřené vlícovací body. U těchto dvakrát měřených bodů můžeme porovnat souřadnicové odchylky.

Mezi body	Tam [m]	Zpět[m]	Rozdíl[mm]
1.NP			
4101-4102	3.182	3.181	1.0
2.NP			
4001-4002	7.689	7.690	1.0
4002-4003	18.578	1.579	1.0
4003-4004	8.401	8.399	2.0
4004-4005	6.506	6.507	1.0
4004-4006	6.275	6.276	1.0

Tabulka 6 Dvakrát měřené vzdálenosti

Největším dosaženým rozdílem dvakrát měřené vzdálenosti je vzdálenost mezi body 4003 a 4004 dosahující 2.0 mm. (Obr. 31)

Bod	Skutečná výška[m]	Vypočtená výška[m]	Rozdíl [cm]
1.NP			
7001	194.500	194.510	1.0
7851	195.400	195.470	7.0
2.NP			
1001	199.000	199.008	0.8

Tabulka 7 Výsledky kontrolního měření výšek

Kontrolní měření převýšení mezi dvěma vágrysy nevykazuje příliš vysokou přesnost. Měření mezi body 7000–7001 a 1000–1001 (Obr. 31) s rozdílem do jednoho centimetru je relativně přijatelné, ovšem měření mezi body 7000–7851 s rozdílem 7 cm je k zamyšlení, kde vznikla chyba. (Tabulka 7) Jako výsledné měření bylo použito měření mezi body 7000 a 7001. Ostatní kontrolní měření vychází přijatelně a v mezích. Neznáme podmínky, za kterých tyto vágrysy vznikaly, ani s jakou chybou nebo s jakými pomůckami. Vyznačená výška na stěně byla pouze v jednotkách cm.

Bod	1.měření			2.měření			Rozdíl		
	X[m]	Y[m]	Z[m]	X[m]	Y[m]	Z[m]	ΔX [m]	ΔY [m]	ΔZ [m]
1.NP									
48	1001,316	1008,562	195,486	1001,317	1008,564	195,488	-0,001	-0,002	-0,002
57	1010,319	1003,601	195,530	1010,323	1003,604	195,530	-0,004	-0,003	0,000
60	1010,314	1004,655	195,429	1010,317	1004,659	195,429	-0,003	-0,004	0,000
2.NP									
28	5030,124	1011,367	198,611	5030,125	1011,366	198,612	-0,001	0,001	-0,001
29	5030,097	1011,411	199,299	5030,097	1011,410	199,300	0,000	0,001	-0,001
30	5030,139	1011,354	200,016	5030,14	1011,352	200,017	-0,001	0,002	-0,001

Tabulka 8 Dvakrát měřené vlíčovací body

Dvakrát měřené vlíčovací body z různých stanovisek nevykazují nijak zásadní chybu. Největší chyby dosahují souřadnice X a Y a to maximálně hodnoty 4 mm. Zet souřadnice pak dosahuje maxima 2 mm. (Tabulka 8)

V zápisníku byl nalezen pravděpodobně špatný odraz při měření z bodu 4002 na bod 4003 a vzdálenost na tento bod byla o cca 1 m delší, než být měla. Taktéž mohlo dojít ke špatnému zadání konstanty odrazného štítku. Tento problém byl vyřešen výpočtem stanoviště 4003 jako volného stanoviště. Po tomto výpočtu další výpočty odpovídaly.

9.2. Přesnost výpočtu orientace fotogrammetrických projektů

Přesnost, s jakou je projekt vypočten, vyjadřuje střední souřadnicová odchylka vlíčovacích bodů (tabulka 5). Tato chyba promítá jak přesnost fotogrammetrické metody, tak přesnost geodetického měření. Přesnost na všech projektech dosáhla požadované přesnosti pro výstup v měřítku 1:10, tedy hodnoty 2-3 mm při apriorní přesnosti 5 mm. Nejvyšší hodnota střední souřadnicové odchylky lehce překračovala hodnotu 3 mm, tedy byla pro výstup použita horní hranice.

Protokoly naleznete v elektronické příloze B3, Protokol měření Groma.

Portál	Přesnost [m]	počet vlíčovacích bodů
P104-102	0.0029	12
P106-108	0.0028/0.0034	11
P107-106	0.0009	8
P117-110	0.0029	8
P25-26	0.0033	16
P28-27(A)	0.0016/0.0019	6
P28-27(B)	0.0021/0.0020	9/16
K19	0.0010	6

Tabulka 9 Přesnosti modelů. U portálů, u kterých bylo nutno rozdělit model do více částí jsou uvedeny přesnosti obou modelů.

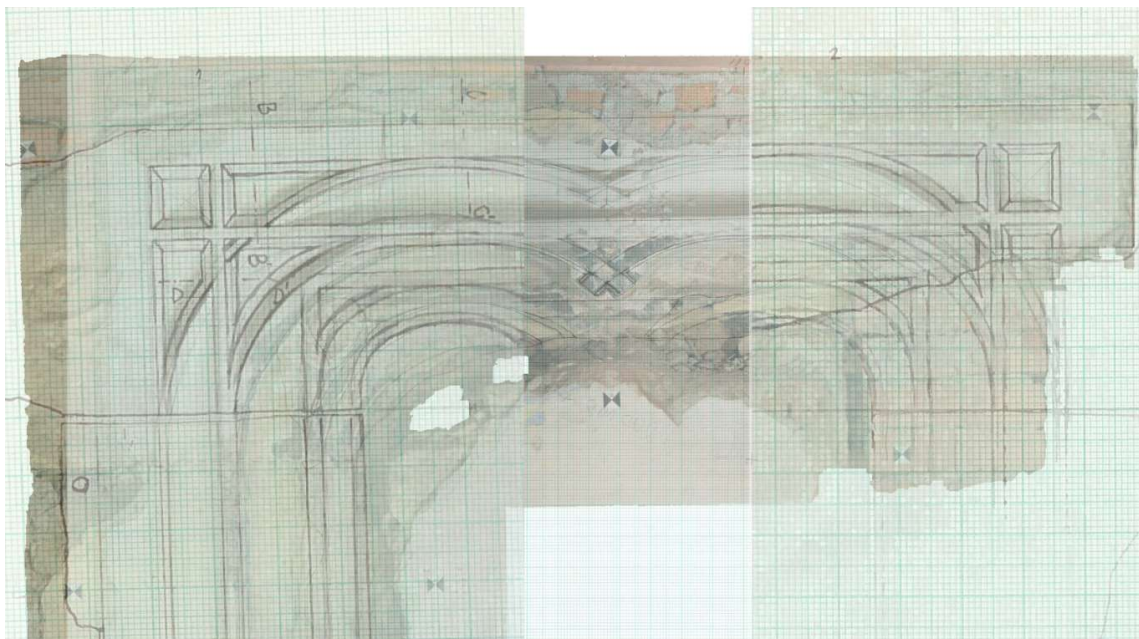
Dalším menším porovnáním může být porovnání řezu profilací portálů s profilací portálů pořízenou a Mgr. Michaelou Ramešovou, Ph.D., doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D. a jeho studenty, popřípadě s dokumentací pořízenou během prvních rekonstrukčních prací objektu. Výkresy ve formátu DGN, WFG a PDF v elektronické příloze B8.

