

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE



Bakalářská práce

GEODETICKÉ ZAMĚŘENÍ FASÁDY ZÁMKU ZAHŘÁDKY

Studijní program: Geodézie a Kartografie

Vedoucí práce: Ing. Hana Braunová

Praha 2024

Eliška Slabá

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Slabá** Jméno: **Eliška** Osobní číslo: **506611**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra speciální geodézie**  
Studijní program: **Geodézie a kartografie**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Geodetické zaměření fasády zámku Zahrádky**

Název bakalářské práce anglicky:

**Geodetic survey of the facade of the Zahrádky castle**

Pokyny pro vypracování:

Provedte zaměření fasády zámku Zahrádky. Výstupem měření bude mračno bodů připojené do S-JTSK a Bpv. Provedte také kontrolní zaměření vybraných bodů na fasádě pomocí totální stanice. Na základě výsledků měření zpracujte výkresy pohledů na fasádu a polohopisnou situaci.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Novotný Jan: Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2. ročník a Konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních. Europa Sobotáles, 2012. ISBN 978-80-86817-23-1.  
[2] Štroner, M. - Pospíšil, J. - Koska, B. - Křemen, T. - Urban, R. - et al.: 3D skenovací systémy. 1. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, ČVUT v Praze, 2013. 396 s. ISBN 978-80-01-05371-3.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Bc. Hana Braunová katedra speciální geodézie FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **19.02.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: **20.05.2024**

Platnost zadání bakalářské práce:

Ing. Bc. Hana Braunová  
podpis vedoucí(ho) práce

prof. Ing. Martin Štroner, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

22.2.2024

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Geodetické zaměření fasády Zámku Zahrádky vypracovala zcela samostatně. Veškerou použitou literaturu jsem uvedla v seznamu zdrojů.

V Praze dne .....

.....

Eliška Slabá

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucí své bakalářské práce Ing. Haně Braunové za poskytnuté rady, konzultace a odbornou pomoc při měření a zpracování. Poděkování za pomoc při měření a zpracování patří také Ing. Jaroslavu Braunovi, Ph.D. Dále bych chtěla poděkovat Univerzitě Karlově za zpřístupnění areálu v Zahrádkách u České Lípy.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá geodetickým zaměřením fasády zámku v Zahrádkách a následným vyhotovením výkresové dokumentace. Zaměření je provedeno pomocí metod laserového skenování a letecké fotogrammetrie. Umístění objektu v prostoru je zajištěno pomocí GNSS měření a měření totální stanicí. Výsledkem práce jsou výkresy pohledů fasád vytvořené v CAD programu.

## **Klíčová slova**

fasáda, zámek, laserové skenování, letecká fotogrammetrie, mračno bodů, výkres, pohledy, BricsCAD, dokumentace skutečného stavu

## **Abstract**

Bachelor thesis deals with the geodetic survey of the facade of the castle in Zahrádky and the subsequent preparation of the drawing documentation. The surveying is performed using laser scanning and aerial photogrammetry methods. The location of the object in space is ensured by GNSS measurements and total station measurements. The result of the work are CAD drawings of the facade views.

## **Keywords**

facade, castle, laser scanning, aerial photogrammetry, point cloud, drawing, views, BricsCAD, surveying documentation

# Obsah

Obsah .....	7
Seznam použitých zkratek .....	9
Úvod .....	10
1. Popis lokality .....	11
1.1. Informace k objektu.....	11
1.2. Historie objektu .....	11
2. Použitá přístrojová technika .....	13
2.1. Totální stanice Leica Nova MS60 .....	13
2.2. GNSS přijímač Trimble GeoXR .....	14
2.3. Skener Trimble X7.....	14
2.4. Dron DJI Phantom 4 Pro+ V2.0 .....	15
2.5. Další pomůcky.....	16
2.5.1. Leica mini hranol.....	16
2.5.2. Černobílé terčíky .....	16
3. Měřické práce.....	17
3.1. Metody měření.....	18
3.1.1. Prostorová polární metoda.....	18
3.2. Totální stanice.....	19
3.3. GNSS .....	20
3.4. Terestrické laserové skenování .....	20
3.5. Letecká fotogrammetrie .....	21
4. Zpracování měření.....	22
4.1. Použitý software .....	22
4.1.1. EasyNET.....	22
4.1.2. CloudCompare .....	22
4.1.3. Groma .....	23
4.1.4. ExifTool.....	23
4.1.5. Agisoft .....	24
4.2. Průměrování GNSS měření .....	24
4.3. Vyrovnání volné sítě a výpočet podrobných bodů .....	25
4.4. Mračno bodů z laserového skeneru .....	26
4.5. Zpracování leteckých snímků.....	26
4.6. Spojení mračen bodů.....	27
5. Tvorba dokumentace.....	28

5.1.	BricsCAD.....	28
5.2.	Tvorba výkresů.....	28
5.3.	Tisk dokumentace.....	29
6.	Ověření přesnosti .....	31
	Závěr.....	32
	Seznam obrázků .....	33
	Seznam tabulek .....	33
	Zdroje .....	34
	Přílohy .....	36



# Seznam použitých zkratk

GNSS	Globální navigační satelitní systém
RTK	Real time kinematic
LS	Laserové skenování
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Balt po vyrovnání
WGS84	World Geodetic System 1984
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
CAD	Computer aided drafting

# Úvod

Tématem bakalářské práce je geodetické zaměření fasády zámku Zahrádky a následné vyhotovení výkresové dokumentace. Tento objekt jsem si vybrala pro svou práci kvůli jeho prostorové členitosti a zajímavé novodobé historii. Zámek po vyhoření v roce 2003 nebyl nikdy zcela opraven a následky požáru jsou zde stále znatelné.

Pro zaměření objektu byla jako hlavní metoda zvolena metoda pozemního laserového skenování. Jako doplňková metoda pro zaměření střechy byla zvolena metoda letecké fotogrammetrie. Pro umístění naměřených dat do souřadnicového systému S-JTSK a výškového systému Bpv byla totální stanicí změřena měřická síť. Připojení sítě bylo realizováno pomocí GNSS RTK. Dále byly totální stanicí měřeny kontrolní body pro zhodnocení přesnosti.

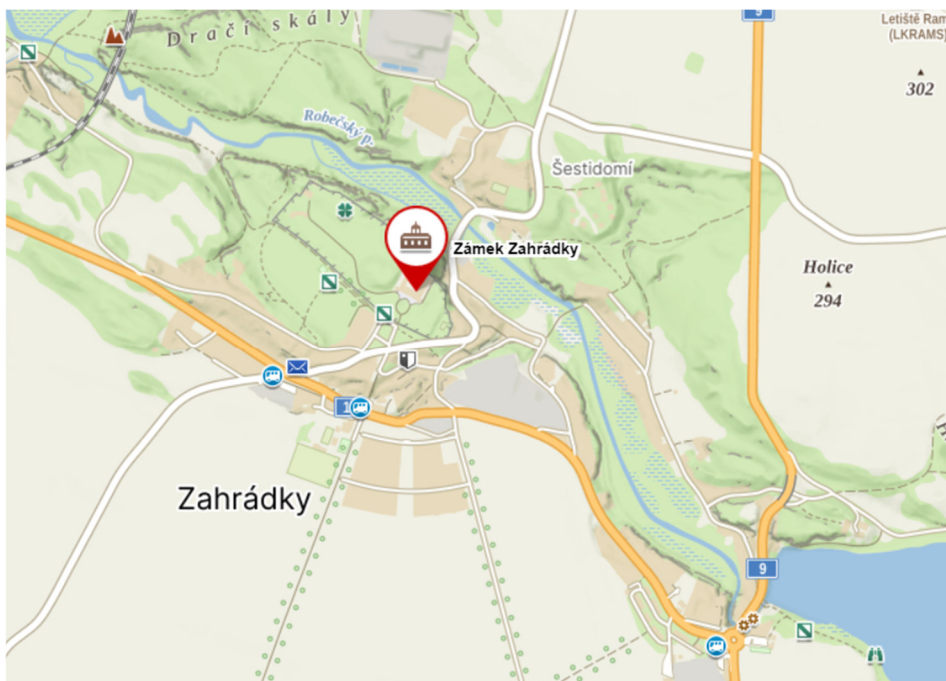
Cílem práce je vyhotovení výkresů pohledů na jednotlivé fasády. Celkem se jedná o čtyři fasády nádvoří a čtyři vnější fasády zámku. Kreslení proběhlo přímo z výsledného mračna bodů v CAD programu.



Obr. 1: Současná podoba zámku

# 1. Popis lokality

Obec Zahrádky u České Lípy se nachází v Libereckém kraji nedaleko České Lípy. První zmínky o obci pocházejí z roku 1376.



Obr. 2: Obec Zahrádky, Zámek Zahrádky, [5]

## 1.1. Informace k objektu

Objekt zaměření, Zámek Zahrádky, se nachází v katastrálním území Zahrádky u České Lípy. Součástí parcely 46 je zaměřovaný objekt s číslem popisným 1, s celkovou plochou 2105 m<sup>2</sup>. Objekt se nachází v památkové zóně. Jeho vlastníkem je Univerzita Karlova se sídlem: Ovocný trh 560/5, Staré Město, 11000 Praha 1. [1]

Zámek je dvoupatrová budova se čtyřmi křídly a cylindrickými rizality na nárožích. Dvě průčelí jsou vyzdobena trojúhelníkovými štíty. Rozměry celého zámku jsou zhruba 66 m x 57 m x 15 m. Nádvoří je velké přibližně 35 m x 23 m.

## 1.2. Historie objektu

V letech 1547–1550 nechal rod Vartenberků vybudovat renesanční zámek na místě původní stavby, pravděpodobně tvrze ze 14. století. Nejstarší dochovaná varianta názvu je Nový Vítkovec, někdy uváděná jako Nový Zámek. V roce 1622 Vartenberkové o zámek přišli a novým majitelem se stal Albrecht z Valdštejna, který nechal zámek přestavět v barokním stylu. V interiéru byla zřízena rozsáhlá knihovna a galerie. Na okolních pozemcích zámku vznikl rozlehlý zámecký park.

Zámek za svou historii vystřídal mnoho majitelů. V roce 1945 byl Nový Zámek, jakožto majetek německé rodiny, zestátněn na základě Benešovských dekretů. Správu nad tímto objektem převzalo Ministerstvo zemědělství, které zde zřídilo výzkumnou stanici pro chov drůbeže. Veškeré vybavení zámku bylo převezeno na jiná místa. Po nějakém čase v zámku zřídilo Ministerstvo zahraničního obchodu domov mládeže a středisko pro zahraniční studenty, kteří se zde připravovali na studium v českém jazyce na vysokých školách v Československu. Koncem 20. století přešel zámek pod Univerzitu Karlovu, která jej nadále využívala pro zahraniční studenty. V roce 1992 byl interiér zámku upraven na ubytovnu a hotel.

V lednu 2003 zámek kompletně vyhořel. Při požáru bylo zničeno veškeré vybavení včetně celé galerie. Od této události zámek prochází částečnými rekonstrukcemi, které mají za cíl předejít dalšímu chátrání stavby. Znamky požáru jsou zde ale stále velmi patrné. [2] [3] [4]



Obr. 3: Historická fotografie Nový zámek, [2]

## 2. Použitá přístrojová technika

Při měření bakalářské práce byly použity tyto přístroje:

- Totální stanice Leica Nova MS60, v.č. 885017
- GNSS přijímač Trimble GeoXR, v.č. 5141409191
- 3D laserový systém Trimble X7, v.č. 89807154
- Dron DJI Phantom 4 Pro+ V2.0 v.č. 11USH5RR710069

### 2.1. Totální stanice Leica Nova MS60

Robotická totální stanice Leica Nova MS60 (obr. 4) je všestranná multistanice, umožňující automatické zaostřování a měření. Zvládá vysoce přesné měření úhlu a vzdálenosti a oproti běžným totálním stanicím je doplněna o 3D laserový skener. Totální stanice je vybavena dvěma kamerami (přehledovou a dalekohledovou). [6]

Úhlová přesnost měření	1" (0,3 mgon)
Délková přesnost měření na hranol	1 mm +1,5 ppm



Obr. 4: Totální stanice Leica Nova MS60, [6]

## 2.2. GNSS přijímač Trimble GeoXR

Trimble GeoXR (obr. 5) je 220 kanálový GNSS přijímač s dvoufrekvenční integrovanou anténou. Je schopný přijímat signál z družic GPS a GLONASS. Pro přesné měření je nutné využít externí anténu. [10]

Pro měření byl použit GNSS přijímač Trimble GeoXR propojený s externí anténou Trimble Zephyr Model 2. Sestava umožňuje měření pomocí statické metody, rychlé statické metody nebo metodou RTK.