9.3. Přesnost ortofoto

Přesnost ortofoto je závislá na kvalitě a přesnosti modelu, ze kterého vychází. Je svázaná s přesností vlíčovacích bodů a z toho vyplývající střední souřadnicovou odchylkou určující výslednou přesnost a měřítko ortofota. Pro měřítko 1:10 je používáno rozlišení pixelu 0.3-0.5 mm, které bylo nastaveno u všech ortofoto.

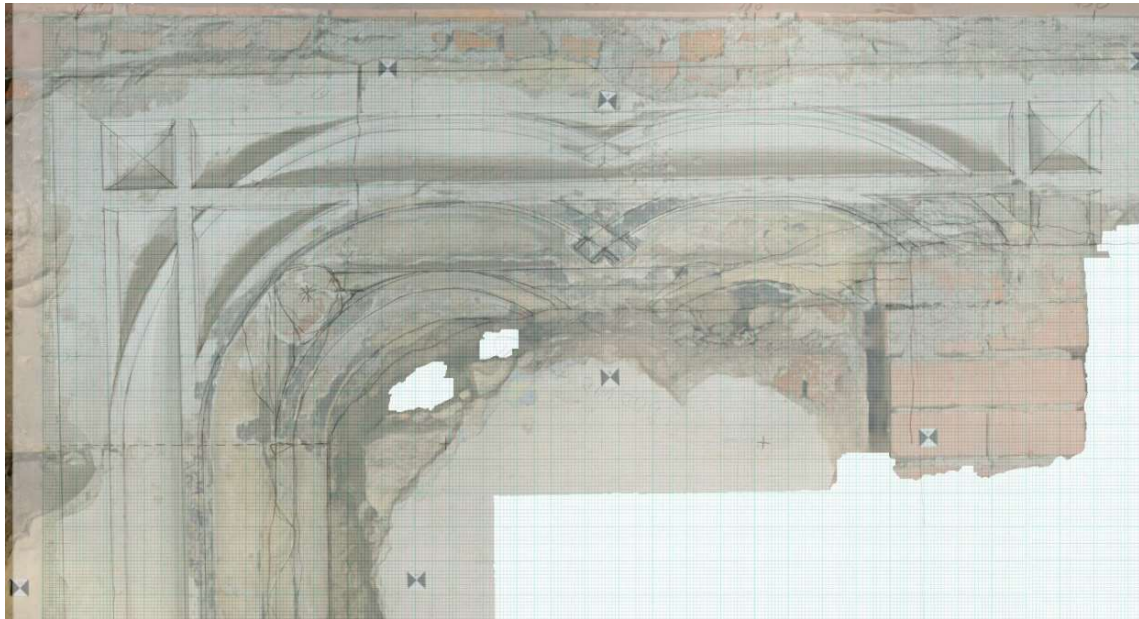
Vygenerovaná mozaika ortofota vykazovala nedokonalosti, které bylo potřeba opravit (Obr. 51). Tyto nedokonalosti byly nalezeny na všech mozaikách. Následná snaha tato lokální místa opravit prostřednictvím záplat tvořených výběrem 1 do max 3 snímků s lepší kvalitou nebo minimem chyb pro opravu oblasti, vedlo k výraznému zlepšení některých míst ortofota po přepočítání. (Obr.53) Některá místa nebylo možné dostatečně opravit, tady vedla snaha k tomu, aby chyba, která na snímku zůstane, byla co nejmenší. Tyto chyby byly zapříčiněny nekvalitními snímky např. příliš tmavý snímek nebo naopak příliš světlý snímek, či vysoká míra rozmazanosti snímku. (Nejčastější u snímků pořízených pomocí videa) Tyto chyby taktéž mohou zapříčinit vznik děr v ortofoto. Místa rozmazání ortofota v některých místech, kde nebylo dostatek ostrých snímků nalezneme prakticky na každém snímku ortofoto, u nejvíce nápadných míst jsou vyznačena ve vlastní vrstvě.

Vlastní částí porovnání ortofota je jejich nalícování na poskytnutou dokumentaci. Náčrtky byly zvětšeny do měřítka ortofota a přes jasně viditelný bod na sebe napasovány. Toto bylo možné provést jen u několika málo portálů. (P104-102,P107-106 a P117-110) Pouze u portálu P104-102 mohlo dojít i k srovnání dokumentace J.J. Outraty s dokumentací pořízenou studenty Doc. Ing. Michalem Ryklem, Ph.D. (Obr. 57)

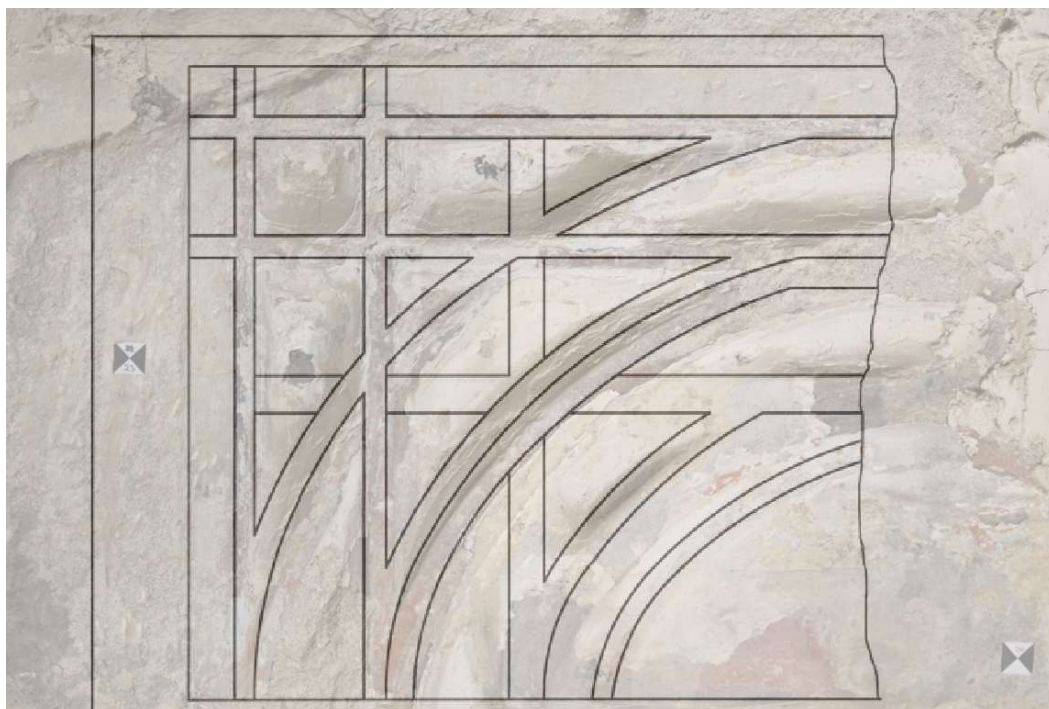


Obr. 57 Porovnání dokumentace studentů doc. Rykla s J. J. Outratou s ortofotem v softwaru MicroStation

Přes mírné odchylky obě dokumentace na sebe velice dobře líčují, a to i s mnou vytvořeným ortofotem. Tyto srovnání pro další portály P107-106, P117-110 a K19 naleznete v elektronické příloze B8 ve formátech DXF, DGW a PDF.



Obr. 58 Porovnání ortofota a nánosem studentů doc. Rykla



Obr. 59 Porovnání ortofota portálu P107-106 s dokumentací studentů doc. Rykla

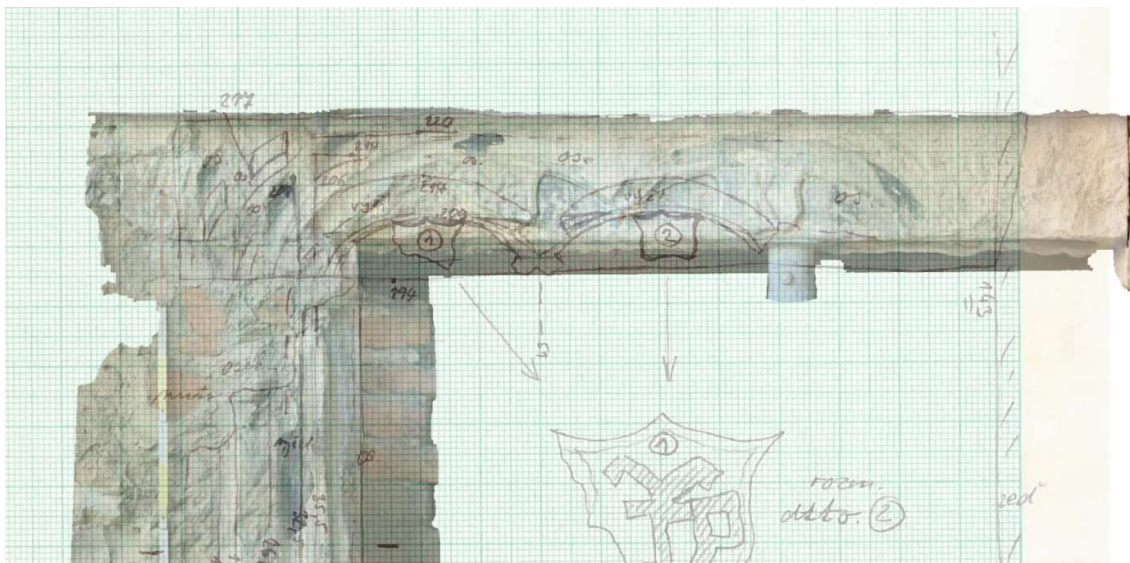
Náčrt portálu P107-106 s ortofotem (Obr.59) již k sobě nesedí poněkud více. V některých místech ortofoto nelíčuje s náčrtem o cca 2 cm v jiných místech pak náčrt s ortofotem sedí velmi dobře. To může být způsobeno nepřesností metody IBMR ale i lokální deformací ortofota např. způsobenou opravou ortofota plátováním.



Obr. 60 Porovnání ortofota portálu P117-110 s náčrtem studentů doc. Rykla

Ortofoto portálu P117-110 porovnané s náčrtem studentů doc. Rykla dopadlo také velmi dobře. Jemné odchylky náčrtu s ortofotem by se našly především v oblých částech portálu. (Obr. 60)

Nejhůře dopadl portál K19, který byl vytvořen pouze na základě snímků pořízených videem. Pro jeho porovnání se naskytla pouze možnost s dokumentací vytvořenou J. J. Outratou v roce 1995. Zde sloup portálu velmi dobře odpovídá náčrtu a však proporce překlenutí portálu je poněkud delší, než náčrt naznačuje. (Obr. 61)



Obr. 61 Porovnání ortofota portálu K19 s náčrtem J. J. Outraty

9.3.1. Použití videa pro tvorbu ortofota

U videa bylo především zkoumáno, zda dokáže poskytnout kvalitní model srovnatelný s modelem vzniklým ze snímkování. Dále byla testována kombinace, kdy byly snímky z videa kombinovány se snímkováním, zda výsledný model dopadne lépe. Toto testování proběhlo na portálu P28-27(A).

Obr. 62 ukazuje neupravené ortofoto vzniklé čistě na podkladě snímků pořízených z ruky a z monopodu. Jsou patrna poměrně tmavá místa ortofota, která budou řešena pomocí plátování tak, aby ortofoto působilo jednotně.

Obr. 63 ukazuje použití pouze snímku pořízených pomocí videa. Zde nedošlo k provázání všech snímků a propojily se pouze snímky spodní poloviny portálu. Ortofoto, i když kvalitou je poněkud horší, co se týče rozmazaných míst, barevně se jeví velmi dobře.