Obr. 5: GNSS přijímač Trimble GeoXR, [7]

## 2.3. Skener Trimble X7

Vysokorychlostní 3D laserový skenovací systém Trimble X7 (obr. 6) je autokalibrační přístroj umožňující automatické urovnání (horizontace) až do náklonu 10° s přesností na 3". Zorné pole je 360° x 282°. Trimble X7 zajišťuje v kombinaci se softwarem Perspective snadné použití. Software Perspective slouží pro ovládání skeneru, provádí automatickou registraci naměřených dat přímo v terénu včetně vizuální kontroly, nabízí měření v mračnu bodů, vkládání anotací a georeferencování. [8]

Úhlová přesnost měření	21" (6,5 mgon)
Délková přesnost měření	2 mm



Obr. 6: Trimble X7, [8]

## 2.4. Dron DJI Phantom 4 Pro+ V2.0

Jedná se o neskádací kvadrokoptéru vybavenou 1palcovým CMOS snímačem. Kamera má širokouhlý objektiv s ohniskovou vzdáleností až 2,8 mm, který zajišťuje detailní a ostré fotografie. Kamera je zavěšena na tříosém stabilizátoru, její zorné pole je 84°. Pořízené snímky mají rozlišení 20MP. Phantom 4 (obr. 7) je vybaven 5 senzory, které zabraňují strážce s překážkou. Informace o své poloze získává pomocí vestavěného GNSS přijímače. [9]



Obr. 7: DJI Phantom 4 Pro V2.0, [9]

## 2.5. Další pomůcky

### 2.5.1. Leica mini hranol

Leica mini hranol (obr. 8) neboli koutový odražeč s libelou je pomůcka pro měření délky elektronickým dálkoměrem. Skládací výtyčku lze nastavit do výšek 10, 40, 70, 100 nebo 130 cm. Konstanta hranolu je + 17,5 mm.



Obr. 8: Leica mini hranol, [6]

### 2.5.2. Černobílé terčiky

Černobílé terčiky (obr. 9) slouží pro jednoznačnou identifikaci bodů zaměřených laserovým skenováním nebo fotogrammetricky. Pro tuto úlohu byly použity terče v otočné vidlici od společnosti Leica s magnetickým podstavcem pro uchycení ke kovovému předmětu.



Obr. 9: Černobílý skenovací terč v otočné vidlici, [6]



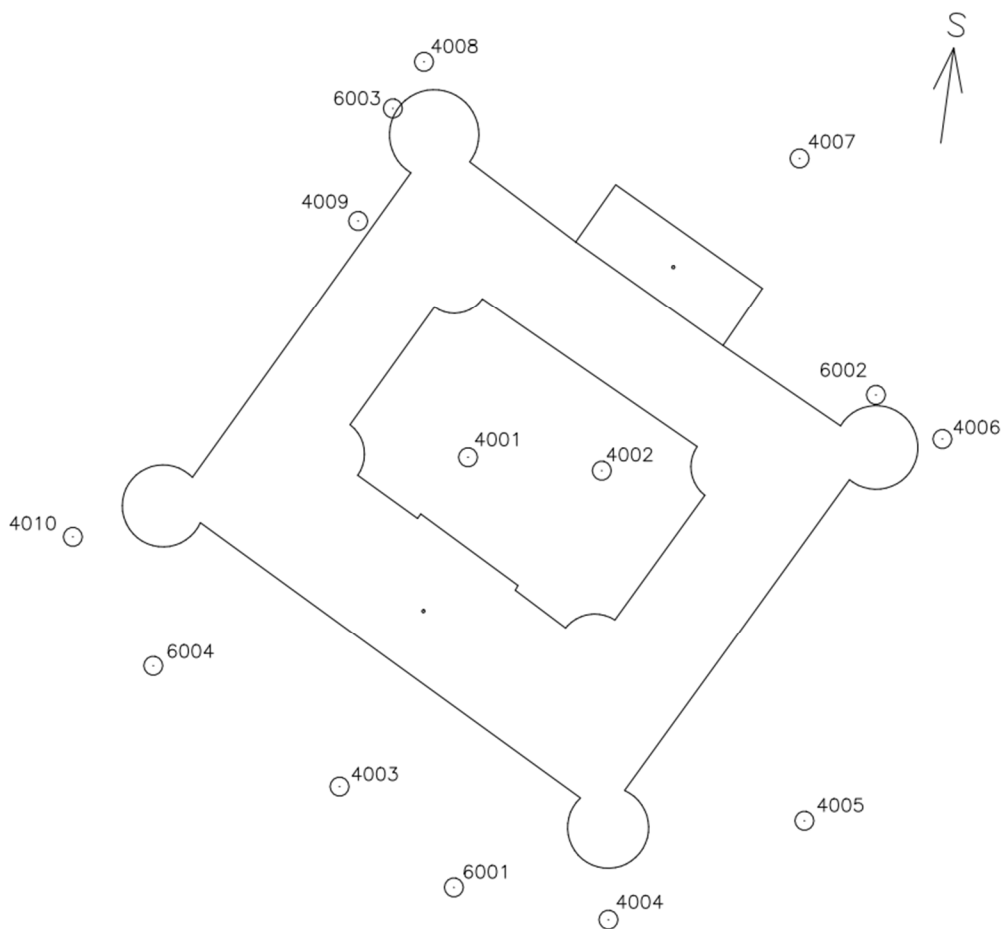
### 3. Měřické práce

Měřické práce probíhaly dne 26. 01. 2024. Měřená teplota byla 2 °C, tlak 986 hPa, vlhkost 65 %. Po celou dobu měření bylo zataženo.

V okolí zaměřovaného objektu bylo dočasně stabilizováno a signalizováno 14 podrobných bodů měřické sítě (obr. 11). 2 body byly signalizovány křídou nakresleným křížem na dlažbě nádvoří zámku (4001 a 4002), 3 body barevnou značkou na rohu výstupku (kamenný blok - 4009, zídka - 4007, pařez - 4005) a 5 bodů bylo signalizováno pomocí nasprejovaného kříže na zemi, do jehož středu byl vtlučen hřeb (4003, 4004, 4006, 4008 a 4010). Zbylé 4 body byly signalizovány pomocí černobílých terčů, které byly magnetem přichyceny ke kovovému předmětu v blízkosti zámku (lampa – 6001 a 6004, značka - 6002, plot - 6003).



Obr. 10: Ukázka stabilizace měřické sítě



Obr. 11: Přehledka bodů měřické sítě

### 3.1. Metody měření

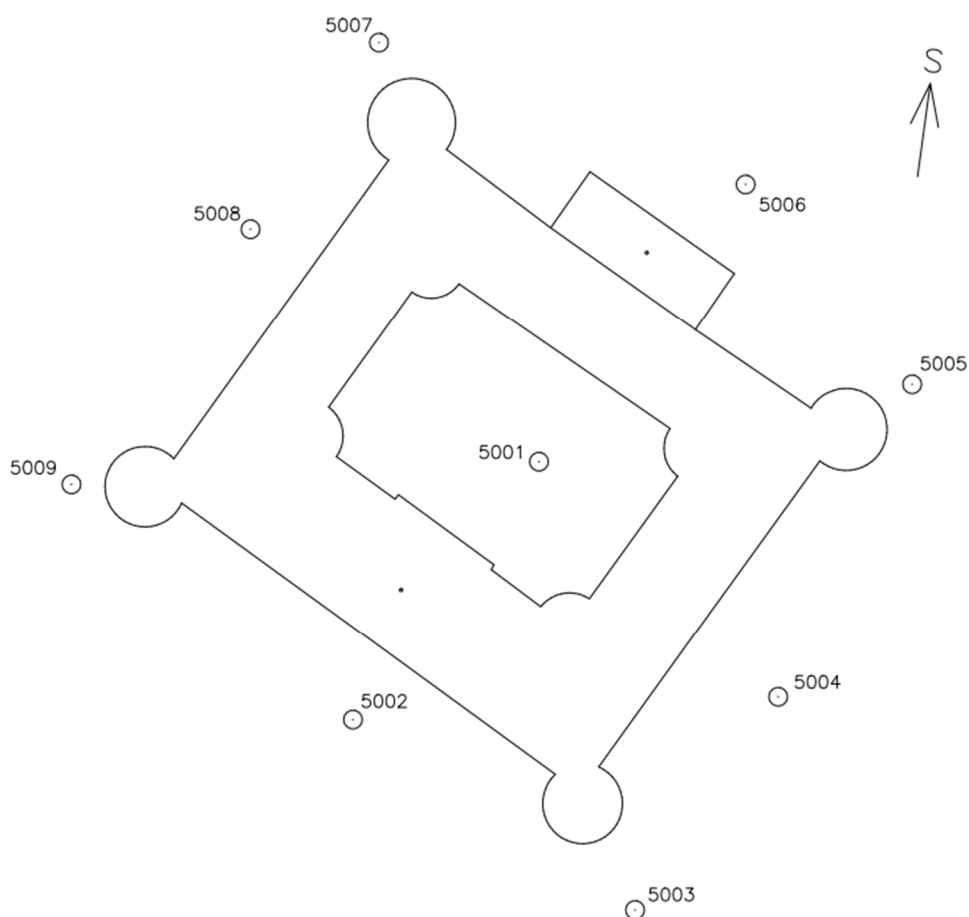
#### 3.1.1. Prostorová polární metoda

Prostorová polární metoda je základní geodetickou metodou pro měření bodů, která spočívá na principu polárních souřadnic, tedy měření úhlů a délek. Při měření získáváme soubor vodorovných směrů, zenitových úhlů a šikmých délek, které následně pomocí výpočtu přepočteme na kartézské souřadnice  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Vodorovné směry jsou měřeny od známého bodu neboli orientace.

Pro výpočet souřadnicových rozdílů stanoviště a určovaného bodu je potřeba z měřených hodnot vypočítat vodorovné vzdálenosti a směrníky, které není možné přímo měřit. Rozdíl výšek neboli rozdíl  $Z$  souřadnice lze vypočítat z přímo měřené šikmé délky a zenitového úhlu.

## 3.2. Totální stanice

Při měření totální stanicí byla využita prostorová polární metoda. Před začátkem měření byly v přístroji nastaveny atmosférické podmínky, které mají vliv na měřenou délku. Veškerá stanoviště, body 5001–5009 (obr. 12), byla zvolena jako volná, a tudíž nebylo potřeba provádět centraci přístroje nad body měřické sítě. Při měření na volném stanovišti byl přístroj zhorizontován a následně orientován na všechny body měřické sítě, na které bylo z daného stanoviště vidět. Orientace byla měřena ve dvou polohách dalekohledu pomocí automatického cílení totální stanice na odrazný hranol. Po provedení orientace byly v jedné poloze dalekohledu a bezhranolovým měřením měřeny kontrolní body na fasádě zámku. K cílení na kontrolní body bylo využito přehledové a dalekohledové kamery přístroje. Body byly voleny na jednoznačně identifikovatelných místech a rovnoměrně rozprostřené po celé fasádě a celém zámku (viz přílohu 1). Veškeré měření bylo registrováno a ukládáno do zakázky vytvořené před začátkem měření.