Obr. 64 je vyobrazení použití kombinace obou předešlých metod. Kombinace obou metod se jeví jako zdařilá. Vrchní část oblouku po vizuální stránce ortofota vypadá mnohem lépe. Některá tmavší místa i některé nedokonalosti portálu vymizely.

Použití kombinace klasického snímkování z ruky nebo z monopodu doplněné o snímky pořízené videem se jeví jako vhodná metoda pro kvalitní výstup. Pro kvalitní snímky z videa

je však zapotřebí dělat delší pauzy u snímání tak, aby se fotoaparát zaostřoval, což způsobuje prodloužení prací.



Obr. 62 Neupravované ortofoto portálu P28-27(A) pouze klasické snímání



Obr. 63 Neupravované ortofoto vzniklé na základě snímků z videa



Obr. 64 Upravované ortofoto vzniklé na základě kombinace videa a klasických snímků



Obr. 65 Rozmazaný snímek z metody videa

Portál K19 jak bylo již několikrát zmíněno byl tvořen za pomoci pouze snímků z videa bez použití vlícovacích bodů. Čistě použití těchto snímků vede k tomu, že se nevyhneme použití i méně kvalitních snímků. (Obr 65) Výsledkem toho jsou místa ortofota, která budou rozmazaná, nebo pro ně nebyl dostatek zdrojových dat ze snímků, tedy tvoří trhliny v celistvosti ortofota. Tato rozmazaná místa vedla k tomu prakticky zaplátovat celé ortofoto a vybírat pouze kvalitnější snímky. Těchto kvalitnější snímků bylo jen omezené množství a nebyly dostupné na všech místech, přesto se oprava pomocí zaplátování dle mého úsudku zdařila. Dále pro nepřístupnost portálu geodetickému měření nebylo možné umístit vlícovací body pro orientaci modelu, tedy bylo využito oměrných měř. Tyto míry byly odebrány ze skládacího metru, pravítka a latě umístěné okolo portálu. Přesnost střední chyby těchto kontrolních měř naleznete v Obr. 66. Tato apriorní přesnost vychází až velmi podezřele přesně.

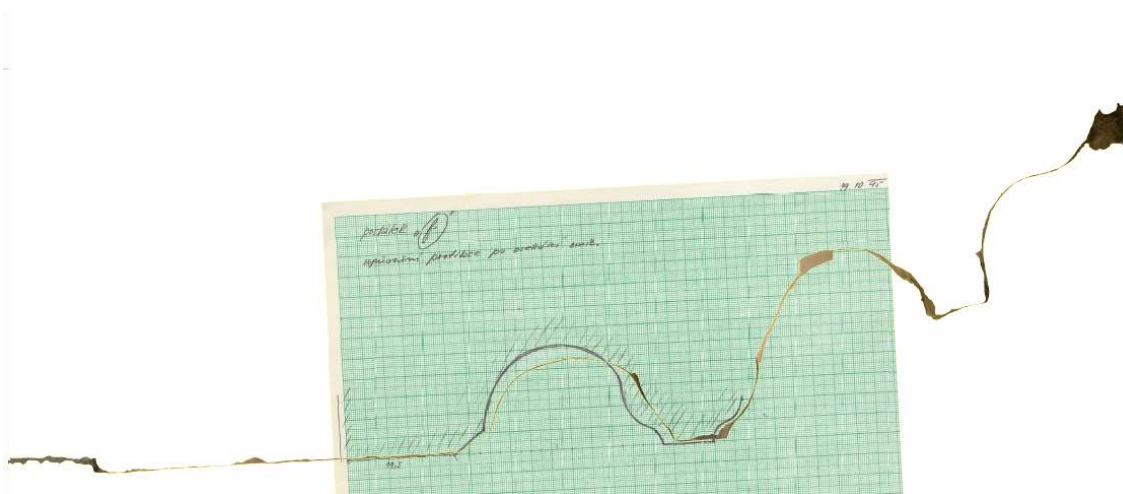
✓	L20_L190	0.001000	1.250000	-0.000043
✓	M0_M20	0.001000	0.200000	-0.000085
✓	S180_S10	0.001000	1.700000	0.000040
Total Error				
	Control scale bars			0.000060
	Check scale bars			

Obr. 66 Výsledná apriorní přesnost z oměrných měř modelu portálu K19

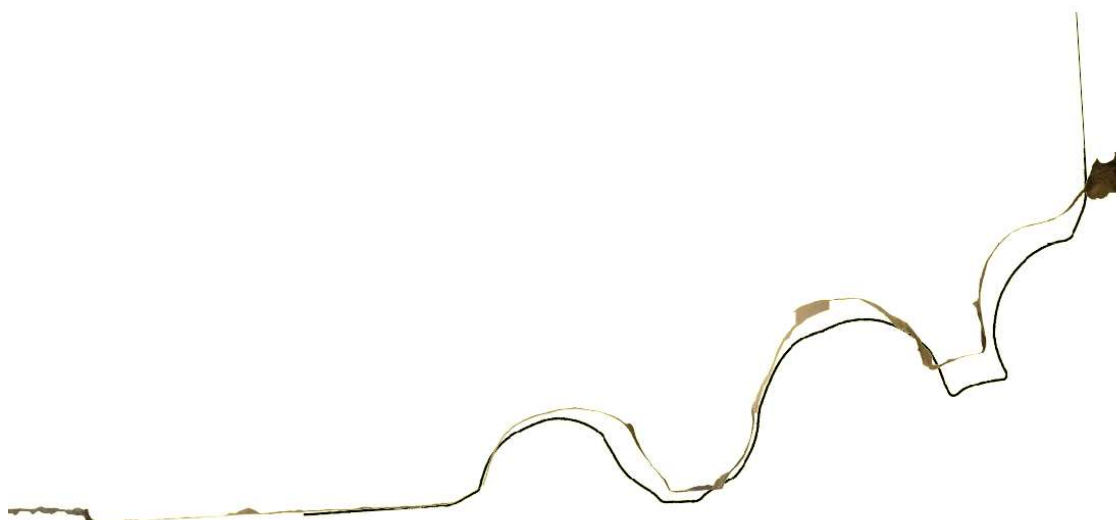
9.3.2. Profilace

Jako jedním z dílčích cílů práce bylo porovnání profilací mnou vytvořených portálů. Pokud to bude možné vedené ve stejných místech jako dodaná dokumentace. To bylo možné pouze u malého počtu vzorků, ne vždy bylo místo odběru vzorku dostupné. Dostupnost podkladů od všech tří zdrojů byla pouze u dvou portálů P104-102 a P117-110 a u dvou portálů P28-27(A) a P28-27(B) použitelná dokumentace nebyla nalezena. Profilace, co se týká šířky bloků obvykle odpovídala poskytnuté dokumentaci do několika málo milimetrů max centimetru v případě profilací Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D. Zajímavé je, že profilace ani navzájem mezi zdroji, ne vždy odpovídala profilace navzájem. To bude zapříčiněno nestejným místem odběru profilace nebo časovým odstupem v případě dokumentace J. J. Outrat, kdy v mezi dobí mohl být portál poničen. Tyto porovnání naleznete v elektronické příloze B8 v měřítku 1:2. Viz Tabulka 4.

Na obrázcích (Obr. 67, 68 a 69) níže bude zobrazené jednotlivé porovnání profilací s mnou vyhotovenou profilací.



Obr. 67 Porovnání profilace portálu P104-102 s profilací J. J. Outraty



Obr. 68 Porovnání profilace portálu P104-102 s profilací Mgr. Ramešovou



Obr. 69 Porovnání profilace portálu P104-102 se studenty doc. Rykla

Profilace úplně nevychází podle poskytnutých profilací. To může být zapříčiněno použitou fotogrammetrickou metodou nebo například nestejnými místy odběru profilace.

10. Závěr

Diplomová práce vznikla na podkladě zadání doc. Ing. Michala Rykla, Ph.D. a Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D. ve spolupráci s Národním památkovým ústavem v Praze. Za úkol bylo zaznamenat pomocí měřické dokumentace nálezové situace gotických portálů v objektu domu U Sixtů. Pro tyto účely byla využita fotogrammetrická metoda IBMR a jako vstupní data metody byly využity snímky a videa. Dílčím úkolem práce bylo pak vyhotovení porovnání ve formě výkresové dokumentace mnou vytvořených ortofot s poskytnutými náčrty portálů. Vyhotovit porovnání profilací s profilacemi poskytnutými v dokumentaci od doc. Ing. Michala Rykla, Ph.D. a Mgr. Michaely Ramešové, Ph.D.

Dle dosažených výsledků bych zadání práce považoval za splněné, kdy výstupy práce budou sloužit jako dokumentace nálezových situací Národnímu památkovému úřadu nebo využity jako stavebně – historická dokumentace (záznam architektonických gotických prvků portálů). Dokumentace může pomoci k pozdějšímu restaurování portálů. Profilace portálů a náčrty portálů proporčně a rozměrově více či méně odpovídají dodané dokumentaci, pokud byla u portálu dostupná.

Na základě zadání byla provedena rekognoskace v terénu, pořízení dat ve dvou etapách. První etapa proběhla na podzim, druhá pak v zimním období. Následné zpracování proběhlo ve vhodném k tomuto účelu určeném softwaru Agisoft Metashape.

Byla vyhotovena měřická dokumentace jednotlivých nálezových situací ve formě ortofot v měřítku 1:10 pro celé portály a v měřítku 1:2 pro profilace a detaily ve formátu PDF a výkresy byly uloženy dále ve formátech DWG a DXF. Ve vrstvách výkresů ve formátu PDF, DWG a DXF je možnost porovnat náčrty a profilace s mnou vytvořenou dokumentací.

Jednotlivé výkresy portálů jsou přiloženy taktéž v tištěné podobě A4. Elektronickou verzi naleznete v příloze B8.

Dále byly vyhotoveny výstupy ve formě 3D modelů portálů, které naleznete v elektronické příloze B7 ve formě 3D PDF, jejich původní projekty v softwaru Agisoft Metashape ve formátech PSZ naleznete v elektronické příloze B6.

V úvodu diplomové práce byl přiblížen objekt a jeho historie, ve kterém byly nálezové situace dokumentovány. V rešeršní části byla zmíněna použitá literatura a poskytnuté podklady a

zdroje, důvody pro využití metody IBMR. Dále byly uvedeny použité metody a přístroje při sběru dat. Byly přiblíženy softwary využité ke zpracování pořízených materiálů. Letmé seznámení s teorií některých metod a krátce bylo pojednáno o měřické dokumentaci historických objektů.

V druhé polovině byl popsán postup vytváření ortofot zpracování geodetického měření, zpracování dat a tvorba jejich výstupů. Dále je nastíněna některá problematika spojená se sběrem dat nebo jejich zpracováním. V závěru práce jsou pak shrnuty výsledky, dosažené přesnosti a kontroly.

Díky této práci se mi prohlubují zkušenosti v oboru fotogrammetrie, která se mi stává stále bližší. Kvůli probíhající rekonstrukci objektu jsem si dále mohl vyzkoušet měření za stížených podmínek a navštívit jinak nedostupná místa objektu. Více jsem prohloubil své zkušenosti v ovládní softwarů pro zpracování fotogrammetrických obrazových dat. Došlo také k poučení ohledně gotické architektury, ve které jsem do této doby tápal.