Obr. 12: Přehledka stanovišek

### 3.3. GNSS

Určování souřadnic bodů pomocí Globálního navigačního satelitního systému funguje na principu prostorového protínání z délek. Každá družice vysílá signál s informacemi, které obsahují i informaci o poloze družice v daném čase a informaci o čase vyslání signálu. Z rozdílu času vyslání a přijetí signálu přijímačem lze spočítat vzájemnou vzdálenost. Pro určení polohy přijímače je nutné přijmout signál nejméně ze 4 družic. Přesnost určení souřadnic závisí na množství družic, jejich konfiguraci a viditelnosti.

Při měření byla využita metoda RTK (Real Time Kinematic), neboli měření v reálném čase. Pro měření je nutné mít dva přijímače. Jeden je umístěn na známém bodě (base), druhý je postaven na neznámém/určovaném bodě (rover). Base vysílá korekce/vektor oprav pomocí internetového spojení roveru, který je zpracuje při výpočtu polohy bodu. V současné době lze místo vlastního base přijímače využít síť permanentních stanic. Metoda RTK poskytuje přesnost měřených souřadnic na 2–5 cm. [11]

Body měřické sítě byly měřeny metodou GNSS – RTK s připojením na permanentní stanici sítě CZEPOS. Body 4003, 4004, 4005, 4007, 4008, 4010 byly měřeny 2x s minimálním odstupem času 3 hodiny. Doba observace byla nastavena na 30 sekund. Minimální počet družic při observaci byl 8 družic. Výsledné souřadnice jsou v souřadnicových systémech S-JTSK a Bpv. Některé body měřické sítě nebylo možné změřit z důvodu umístění bodu v blízkosti stavebního objektu nebo z důvodu husté vegetace.

### 3.4. Terestrické laserové skenování

Terestrické laserové skenování je pozemní metoda hromadného sběru dat. Samotné měření je založeno na prostorové polární metodě. Vzdálenost je měřena pomocí pulsního dálkoměru, který reprezentuje laserový paprsek, který je pomocí rotujícího zrcátka rozmítán ve vertikálním směru. Horizontální rotaci zajišťují automatické motory přístroje.

Výhodou laserového skenování oproti běžné totální stanici je například automatický sběr dat a zkrácení doby měření. Nevýhodou jsou mimo jiné neselektivní výběr a dosah laseru. [12]

Pro zaměření zámku byla metoda laserového skenování zvolena jako hlavní. Doba jednoho skenu byla nastavena na 2 minuty s hustotou bodů 11 mm na vzdálenost 10 metrů. Celkový počet bodů na jeden sken, při tomto nastavení, je zhruba 11,8 mil.

Skener byl postaven na stativ přibližně do vodorovné polohy a následně byla provedena automatická horizontace. Poté bylo spuštěno automatické měření. Po ukončení skenu proběhla automatická registrace dat. Stanoviska byla volena tak, aby byl mezi sousedními skeny zajištěn dostatečný překryt. Výsledný průměrný překryt je 60 % (viz přílohu 8). Skeny byly v softwaru

Perspective automaticky pospojovány. Jestliže nebylo možné skeny automaticky spojit z důvodu malého překrytu, bylo mezi skeny vloženo další stanovisko. Celkem bylo kolem celého zámku realizováno 41 stanovisek.

### 3.5. Letecká fotogrammetrie

Letecká fotogrammetrie je metoda obrazového sběru dat ze vzduchu. V současné době se jedná o digitální snímky pořízené z letadla či dronu. Oproti klasickým geodetickým metodám měření, fotogrammetrie výrazně snižuje dobu strávenou v terénu, jelikož samotné měření se neprovádí na objektu, ale na pořízených snímcích. [13]

Pro tuto bakalářskou práci je metoda letecké fotogrammetrie pouze doplňkovou metodou k laserovému skenování. Důvodem použití této metody byla nutnost zaměření střechy objektu a balkónu v zadní části zámku, kam se nebylo možné s terestrickým skenerem dostat.

Snímkování probíhalo pomocí manuálně řízeného dronu, jehož průměrná letová hladina byla 19 metrů nad terénem. Celkem bylo pořízeno 999 snímků, ke kterým byla uložena informace o poloze v systému WGS84.

Při snímkování byl kladen důraz na dostatečný překryt snímků (cca 70 % - 80 %). Jako vlíčovací body byly použity již signalizované a zaměřené body měřické sítě.

## 4. Zpracování měření

### 4.1. Použitý software

#### 4.1.1. EasyNET

Softwarová aplikace sloužící pro zpracování geodetických měření. Data jsou zpracována pomocí vyrovnání prostorové sítě. Aplikace zvládne automaticky odhalit odlehlá měření pomocí robustních metod vyrovnání. [14]

Stanovisko				Měřené veličiny		
Pořadí	Číslo	Výška [m]	Číslo	Vodrovný směr [gon]	Zenitový úhel [gon]	Šikmá délka [m]
			64	0.0000	177.25280	45.94620
			65	0.0000	246.51650	64.47310
			66	0.0000	282.48430	70.08120
			67	0.0000	282.53270	96.08760
			68	0.0000	288.36450	85.06970
			69	0.0000	299.96300	77.11480
			70	0.0000	300.04120	97.07970
			70	0.0000	100.04120	302.92030
			69	0.0000	99.96300	322.88520
			68	0.0000	88.36450	314.93030
			67	0.0000	82.53270	303.91240
			66	0.0000	82.48430	329.91890
			65	0.0000	48.51650	335.52690
			64	0.0000	377.25280	354.05380
			63	0.0000	376.73220	308.52160
			62	0.0000	345.43700	325.66320
			61	0.0000	322.15140	304.62870
			60	0.0000	322.14670	334.08110
			4009	0.1000	352.87330	290.49900
			4010	0.1000	106.49000	295.93590
			4008	0.1000	313.58610	295.80540
9	5009	0.0000	4008	0.1000	101.18200	101.07210
			4009	0.1000	117.31340	101.19450
			4010	0.1000	296.46130	126.46270
			4003	0.1000	222.53230	103.27740
			4004	0.1000	211.68600	101.68420
			6004	0.0000	244.47530	107.26630
			6001	0.0000	220.28050	102.48250
			6001	0.1000	20.28050	297.51790
			6004	0.0000	44.47530	292.73370
			4004	0.1000	11.68600	298.31590
			4003	0.1000	22.53230	296.72260
			4010	0.1000	96.46130	273.53730
			4009	0.1000	317.31340	298.80550
			4008	0.1000	310.18200	298.92790

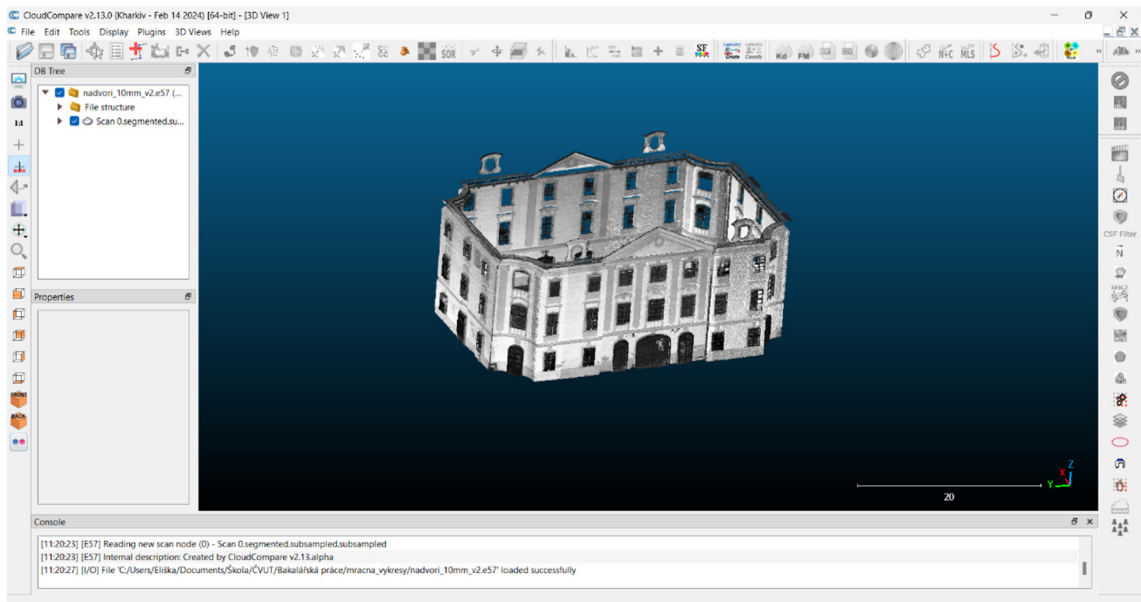
  

Stanovisko		Číslo	Měřené veličiny		
Pořadí	Číslo	Číslo	Vodrovný směr [mgon]	Zenitový úhel [mgon]	Šikmá délka [mm]
		51	-	-	-
		52	-	-	-
		53	-	-	-
		54	-	-	-
		55	-	-	-
		56	-	-	-
		57	-	-	-
		58	-	-	-
		59	-	-	-
7	5007	4007	-	-	-
		4008	10.000	10.000	-
		4010	-	-	-
		4009	10.000	10.000	-
		6003	5.000	5.000	-
8	5008	4008	-	-	-
		4010	-	-	-
		4009	10.000	10.000	-
		60	-	-	-
		61	-	-	-
		62	-	-	-
		63	-	-	-
		64	-	-	-
		65	-	-	-
		66	-	-	-
		67	-	-	-
		68	-	-	-
		69	-	-	-
		70	-	-	-
9	5009	4008	-	-	-
		4009	10.000	10.000	-
		4010	-	-	-
		4003	-	-	-
		4004	-	-	-
		6004	5.000	5.000	-
		6001	5.000	5.000	-

Obr. 13: Ukázka prostředí EasyNET 3.5.1

#### 4.1.2. CloudCompare

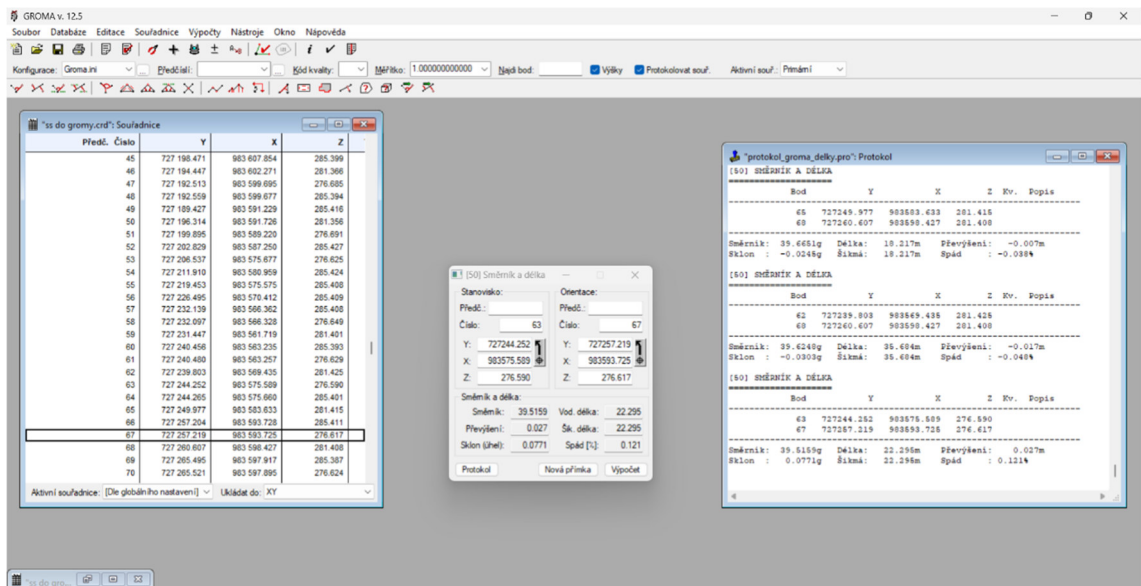
Volně dostupný software pro zpracování mračen bodů. Nabízí množství nástrojů pro ruční editaci a vykreslování mračen bodů nebo trojúhelníkových sítí. Například umožňuje spojování mračen, ořezávání mračen, rotaci mračen, identifikaci bodů v mračnech, atd.