Reference

1. Jákl, Bc. Martin. *DŮM U SIXTŮ KAMZÍKOVÁ 7 (PRAHA 1) - FOTOGRAMMETRICKÁ DOKUMENTACE VYBRANÉ ČÁSTI*. Praha : ČVUT, 2019.
2. Křížek, Vojtěch. *Dům U Sixtů Kamzíkova 7 (Praha 1) – Měřická dokumentace vybrané části*. Praha : ČVUT, 2021.
3. Hnilicová, Bc. Lucie. *DŮM U SIXTŮ KAMZÍKOVÁ 7 (PRAHA 1) – MĚŘICKÁ DOKUMENTACE BÝVALÉ ČERNÉ KUCHYNĚ A SOUVISEJÍCÍCH PROSTOR*. Praha : ČVUT, 2021.
4. Wikipedia. *Portál*. [Online] WIKIMEDIA project, 19. 7 2021.
[https://cs.wikipedia.org/wiki/Portál_\(architektura\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Portál_(architektura)).
5. JAN, Veselý. Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči. *NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV*. edice odborné a metodické publikace, 2014, Sv. 49.
6. M. Brejcha, V. Brůna, Z. Marek, B. Větrovská. *METODIKA DIGITALIZACE, 3D DOKUMENTACE A 3D VIZUALIZACE JEDNOTLIVÝH TYPŮ PAMÁTEK*. Ústí nad Labem : NPÚ, 2015.
7. Ramešová, Michaela. Zpráva z výzkumu portálů huti Benedikta Rieda na Pražském hradě. *Časopis Společnosti přátel starožitností*. 4/2021, Sv. 129.
8. ŠTRONER, Martin. Metrologie. Souřadnicové výpočty. [Online] [Citace: 24. 4 2023.]
https://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GEY1/pred_3_Metrologie.pdf.
9. Leica TS06. *trade KOREA*. [Online] [Citace: 22. 4 2023.]
<https://www.tradekorea.com/product/detail/P508402/Leica-Flexline-TS06-Ultra-2--Total-Station.html>.
10. Leica FlexLine TS06 Flexible Total Station. *Xpert Survey Equipment Store*. [Online] 2012. [Citace: 22. 4 2023.] <https://totalstations.co/leica-flexline-ts06-flexible-total-station/>.
11. TRIMBLE M3. *GEOOBCHOD*. [Online] geoobchod s. r. o., 2018. [Citace: 22. 4 2023.]
<https://www.geoobchod.cz/cs/totalni-stance-trimble-m3-10cc/product>.
12. Trimble M3. *Geoprema*. [Online] Geoinfo Ltd. Endless possibilities, 2020. [Citace: 22. 4 2023.]
<https://geoprema.com/products/used-equipment/rentals/trimble-m3-2-dr-access-2017/>.
13. Nikon D7100. *Nikon D7100: Uživatelská recenze*. [Online] Fotolab, 2023. [Citace: 21. 4 2023.]
<https://www.fotolab.cz/blog/uzivatelska-recenze-nikon-d7100/>.
14. Nikon D7100 tělo. *MEGAPIXEL*. [Online] MEGAPIXEL s.r.o., 2001-2023. [Citace: 21. 4 2023.]
<https://www.megapixel.cz/nikon-d7100#section-parameters>.
15. Sigma 17-50 mm f/2,8 EX DC OS HSM pro Canon . *MEGAPIXEL*. [Online] MEGAPIXEL s.r.o., 2001-2023. [Citace: 21. 4 2023.] <https://www.megapixel.cz/sigma-17-50-2-8-ex-dc-os-hsm-canon#section-parameters>.
16. Nikon Z50. *Heureka*. [Online] Heureka Group a.s., 2007-2023. [Citace: 21. 4 2023.]
<https://digitalni-fotoaparaty.heureka.cz/nikon-z50/#specifikace/>.
17. Groma. *Groma*. [Online] Geoline, spol s.r.o., 1994 - 2022. [Citace: 21. 4 2023.]
<http://groma.cz/cz/>.

18. FastStone. *FastStone*. [Online] FastStone, 2023. [Citace: 20. 4 2023.] <https://www.faststone.org>.
19. Agisoft *Metashape User Manual Professional Edition, Version 1.5*. místo neznámé : Agisoft LLC, 2019.
20. Microstation. *Bentley*. [Online] 2023. [Citace: 21. 4 2023.] <https://www.bentley.com/>.
21. CloudCompare project. *CloudCompare*. [Online] Danielgm, 2023. [Citace: 21. 4 2023.] <https://www.cloudcompare.org/main.html>.
22. Zaměstnanci. *Akademie věd ČR*. [Online] dbor správy webů SSČ AV ČR. [Citace: 8. 5 2023.] <https://www.itam.cas.cz/kontakt/lide.jsp?oscis=17000449>.
23. prof. Ing. arch. Petr Vorlík, Ph.D. doc. Ing. Michael Rykl, phd. *Fakulta architektury ČVUT v Praze*. [Online] ČVUT. [Citace: 8. 5 2023.] <https://www.fa.cvut.cz/cs/fakulta/lide/241-michael-rykl>.
24. ČUZK. [Online] Český úřad zeměměřický a katastrální, 2004-2023. <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>.
25. ČUZK. VGÚTK. [Online] ČUZK, 2006-2023. <https://www.vugtk.cz>.
26. ŠTRONER, Martin. Měření při účelovém mapování a dokumentaci skutečného provedení budov. [Online] 2015. [Citace: 24. 4 2023.] https://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GEY2/pred_5_Metrologie_Ucelove_mapovani.pdf.
27. Středoškolské referáty o románské architektuře (SOČ). *ROMARCH*. [Online] 2016. [Citace: 7. 5 2023.] http://www.romarch.cz/01_CZ/01_katalog_CR/texty/Vroutek.htm.

Seznam obrázků

Obr. 1 Označení objektů v komplexu, Zdroj: NPU	9
Obr. 2 Umístění domu U Sixtů, Zdroj: (24)	9
Obr. 3 Románský portál, Zdroj: (27)	11
Obr. 4 Gotický portál, Zdroj: (7)	11
Obr. 5 Umístění portálů na poskytnuté dokumentace, Zdroj: Výkresová dokumentace poskytnutá Ing Arch. Bartoš	12
Obr. 6 Portál P104-102 zdroj: Ing. Jindřich Hodač	13
Obr. 7 Portál P106-108 zdroj: Ing. Jindřich Hodač	13
Obr. 8 Portál P107-106 zdroj: Ing. Jindřich Hodač	14
Obr. 9 Portál P117-110 zdroj: Ing. Jindřich Hodač	14
Obr. 10 Portál P25-26 zdroj: Ing. Jindřich Hodač	15
Obr. 11 Vlevo portál P28-27(A). vpravo portál P28-27(B) zdroj: Ing. Jindřich Hodač	15
Obr. 12 Portálek K19 zdroj: Ing. Jindřich Hodač	15
Obr. 13 Řídké mračno u portálu P28-27(B)	21
Obr. 14 Husté mračno u portálu P28-27(B)	21
Obr. 15 Doporučený postup snímání rovných ploch, Zdroj: (6)	22
Obr. 16 Doporučený postup snímání prostorových objektů, Zdroj: (6)	22
Obr. 17 Měřická dokumentace, Zdroj: (5)	24
Obr. 18 Totální stanice Leica TS06, Zdroj: (9)	25
Obr. 19 Totální stanice Trimble M3, Zdroj: (12)	26
Obr. 20 Fotoaparát Nikon D7100, Zdroj: (13)	27
Obr. 21 Objektiv Sigma 17-50 mm F2.8 EX DC OS HSM, Zdroj: (15)	28
Obr. 22 Fotoaparát Nikon Z50, Zdroj: (16)	28
Obr. 23 Prostředí softwaru Groma v12.2	29
Obr. 24 Prostředí softwaru Faststone image wiewer	30
Obr. 25 Prostředí softwaru Metashape	31
Obr. 26 Prostředí softwaru MicroStation	31
Obr. 27 Prostředí softwaru CloudCompare	32
Obr. 28 Použité měřítko a signalizace vlíčovacích bodů	34
Obr. 29 Ukázka snímání portálu P117-110	37
Obr. 30 Polní náčrtky portálů a situací	38
Obr. 31 Rozvržení sítě a stanovisek/orientací	40
Obr. 32 Výpočet polární metodou v softwaru Groma	41
Obr. 33 Postup zpracování snímků	42
Obr. 34 Funkce softwaru Faststone image wiewer	43
Obr. 35 Možnosti úpravy snímků v softwaru FastStone Image Viewer	43
Obr. 36 Porovnání původního a upravovaného snímku	44
Obr. 37 Funkce Add photos	44
Obr. 38 Camera Calibration	45
Obr. 39 Nastavení funkce Align Photos	46
Obr. 40 Import videa	47
Obr. 41 Nastavení videa	48
Obr. 42 Označení vlíčovacích bodů	49
Obr. 43 Filtrace řídkého mračna	50
Obr. 44 Funkce rotace regionu	51