Obr. 14: Ukázka prostředí CloudCompare v2.13.0

### 4.1.3. Groma

Geodetický program sloužící pro komplexní zpracování dat. Umožňuje importovat surová data přímo z měřicí aparatury. Pracuje se seznamy souřadnic i s celými zápisníky měření. Při výpočtu generuje automaticky protokol výpočtu. Data lze z Gromy exportovat v různých formátech.



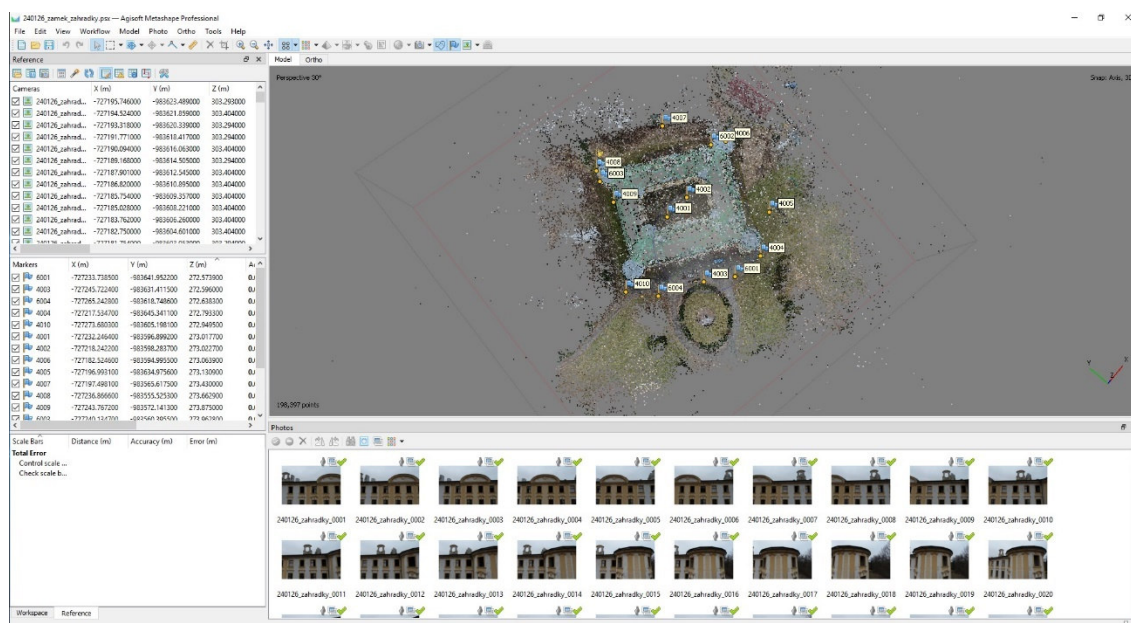
Obr. 15: Ukázka prostředí Groma v. 12.5

### 4.1.4. ExifTool

Volně dostupný software určený pro čtení, zápis a manipulaci s metadaty obrazových záznamů. Program umožňuje exportovat konkrétní informace z metadat. ExifTool pracuje v prostředí příkazového řádku.

## 4.1.5. Agisoft

Program na automatizované zpracování digitálních snímků pro fotogrammetrii. Umožňuje tvorbu 3D mračna bodů a následnou práci s prostorovými daty. Jedním z výstupů může být například ortofoto.



Obr. 16: Ukázka prostředí Agisoft Metashape Professional

## 4.2. Průměrování GNSS měření

Nejprve byly zprůměrovány 2x zaměřené body měřické sítě měřené pomocí GNSS (tab. 1). Na bodě 4008 byla maximální odchylka v souřadnici 1,47 m, a proto byly souřadnice tohoto bodu z následného výpočtu vyloučeny. Pravděpodobným důvodem tohoto rozdílu, je blízkost bodu 4008 u budovy a stromů, což vedlo ke špatným observačním podmínkám. U ostatních průměrovaných bodů byl maximální rozdíl v souřadnici od průměru 54 mm.



Tab. 1: Dvakrát měřené souřadnice GNSS – průměrování

Průměrování souřadnic GNSS a jejich odchylky od průměru						
	Y [m]	X [m]	Z [m]	dX [m]	dY [m]	dZ [m]
4003	727245,837	983631,414	272,555	-0,003	-0,006	0,015
	727245,830	983631,402	272,585	0,004	0,006	-0,015
	727245,834	983631,408	272,570	-	-	-
4004	727217,650	983645,340	272,771	-0,003	-0,001	-0,005
	727217,643	983645,337	272,760	0,004	0,002	0,006
	727217,647	983645,339	272,766	-	-	-
4005	727197,104	983635,004	273,092	-0,004	0,002	0,019
	727197,096	983635,007	273,130	0,004	-0,001	-0,019
	727197,100	983635,006	273,111	-	-	-
4007	727197,542	983565,655	273,431	-0,020	-0,013	-0,054
	727197,502	983565,629	273,323	0,020	0,013	0,054
	727197,522	983565,642	273,377	-	-	-
4008	727236,138	983557,096	276,521	0,384	-0,791	-1,477
	727236,906	983555,514	273,568	-0,384	0,791	1,476
	-	-	-	-	-	-
4010	727273,755	983605,152	272,902	0,010	0,013	0,025
	727273,775	983605,177	272,952	-0,010	-0,012	-0,025
	727273,765	983605,165	272,927	-	-	-

### 4.3. Vyrovnání volné sítě a výpočet podrobných bodů

Do programu EasyNET byl nahrán zápisník měření z totální stanice a proběhlo zde vyrovnání měření jako vyrovnání volné sítě. Jedná se o vyrovnání zprostředkujících měření, kam vstupují měřená data a přibližné souřadnice bodů měřické sítě. Výhodou je, že se měření totální stanicí nedeformuje, ale opravují se souřadnice bodů měřické sítě. Toto vyrovnání bylo zvoleno z důvodu určení souřadnic bodů měřické sítě metodou GNSS – RTK, jejíž přesnost je menší než přesnost měření totální stanicí.

Pro měřené hodnoty byly zvoleny apriorní směrodatné odchylky jako dvojnásobek základních směrodatných odchylek uváděných výrobcem. Tedy 0,6 mgon pro vodorovný směr a zenitový úhel a 2 mm pro šikmou délku. Pro měření na krátké vzdálenosti, cca do 3 m, kdy úhlová přesnost klesá, byly nastaveny apriorní směrodatné odchylky pro úhly 10 mgon a pro délku 2 mm. Pro body 6001-6004, které byly signalizovány černobílými terčíky, a bylo nutné manuální docilování, byly apriorní směrodatné odchylky pro úhly nastaveny na 5 mgon a pro délku na 2 mm. Po výše popsané úpravě odchylek nebylo robustní metodou nalezeno žádné odlehle měření, které by bylo nutné vyloučit. Nadbytečných měření je 40.

Výsledkem vyrovnání jsou zpřesněné přibližné vstupní souřadnice, vyrovnané měření a souřadnice všech zbylých bodů včetně kontrolních. Dalším výsledkem jsou směrodatné odchylky vyrovnaných souřadnic, vyrovnaných měření a aposteriorní jednotková směrodatná odchylka (viz přílohu 2)

Maximální směrodatná odchylka souřadnice je 1,56 mm.

Aposterioorní jednotková směrodatná odchylka je 0,725.

#### 4.4. Mračno bodů z laserového skeneru

V softwaru Perspective byly jednotlivé skeny automaticky pospojovány. Průměrná chyba spojení je 2,1 mm. Celkem bylo spojeno 41 skenů s průměrným překrytem 60 %. Následně bylo mračno georeferencováno. Jedná se o identifikace bodu v mračnu a následné přiřazení souřadnic v S-JTSK a Bpv, neboli správné umístění mračna v prostoru. Georeferencování proběhlo pomocí souřadnic podrobných bodů měřické sítě 6001–6004, které byly signalizovány černobílými terčíky. Průměrná polohová chyba bodů 6001-6004 po georeferencování je 5,9 mm (Tab.2).

Mračno bodů bylo vyexportováno ve formátu LAS a poté nahráno do programu CloudCompare a zředito na vzdálenost sousedních bodů 10 mm.

Tab. 2: Georeferencování

Přesnost georeferencování				
Bod georeferencování	dX [mm]	dY [mm]	dZ [mm]	polohová odchylka [mm]
6001	-2,7	-5,9	1,3	6,6
6002	3,1	0,9	-2,0	3,8
6003	-1,0	8,3	3,1	9,0
6004	0,6	-3,3	-2,4	4,2

#### 4.5. Zpracování leteckých snímků

Ze souboru pořízených snímků byly v programu ExifTool exportovány souřadnice poloh dronu při snímkování, které jsou uloženy v Exif údajích každého snímku. Vznikl tak seznam souřadnic poloh snímků v souřadnicovém systému ETRS89.

Pomocí webové aplikace na Geoportálu ČÚZK, sloužící pro transformaci souřadnic mezi různými systémy, byly souřadnice polohy dronu transformovány do S-JTSK. Měřená výška dronu je relativní, vztahující se k místu vzletu, proto byla k měřeným výškám připočtena konstanta, aby výsledné výšky odpovídaly přibližně skutečné výšce letu ve výškovém systému Bpv.

Poté byly do programu Agisoft nahrány pořízené snímky se seznamem souřadnic jejich polohy a následně seznam souřadnic měřické sítě neboli vlíčovacích bodů. Na snímcích byly vyhledány vlíčovací body a byly označeny vložím bodu na snímek. V dalším kroku byl proveden

výpočet řídkého mračna. Byly zkontrolovány odchylky souřadnic na vlíčovacích bodech. Hodnota průměrné polohové odchylky je 2,12 cm. Poté bylo vypočteno husté mračno bodů, které bylo posléze vyexportováno ve formátu LAS.

Husté mračno bylo nahráno do programu CloudCompare a zředěno na vzdálenost sousedních bodů 10 mm.

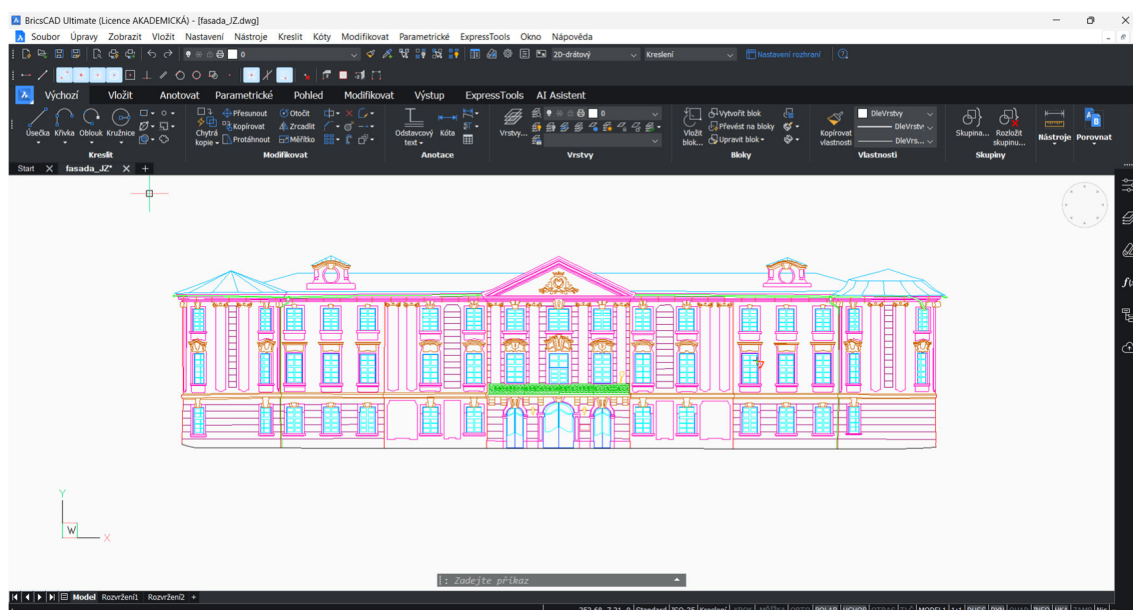
#### 4.6. Spojení mračen bodů

Mračno bodů získané z laserového skenování bylo nahráno do programu CloudCompare společně s mračnem bodů z letecké fotogrammetrie a bylo kontrolováno, zda na sebe obě mračna pasují. U východní věže (rizalitu) byl zjištěn rozdíl mezi mračny, přibližně 45 cm v poloze a 45 cm ve výšce. Pravděpodobným důvodem odlišnosti bylo malé množství pořízených snímků kolem této věže z důvodu husté vegetace. V jiných místech nebyly významné rozdíly zjištěny. Mračna tak byla spojena dohromady a vzniklo celistvé mračno celého objektu. Toto mračno bylo následně použito ke zpracování výkresové dokumentace.

# 5. Tvorbá dokumentace

## 5.1. BricsCAD

Pro tvorbu výkresové dokumentace byl zvolen CAD program, konkrétně BricsCAD (obr. 17), který podporuje 2D kreslení i 3D modelování. Výkresy jsou zde implicitně ukládány ve formátu .dwg. Program umožňuje kreslení ve vrstvách, práci v měřítku 1 a následný tisk s jiným zvoleným měřítkem. Společnost Bricsys, jež je vývojářem použitého BricsCADu, poskytuje akademické licence pro studijní účely bez poplatku.



















Obr. 17: Ukázka prostředí BricsCAD Ultimate

## 5.2. Tvorba výkresů

V programu CloudCompare bylo finální mračno bodů nařezáno na jednotlivé fasády (pohledy). Řez byl veden mračnem po hřebeni střechy. Výkresy pohledů jsou tedy vždy pouze po hřeben. Následně byl nastaven ortogonální pohled na každé mračno zvlášť. Upravená mračna byla vyexportována ve formátu .e57 pro další zpracování.

Jednotlivá mračna byla importována do BricsCADu. Podle nich byly obkreslovány prvky fasád, například: stavební otvory, okenní tabulky, zdobné prvky fasád, svody, střecha, zábradlí, osvětlení a další. Pro kresbu východní věže bylo použito pouze mračno z laserového skenování. Při kreslení byly opakující se prvky kopírovány a následně byla kontrolována jejich poloha a rozměr. Maximální přípustná odchylka byla zvolena 2 cm pro stavební otvory a 5 cm pro zdobné prvky. Nakreslené fasády byly nakonec okótovány. Kóty jsou uváděny v m s přesností na mm.

Nulová výška byla vložena do hlavního vstupu, nacházejícím se na jihozápadní straně zámku. Výkres byl tvořen ve vrstvách podle jednotlivých prvků (obr. 18).

dvere		— Plná
dvere_vypln		— Plná
fasada		— Plná
fasada_ozdoby		— Plná
fasada_vodorovne_cary		— Plná
koty		— Plná
okna		— Plná
okna_vypln		— Plná
ostatní		— Plná
osvetleni		— Plná
predel_rovin		— Plná
strecha		— Plná
svod		— Plná
zabradli		— Plná
zelezne_podpery		— Plná
zeme		— Plná

Obr. 18: Tabulka vrstev – výkresy fasád

Pro znázornění rozměrů celého objektu byl vyhotoven okótovaný výkres zobrazující zámek v půdorysu. Kóty jsou uvedeny v mm, zaokrouhleny na pět milimetrů. Dále byl vytvořen výkres obsahující půdorys objektu s vyznačenými pohledy na jednotlivé fasády. Nakonec byl nakreslen výkres polohopisu znázorňující nejbližší okolí zámku včetně uvedení druhů ploch.

### 5.3. Tisk dokumentace

Všechny výkresy byly vytištěny černobíle. Tloušťka čar byla nastavena na 0,15 mm. Pro tisk výkresů fasád neboli pro výkresy: Nádvoří – pohled JZ (výkres 1), Nádvoří – pohled SZ (výkres 2), Nádvoří – pohled SV (výkres 3), Nádvoří – pohled JV (výkres 4), Fasáda – pohled JZ (výkres 5), Fasáda – pohled SZ (výkres 6), Fasáda – pohled SV (výkres 7) a Fasáda – pohled JV (výkres 8) bylo zvoleno měřítko tisku 1:100. Výkresy nádvoří byly tisknuty na formát papíru A3, případně A2. Výkresy vnějších fasád byly tisknuty na formát A1.

Výkresy situace (výkres 9), pohledy (výkres 10) a polohopis (výkres 11) byly tisknuty na formát papíru A3 v měřítku 1:500.

Ke každému výkresu byla přidána popisová tabulka, která obsahuje informace o autorovi, číslo a název výkresu, měřítko a formát výkresu, datum vyhotovení a předmět. Déle bylo doplněno grafické měřítko, situační přehledka a severka.

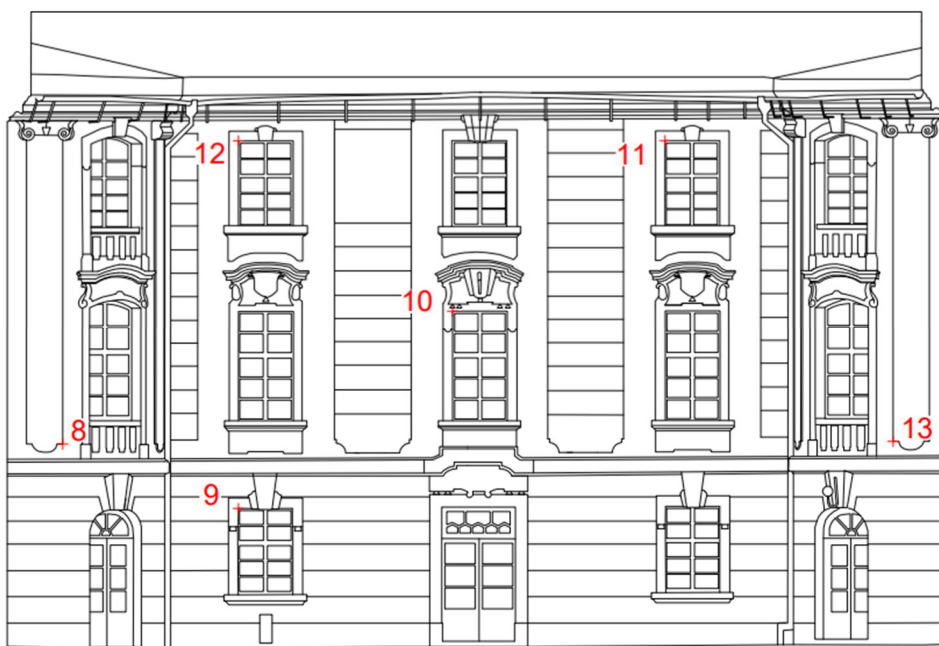
Veškeré výkres jsou přiloženy k Bakalářské práci v elektronické podobě ve formátu .dwg (viz přílohy 12–22), ve formátu .pdf (viz přílohy 23–33) a tištěné podobě.

## 6. Ověření přesnosti

Pro ověření správného umístění mračna bodů v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv byly v programu CloudCompare z výsledného mračna odečteny souřadnice X, Y, Z všech 70 kontrolních bodů na fasádě. Tyto souřadnice byly následně porovnány s vyrovnanými souřadnicemi vypočtenými v programu EasyNET, které byly měřeny pomocí totální stanice. Maximální polohová odchylka je 25,9 mm. Průměrná hodnota polohové odchylky je 13,9 mm (viz přílohu 3)

Pro ověření správných rozměrů výkresu byly porovnány délky, mezi kontrolními body, vypočtené z vyrovnaných souřadnic v programu Groma s délkami měřenými na výkresech. Celkem bylo porovnáno 74 délek. Maximální rozdíl je 28 mm. Průměrná hodnota rozdílu délek je 7,2 mm. (viz přílohu 4)

Rozmístění kontrolních bodů na fasádě viz přílohu 1, ukázka obr. 19.



Obr. 19: Ukázka rozmístění kontrolních bodů na fasádě

# Závěr

Cílem práce bylo zaměření fasády zámku v Zahrádkách a vyhotovení výkresové dokumentace.

Před měřením byla vytvořena měřická síť o 14 bodech v okolí zámku. Některé z těchto bodů byly zaměřeny pomocí GNSS – RTK. Totální stanicí byla změřena celá měřická síť a kontrolní body na fasádách zámku. Tyto body byly použity ke zhodnocení přesnosti měření a výstupu. Výsledné souřadnice byly vypočteny pomocí vyrovnání volné sítě.

Následně byl zámek zaměřen pomocí pozemního 3D laserového skeneru a fotogrammetricky z dronu. Z obou metod bylo výstupem mračno bodů. Obě mračna byla pro tvorbu dokumentace spojena dohromady.

Výsledkem práce jsou 4 výkresy pohledů nádvoří v měřítku 1:100, 4 výkresy pohledů vně zámku v měřítku 1:100 a 3 situační výkresy v měřítku 1:500. Výkresy byly nakresleny v programu BricsCAD, přímo z mračna bodů. Jsou odevzdány v tištěné podobě i elektronicky. Výsledná dokumentace zachycuje podobu historické památky před rekonstrukcí, která bude nevyhnutelná kvůli poškození zámku požárem.



## Seznam obrázků

- Obr. 1: Současná podoba zámku
- Obr. 2: Obec Zahrádky, Zámek Zahrádky, [5]
- Obr. 3: Historická fotografie Nový zámek, [2]
- Obr. 4: Totální stanice Leica Nova MS60, [6]
- Obr. 5: GNSS přijímač Trimble GeoXR, [7]
- Obr. 6: Trimble X7, [8]
- Obr. 7: DJI Phantom 4 Pro V2.0, [9]
- Obr. 8: Leica mini hranol, [6]
- Obr. 9: Černobílý skenovací terč v otočné vidlici, [6]
- Obr. 10: Ukázka stabilizace měřické sítě
- Obr. 11: Přehledka bodů měřické sítě
- Obr. 12: Přehledka stanovisek
- Obr. 13: Ukázka prostředí EasyNET 3.5.1
- Obr. 14: Ukázka prostředí CloudCompare v2.13.0
- Obr. 15: Ukázka prostředí Groma v. 12.5
- Obr. 16: Ukázka prostředí Agisoft Metashape Professional
- Obr. 17: Ukázka prostředí BricsCAD Ultimate
- Obr. 18: Tabulka vrstev – výkresy fasád
- Obr. 19: Ukázka rozmístění kontrolních bodů na fasádě

## Seznam tabulek

- Tab. 1: Dvakrát měřené souřadnice GNSS – průměrování
- Tab. 2: Georeferencování

# Zdroje

[1] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. Nahlížení do Katastru nemovitostí: k.ú.

Zahrádky u České Lípy, č.p. 46 [online]. © 2004–2024 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://sgi->

[nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=D6B992BE&MarQParam0=327610501&MarQParamCount=1](https://nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=D6B992BE&MarQParam0=327610501&MarQParamCount=1)

[2] Obec Zahrádky u České Lípy [online]. © 2024 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://www.zahradkycl.cz/>

[3] NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV. Památkový katalog [online]. (c) 2015 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/zamek-17943615>

[4] Zahrádky (zámek). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA):

Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Zahr%C3%A1dky\\_\(z%C3%A1mek\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zahr%C3%A1dky_(z%C3%A1mek))

[5] SEZNAM. Mapy.cz [online]. (c) 2024 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://mapy.cz/>

[6] Leica Nova MS 60: Technické specifikace [online]. 2020 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://www.gefos-leica.cz/data/original/totalni-stanice/leica-nova-ms60-ds-933430-0220-cs-lr.pdf>

[7] CHRBOLOKOVÁ, Anna. TESTOVÁNÍ ABSOLUTNÍ PŘESNOSTI GNSS RTK MĚŘENÍ [online]. Praha, 2022 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/102943/F1-BP-2022-Chrbolkova-Anna-textova-cast.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Bakalářská práce. ČVUT.