Obr. 45 Funkce ořznutí	51
Obr. 46 Nastavení funkce Build Dense Cloud.....	52
Obr. 47 Porovnání hustých mračen: Mild (vlevo), Moderate (uprostřed), Agressive (vpravo)	53
Obr. 48 Nastavení funkce Build Mesh	54
Obr. 49 Nastavení funkce Build Texture.....	54
Obr. 50 Vytvořené ortofoto portálu K19.....	56
Obr. 51 Deformované a rozmazané ortofoto.....	57
Obr. 52 Proces záplatování ortofota	57
Obr. 53 Opravované ortofoto, červeně vybraná některá problémová místa	57
Obr. 54 Propojený model portálu P28-27(B) v CloudCompare	58
Obr. 55 Špatné přiléhání modelů s delšími přesahy.....	59
Obr. 56 Spojení modelů v místech vlíčovacích bodů.....	59
Obr. 57 Porovnání dokumentace studentů doc. Rykla s J. J. Outratou s ortofotem v softwaru MicroStation.....	66
Obr. 58 Porovnání ortofota a náčrtem studentů doc. Rykla.....	67
Obr. 59 Porovnání ortofota portálu P107-106 s dokumentací studentů doc. Rykla.....	67
Obr. 60 Porovnání ortofota portálu P117-110 s náčrtem studentů doc. Rykla	68
Obr. 61 Porovnání ortofota portálu K19 s náčrtem J. J. Outraty.....	69
Obr. 62 Neupravované ortofoto portálu P28-27(A) pouze klasické snímkování	70
Obr. 63 Neupravované ortofoto vzniklé na základě snímků z videa	71
Obr. 64 Upravované ortofoto vzniklé na základě kombinace videa a klasických snímků	72
Obr. 65 Rozmazaný snímek z metody videa.....	73
Obr. 66 Výsledná apriorní přesnost z oměrných měř modelu portálu K19	73
Obr. 67 Porovnání profilace portálu P104-102 s profilací J. J. Outraty.....	74
Obr. 68 Porovnání profilace portálu P104-102 s profilací Mgr. Ramešovou	75
Obr. 69 Porovnání profilace portálu P104-102 se studenty doc. Rykla	75

Seznam tabulek

Tabulka 1 Regnoskace a etapy měření.....	34
Tabulka 2 Počty pořizovaných snímků portálů	36
Tabulka 3 Použité vrstvy.....	61
Tabulka 4 Seznam vyhotovených výkresů.....	61
Tabulka 5 Seznam vyhotovených modelů.....	62
Tabulka 6 Dvakrát měřené vzdálenosti	63
Tabulka 7 Výsledky kontrolního měření výšek.....	64
Tabulka 8 Dvakrát měřené vlíčovací body.....	64
Tabulka 9 Přesnosti modelů. U portálů, u kterých bylo nutno rozdělit model do více částí jsou uvedeny přesnosti obou modelů.....	65

Seznam příloh

Tištěné přílohy A

0. Text diplomové práce
1. Přehled vrstev výkresů
2. Seznam souřadnic vlíčovacích bodů
3. Seznam výkresů ortofoto v měřítkách 1:10 a 1:2
4. Seznam vyhotovených modelů

Digitální příloha B

(X nahrazuje číslo portálu) (I je číslo etapy)

1. Digitální text práce v pdf formátu: DP_TEXT.pdf
2. Protokoly o výpočtu v sw. Agisoft Metashape: A_PROTOKOL_PXXX-XXX.pdf
3. Výpočetní protokol Kokeš a zápisníky: VB_PROTOKOL_EI.pro
4. Souřadnice vlíčovacích bodů: VB_SS_EI.txt
5. Použité snímky v textu diplomové práce, složka DP_OBRÁZKY (jpg, png, tiff)
6. Archivované projekty ve formátu PSZ v složce PROJEKTY: PXXX-XXX.psz
7. Plošné modely v příloze MODELKY (soubory modelů ve formátu pdf 3D): M0X.pdf
8. Výkresy k tisku ve složce ORTOFOTA (složka s dgn, dwg, txt, jpg, tiff, tfw a pdf): OXX
9. Snímky použité pro zpracování (formáty: tiff, mov) ve složce SNÍMKY podle portálů.
10. Upravené zápisníky měření, složka ZÁPISNÍKY: VB_ZAPISNIK_EI.mes

Příloha A1 Přehled vrstev výkresů

Název vrstvy	Popis obsahu vrstvy
Ortofoto	Ortofoto
Ortofoto_detail	Ortofoto detailní pohled
Profilace	Profilace
Profilace_Rykl	Profilace/Náčrtý poskytnutá doc. Ryklem Ph.D.
Profilace_Ramešová	Profilace poskytnutá Mgr. Ramešovou Ph.D.
Profilace_1995	Profilace/Náčrt J.J. Outrata 1995
Profilace_vekotirizace	Vektorizovaná profilace
Popiska+situace	Popisová tabulka, situace a poznámky
Meritko_grafické	Grafické měřítko
Koty_vyskove	Výškové kóty
Sit_krizku	Síť křížků
Vlicovaci_body	Vlícovací body nachází-li se ve výkresu
X_ram_tisk	Rám pro definování tisku
X_ram_vykres	Rám výkresu
Chyby	Vyznačení chyb ortofota