[8] Geotronic Praha [online]. © 2016 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://geotronics.cz/geodezie/>

[9] DJI. Phantom4 pro V2.0 [online]. © 2024 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://www.dji.com/cz/phantom-4-pro-v2>

[10] TRIMBLE. GeoExplorer 6000 Series GeoXR Network Rover [online]. © 2011–2013 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: <https://www.geometius.nl/wp-content/uploads/2013/08/Brochure-Trimble-GeoXR.pdf>

[11] ŠTRONER, Martin. Globální navigační satelitní systémy (GNSS) [online]. ČVUT – Fakulta stavební, Praha, 2022 [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: [https://k154.fsv.cvut.cz/wp-content/uploads/2022/01/GNSS\\_obs.pdf](https://k154.fsv.cvut.cz/wp-content/uploads/2022/01/GNSS_obs.pdf)

[12] ŠTRONER, Martin, Jiří POSPÍŠIL, Bronislav KOSTKA, Tomáš KŘEMEN, Rudolf URBAN, Václav SMÍTKA a Pavel TŘASÁK. 3D skenovací systémy. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05371-3.

[13] PAVELKA, Karel. Fotogrammetrie 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04249-6.

[14] TŘASÁK, Pavel. EasyNET verze 3.4.3: Softwarová dokumentace. Praha, 2015. [cit. 2024-04-17].

Dostupné z: [https://k154.fsv.cvut.cz/wp-content/uploads/2022/02/Navod\\_EasyNet.pdf](https://k154.fsv.cvut.cz/wp-content/uploads/2022/02/Navod_EasyNet.pdf)

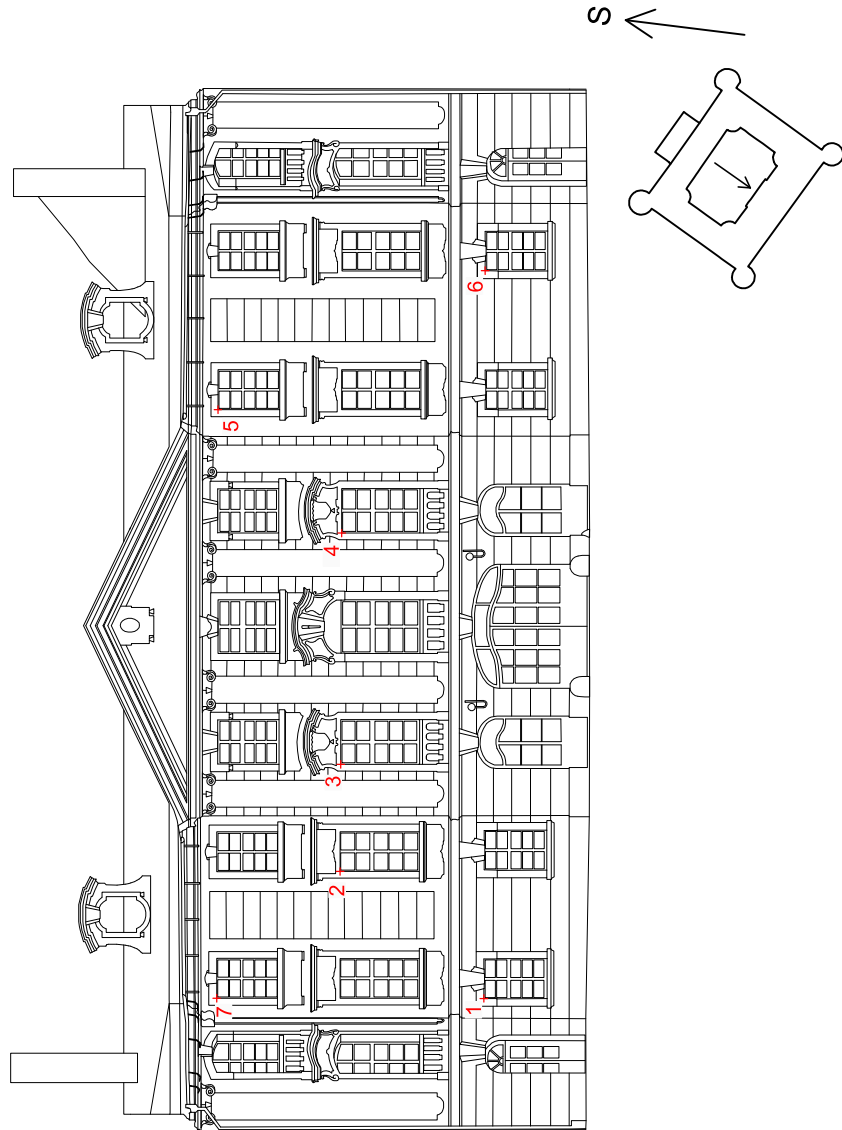
# Přílohy

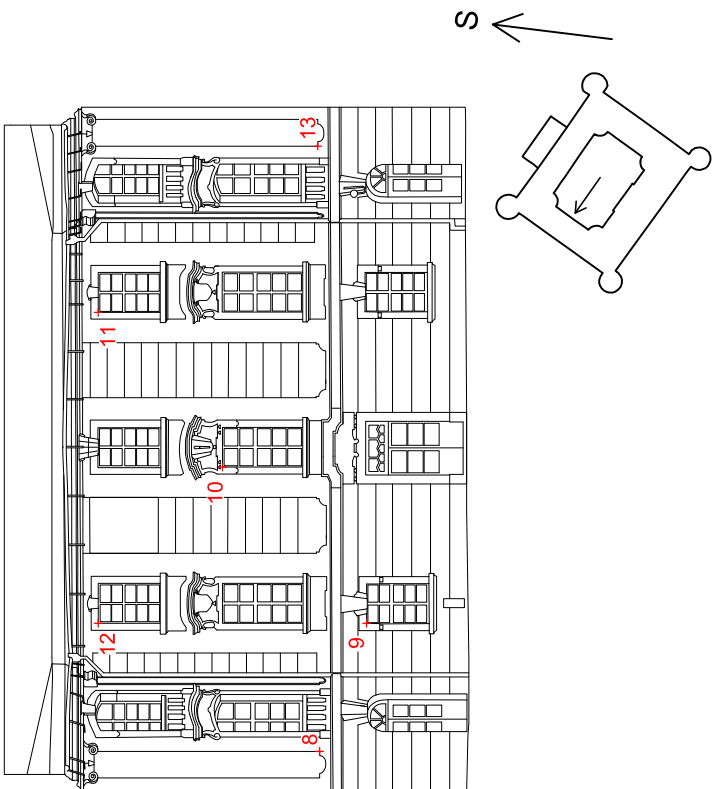
Příloha 1 - Přehledka kontrolních bodů.....	38
Příloha 2 - Seznam souřadnic, jejich směrodatné odchyly a způsob stabilizace .....	46
Příloha 3 - Porovnání souřadnic .....	48
Příloha 4 - Porovnání délek .....	50

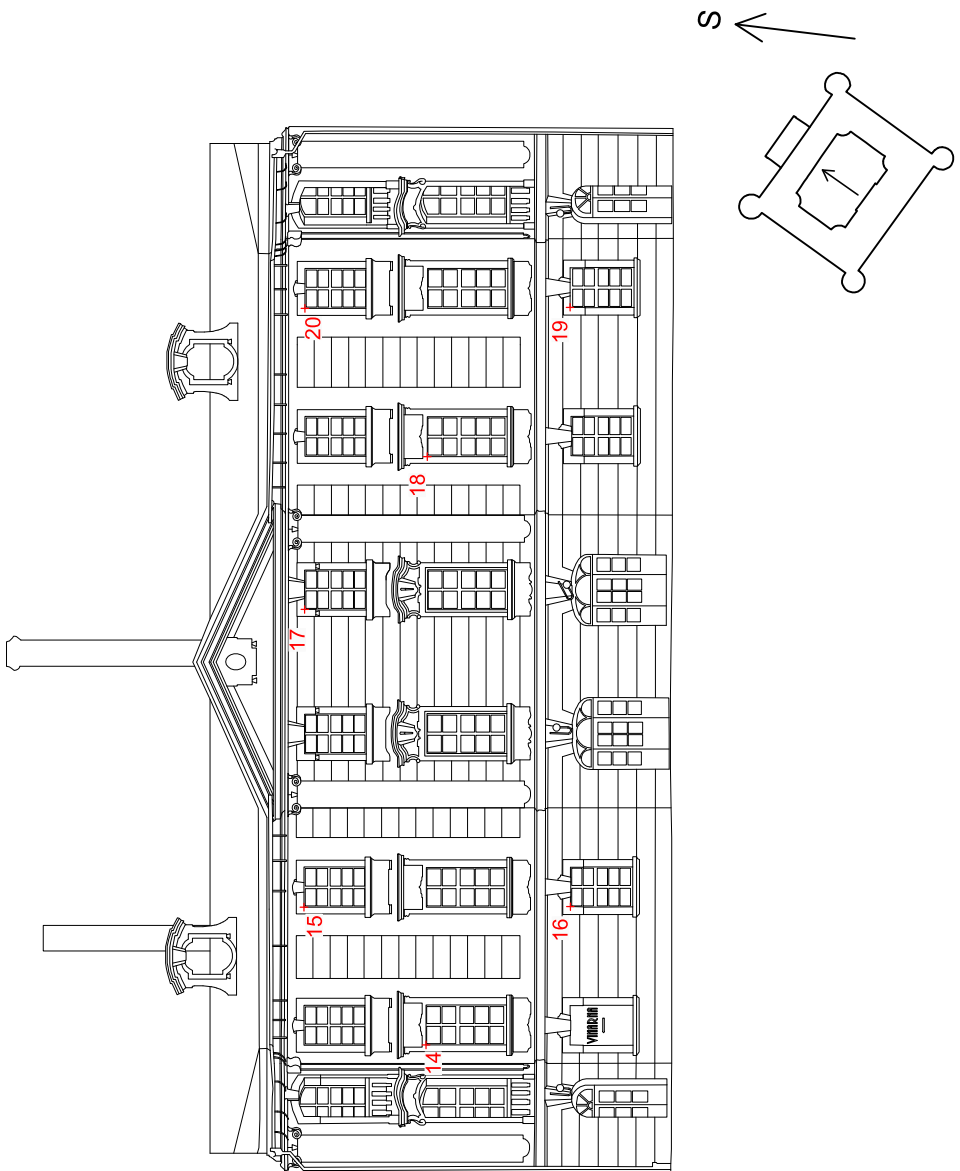
Příloha 5 – Protokol GNSS měření	elektronicky
Příloha 6 – Protokol observací TPS	elektronicky
Příloha 7 – Protokol vyrovnání volné sítě	elektronicky
Příloha 8 – Protokol registrace z LS	elektronicky
Příloha 9 – Protokol zpracování v programu Agisoft	elektronicky
Příloha 10 – Protokol výpočtu délek v programu Groma	elektronicky
Příloha 11 - Mračno bodů	elektronicky
Příloha 12 – Výkres 1, Nádvoří-pohled JZ	elektronicky – formát .dwg
Příloha 13 – Výkres 2, Nádvoří-pohled SZ	elektronicky – formát .dwg
Příloha 14 – Výkres 3, Nádvoří-pohled SV	elektronicky – formát .dwg
Příloha 15 – Výkres 4, Nádvoří-pohled JV	elektronicky – formát .dwg
Příloha 16 – Výkres 5, Fasáda-pohled JZ	elektronicky – formát .dwg
Příloha 17 – Výkres 6, Fasáda-pohled SZ	elektronicky – formát .dwg
Příloha 18 – Výkres 7, Fasáda-pohled SV	elektronicky – formát .dwg
Příloha 19 – Výkres 8, Fasáda-pohled JV	elektronicky – formát .dwg
Příloha 20 – Výkres 9, Situace	elektronicky – formát .dwg
Příloha 21 – Výkres 10, Pohledy	elektronicky – formát .dwg
Příloha 22 – Výkres 11, Polohopis	elektronicky – formát .dwg
Příloha 23 – Výkres 1, Nádvoří-pohled JZ	elektronicky – formát .pdf
Příloha 24 – Výkres 2, Nádvoří-pohled SZ	elektronicky – formát .pdf
Příloha 25 – Výkres 3, Nádvoří-pohled SV	elektronicky – formát .pdf
Příloha 26 – Výkres 4, Nádvoří-pohled JV	elektronicky – formát .pdf
Příloha 27 – Výkres 5, Fasáda-pohled JZ	elektronicky – formát .pdf
Příloha 28 – Výkres 6, Fasáda-pohled SZ	elektronicky – formát .pdf
Příloha 29 – Výkres 7, Fasáda-pohled SV	elektronicky – formát .pdf

Příloha 30 – Výkres 8, Fasáda-pohled JV	elektronicky – formát .pdf
Příloha 31 – Výkres 9, Situace	elektronicky – formát .pdf
Příloha 32 – Výkres 10, Pohledy	elektronicky – formát .pdf
Příloha 33 – Výkres 11, Polohopis	elektronicky – formát .pdf
Příloha 34 – Výkres 1, Nádvoří-pohled JZ	tisk – viz přiložené desky
Příloha 35 – Výkres 2, Nádvoří-pohled SZ	tisk – viz přiložené desky
Příloha 36 – Výkres 3, Nádvoří-pohled SV	tisk – viz přiložené desky
Příloha 37 – Výkres 4, Nádvoří-pohled JV	tisk – viz přiložené desky
Příloha 38 – Výkres 5, Fasáda-pohled JZ	tisk – viz přiložené desky
Příloha 39 – Výkres 6, Fasáda-pohled SZ	tisk – viz přiložené desky
Příloha 40 – Výkres 7, Fasáda-pohled SV	tisk – viz přiložené desky
Příloha 41 – Výkres 8, Fasáda-pohled JV	tisk – viz přiložené desky
Příloha 42 – Výkres 9, Situace	tisk – viz přiložené desky
Příloha 43 – Výkres 10, Pohledy	tisk – viz přiložené desky
Příloha 44 – Výkres 11, Polohopis	tisk – viz přiložené desky

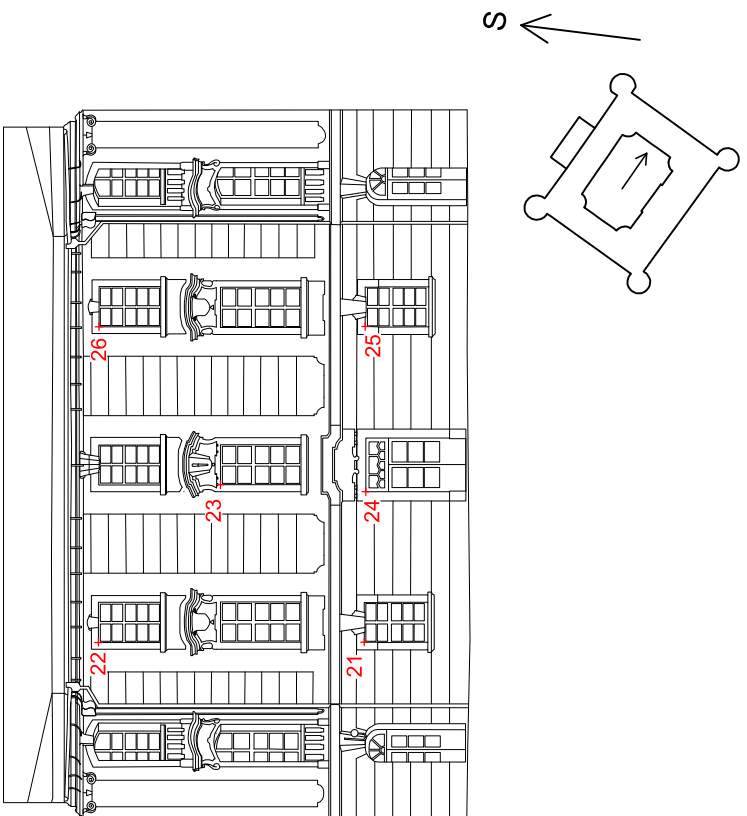
# Příloha 1 - Přehledka kontrolních bodů

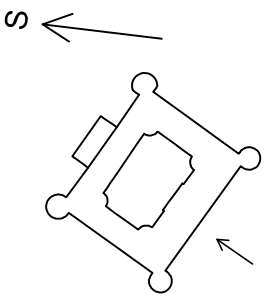
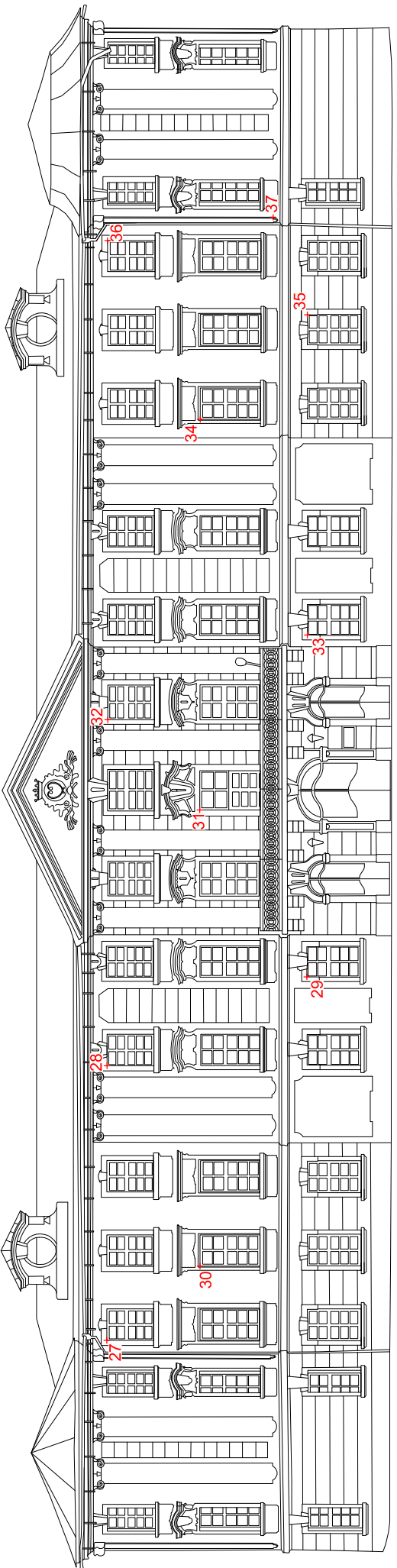