Příloha A2

Seznam souřadnic vřícovacích bodů

1. ETAPA			
ČÍSLO BODU	Y	X	Z
1	997.801	5001.398	200.694
2	997.978	5001.839	200.672
3	998.016	5001.932	200.016
4	997.823	5001.452	199.972
5	997.835	5001.494	199.365
6	997.818	5001.511	198.623
7	998.018	5001.942	198.528
8	998.040	5002.017	199.483
9	1004.645	5021.615	199.045
10	1004.637	5021.615	199.857
11	1004.469	5021.634	200.362
12	1003.861	5021.854	200.577
13	1003.332	5022.225	200.436
14	1003.303	5022.220	199.860
15	1003.349	5022.197	198.746
16	1003.302	5021.856	199.136
17	1003.724	5021.647	200.533
18	1004.357	5021.364	200.287
19	1004.368	5021.369	199.368
20	1007.551	5021.824	198.782
21	1007.546	5021.811	199.570
22	1007.555	5021.818	200.115
23	1007.554	5021.826	200.617
24	1007.733	5022.307	199.215
25	1007.552	5022.355	199.982
26	1007.737	5022.557	200.362
27	1011.398	5030.110	197.908
28	1011.367	5030.124	198.608
29	1011.411	5030.097	199.296
30	1011.354	5030.139	200.013
31	1012.183	5029.694	200.020
32	1012.168	5029.660	199.612
33	1012.601	5029.472	199.523
34	1012.872	5029.321	200.077
35	1011.915	5029.798	199.313
36	1011.959	5029.771	198.923
37	1011.998	5029.746	198.469
38	1011.897	5029.844	200.068
101	1007.872	5022.717	200.914
1000	994.343	4998.192	199.500
1001	1003.701	5022.917	199.008
4001	1000.000	5000.000	198.110
4002	992.311	5000.000	198.060
4003	1000.027	5016.900	198.570
4004	1004.990	5023.678	198.333
4005	1011.375	5022.427	198.131
4006	1008.735	5028.713	197.417

ROH_PRKNO

199.5

199.0

2. ETAPA

40	1007.247	1000.881	195.237	
41	1007.239	1000.881	196.040	
42	1007.235	1000.789	196.620	
43	1007.912	1000.902	196.768	
44	1008.702	1001.029	196.603	
45	1008.726	1001.034	196.026	
46	1008.734	1001.035	195.223	
47	1008.500	1001.301	194.486	
48	1008.563	1001.316	195.487	
49	1008.546	1001.318	196.352	
50	1007.900	1001.219	196.532	
51	1007.391	1001.127	196.345	
52	1007.372	1001.115	195.564	
53	1007.403	1001.128	194.507	
54	1008.444	1001.156	195.794	
55	1007.464	1001.004	195.826	
56	1003.630	1010.322	194.689	
57	1003.605	1010.321	195.530	
58	1003.606	1010.331	196.154	
59	1004.181	1010.312	196.302	
60	1004.659	1010.316	195.429	
61	1004.703	1010.315	196.087	
62	1004.661	1010.318	194.595	
63	1004.586	1010.471	195.445	
64	1003.671	1010.483	195.543	
65	1003.640	1010.610	194.624	
66	1003.516	1010.619	195.498	
67	1003.697	1010.616	196.232	
68	1004.063	1010.603	196.363	
69	1004.635	1010.612	196.214	
70	1004.764	1010.608	195.488	
71	1004.767	1010.608	194.795	
72	1006.218	1010.603	194.919	
73	1006.152	1010.601	195.653	
74	1006.150	1010.615	195.992	
75	1006.551	1010.616	195.949	
76	1005.757	1010.610	195.855	
77	1005.770	1010.603	195.261	
100	1014.586	1000.826	194.188	
101	1013.448	1005.207	194.792	
102	1012.192	1009.524	195.473	
4101	1008.094	1000.000	194.540	
4102	1007.728	1003.157	193.782	
4103	1003.300	1008.217	193.875	STN
4501	1007.114	1012.064	194.262	STN
7000	1000.000	1000.000	199.000	199.0
7002	1002.411	1009.842	194.510	194.5
7851	1000.643	1002.875	195.470	195.4

Příloha A3

Seznam výkresů ortofoto v měřítkách 1:10 a 1:2

Označení	Název výkresu	Měřítko	
O 01	ORTOFOTO - PORTÁL P104-102	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 02	ORTOFOTO - PORTÁL P104-102	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 03.1	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 03.2	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 04.1	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 04.2	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 04.3	ORTOFOTO - PORTÁL P106-108	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:2
O 05	ORTOFOTO - PORTÁL P107-106	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 06	ORTOFOTO - PORTÁL P107-106	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 07	ORTOFOTO - PORTÁL P117-110	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 08	ORTOFOTO - PORTÁL P117-110	VÝCHODNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 09.1	ORTOFOTO - PORTÁL P25-26	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 09.2	ORTOFOTO - PORTÁL P25-26	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 10	ORTOFOTO - PORTÁL P25-26	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 11	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(A)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 12	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(A)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 13.1	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(B)	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 13.2	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(B)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 14	ORTOFOTO - PORTÁL P28-27(B)	SEVERNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2
O 15	ORTOFOTO - PORTÁL K19	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL	1:10
O 16	ORTOFOTO - PORTÁL K19	JÍŽNÍ ZEĎ - DETAIL + PROFILACE	1:2

Výkresy v tištěné podobě jsou přiloženy k tištěné verzi textu.

Příloha A4 Seznam vyhotovených modelů

Označení	Název	Formát
M 01	PORTAL_P104-102	pdf 3D
M 02	PORTAL_P106-108	pdf 3D
M 03	PORTAL_P107-106	pdf 3D
M 04	PORTAL_P117-110	pdf 3D
M 05	PORTAL_P25-26	pdf 3D
M 06	PORTAL_P28-27(A)	pdf 3D
M 07	PORTAL_P28-27(B)	pdf 3D
M 08	PORTAL_K19	pdf 3D