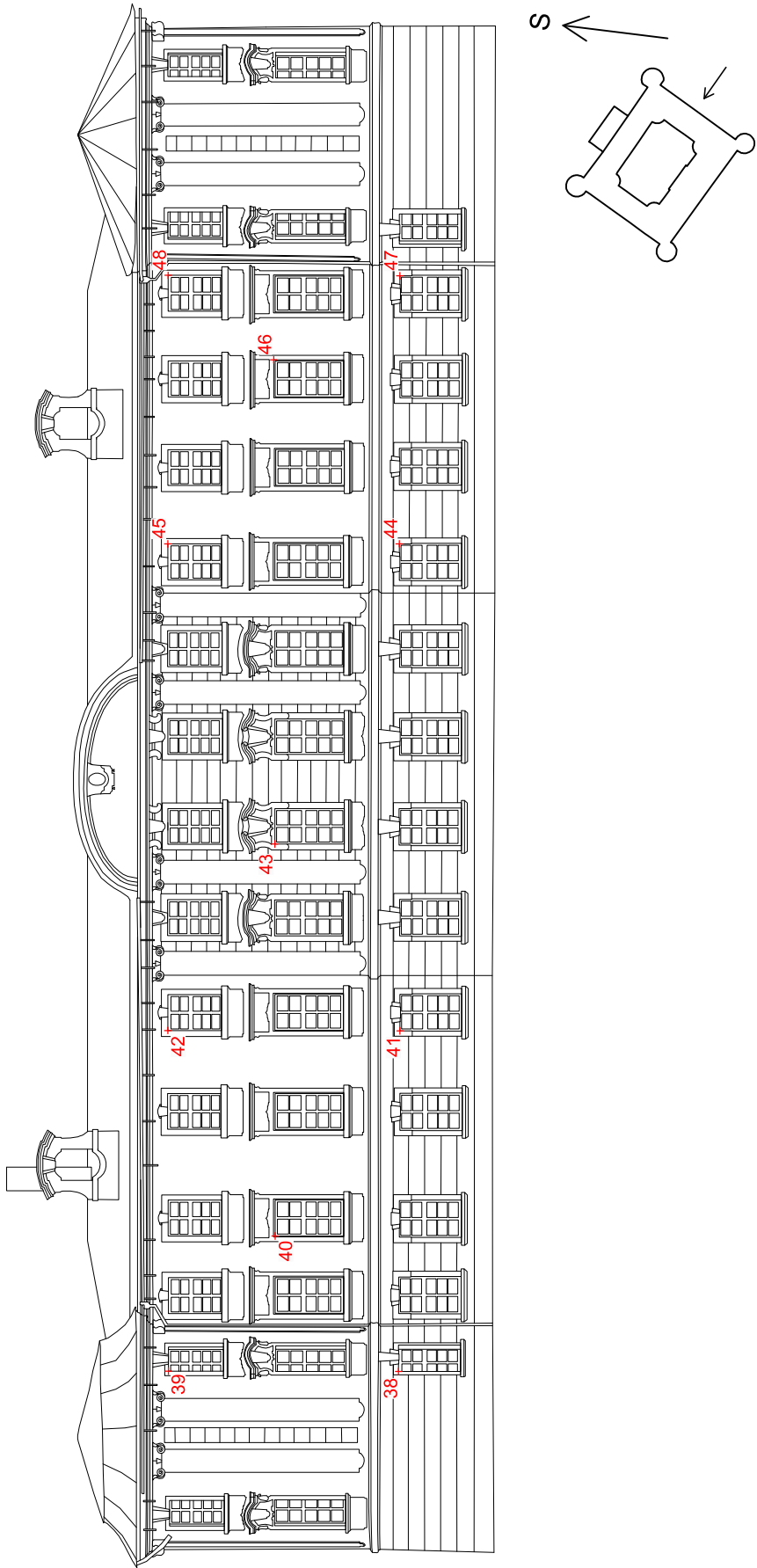


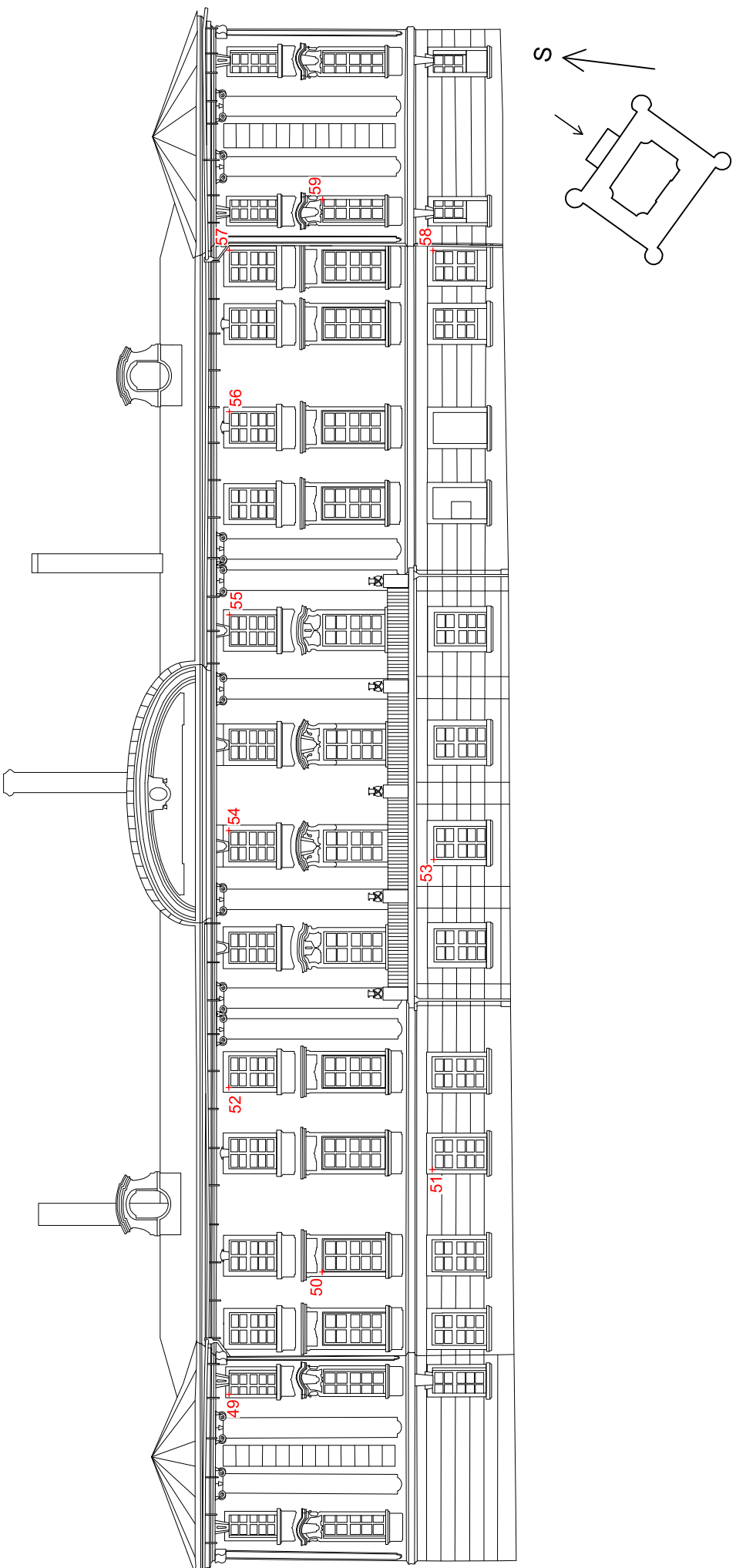


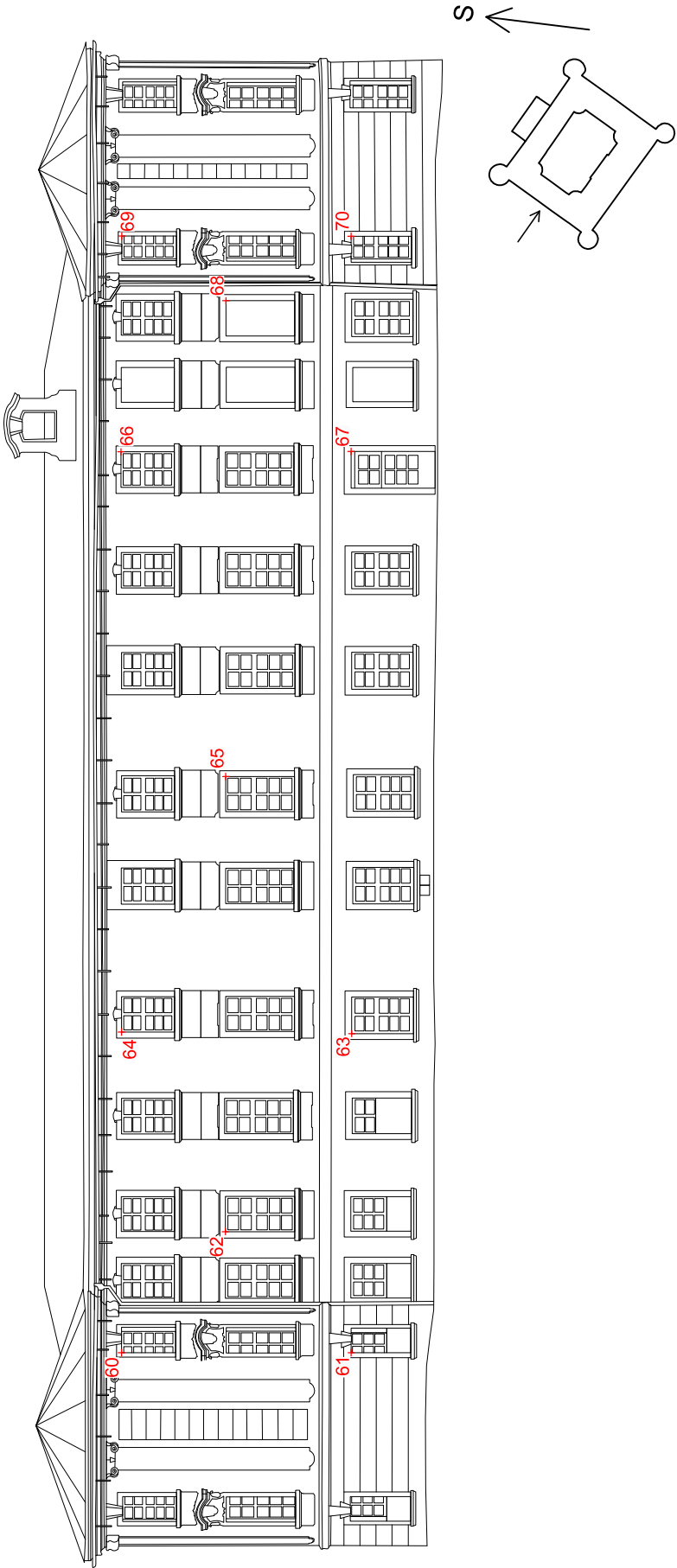












Příloha 2 - Seznam souřadnic, jejich směrodatné odchylky a způsob stabilizace

Vyrovnané souřadnice, jejich směrodatné odchylky a způsob stabilizace bodu							
Bod	Y [m]	X [m]	Z [m]	sY [mm]	sX [mm]	sZ [mm]	stabilizace
1	727222,4465	983614,3240	276,5937	0,56	1,55	0,40	fasáda zámku
2	727225,8504	983611,8629	281,3535	0,65	1,34	0,80	fasáda zámku
3	727228,3696	983609,2932	281,3311	0,83	1,20	0,86	fasáda zámku
4	727234,5536	983604,7702	281,2954	1,25	0,83	0,78	fasáda zámku
5	727238,1874	983602,8327	285,3985	1,26	0,71	0,90	fasáda zámku
6	727241,9044	983600,0929	276,5466	1,53	0,68	0,35	fasáda zámku
7	727222,4643	983614,3457	285,4400	0,56	1,30	0,94	fasáda zámku
8	727243,1204	983597,6109	278,0963	1,51	0,69	0,42	fasáda zámku
9	727243,4848	983592,1013	276,5409	1,48	0,82	0,34	fasáda zámku
10	727240,4648	983587,8931	281,3126	1,31	0,98	0,57	fasáda zámku
11	727237,5132	983583,7010	285,4353	1,11	1,11	0,75	fasáda zámku
12	727243,5243	983592,0684	285,4241	1,35	0,79	0,74	fasáda zámku
13	727231,5597	983581,2205	278,1544	0,96	1,40	0,43	fasáda zámku
14	727230,1627	983580,6326	281,3878	0,89	1,39	0,60	fasáda zámku
15	727226,4005	983583,2164	285,4233	0,75	1,30	0,89	fasáda zámku
16	727226,4083	983583,2556	276,6099	0,78	1,51	0,38	fasáda zámku
17	727218,3202	983588,8646	285,4013	0,73	1,14	1,09	fasáda zámku
18	727214,1168	983591,6727	281,3394	1,05	1,07	0,89	fasáda zámku
19	727210,0531	983594,5030	276,6194	1,42	0,90	0,44	fasáda zámku
20	727210,0631	983594,4507	285,3900	1,15	0,84	1,01	fasáda zámku
21	727208,6077	983602,6388	276,6027	1,46	0,83	0,42	fasáda zámku
22	727208,5304	983602,6758	285,4157	1,19	0,80	0,97	fasáda zámku
23	727211,6516	983606,8733	281,3652	1,13	1,02	0,81	fasáda zámku
24	727211,5033	983606,6886	276,5621	1,27	1,08	0,44	fasáda zámku
25	727214,7349	983611,0867	276,5640	0,93	1,38	0,42	fasáda zámku
26	727214,6763	983611,1302	285,3936	0,80	1,16	0,98	fasáda zámku
27	727259,6862	983604,1140	285,3994	0,94	1,16	0,56	fasáda zámku
28	727250,0569	983611,1272	285,3945	0,69	1,17	0,78	fasáda zámku
29	727246,9352	983613,3979	276,7248	0,63	1,39	0,28	fasáda zámku
30	727257,0877	983606,0064	281,3474	0,92	1,21	0,43	fasáda zámku
31	727241,3173	983617,9588	281,3670	0,41	1,20	0,90	fasáda zámku
32	727238,1420	983620,2551	285,3573	0,58	0,83	1,19	fasáda zámku
33	727234,9264	983622,0809	276,7043	1,22	0,88	0,40	fasáda zámku
34	727227,3117	983627,5173	281,3439	1,35	0,46	0,63	fasáda zámku
35	727223,6810	983630,2315	276,7061	1,44	0,54	0,25	fasáda zámku
36	727221,0666	983632,0926	285,3645	1,30	0,58	0,68	fasáda zámku
37	727221,5746	983634,4193	278,2275	1,37	0,69	0,32	fasáda zámku
38	727213,2403	983635,6381	276,7307	1,32	1,06	0,28	fasáda zámku
39	727213,2853	983635,6071	285,3862	1,20	0,99	0,72	fasáda zámku
40	727213,7525	983628,9589	281,3741	1,42	0,78	0,57	fasáda zámku
41	727209,2002	983622,7251	276,6775	1,52	0,71	0,32	fasáda zámku
42	727209,2144	983622,6902	285,4086	1,23	0,70	0,96	fasáda zámku
43	727205,0651	983617,0229	281,3756	1,10	1,05	0,78	fasáda zámku
44	727198,4251	983607,8819	276,6928	0,66	1,55	0,28	fasáda zámku
45	727198,4705	983607,8540	285,3993	0,66	1,36	0,82	fasáda zámku

46	727194,4472	983602,2706	281,3660	0,68	1,50	0,49	fasáda zámku
47	727192,5127	983599,6947	276,6846	0,72	1,54	0,28	fasáda zámku
48	727192,5594	983599,6770	285,3941	0,72	1,45	0,62	fasáda zámku
49	727189,4271	983591,2286	285,4160	0,93	1,33	0,64	fasáda zámku
50	727196,3141	983591,7262	281,3560	0,76	1,49	0,48	fasáda zámku
51	727199,8946	983589,2204	276,6908	0,71	1,55	0,28	fasáda zámku
52	727202,8285	983587,2503	285,4269	0,73	1,37	0,77	fasáda zámku
53	727206,5367	983575,6766	276,6247	1,23	1,15	0,36	fasáda zámku
54	727211,9097	983580,9593	285,4244	1,11	1,05	0,82	fasáda zámku
55	727219,4529	983575,5745	285,4075	1,38	0,76	0,71	fasáda zámku
56	727226,4946	983570,4118	285,4092	1,48	0,70	0,60	fasáda zámku
57	727232,1394	983566,3618	285,4083	1,50	0,74	0,54	fasáda zámku
58	727232,0967	983566,3281	276,6486	1,56	0,75	0,31	fasáda zámku
59	727231,4467	983561,7193	281,4006	1,50	0,81	0,42	fasáda zámku
60	727240,4563	983563,2345	285,3931	1,12	1,08	0,77	fasáda zámku
61	727240,4795	983563,2570	276,6293	1,24	1,18	0,26	fasáda zámku
62	727239,8032	983569,4351	281,4251	1,38	0,84	0,61	fasáda zámku
63	727244,2516	983575,5894	276,5903	1,54	0,71	0,29	fasáda zámku
64	727244,2648	983575,6603	285,4010	1,13	0,70	1,10	fasáda zámku
65	727249,9765	983583,6331	281,4153	0,74	1,33	0,79	fasáda zámku
66	727257,2040	983593,7284	285,4109	0,70	1,40	0,70	fasáda zámku
67	727257,2187	983593,7253	276,6173	0,71	1,53	0,26	fasáda zámku
68	727260,6071	983598,4273	281,4082	0,79	1,47	0,43	fasáda zámku
69	727265,4951	983597,9167	285,3874	0,92	1,34	0,58	fasáda zámku
70	727265,5205	983597,8951	276,6241	0,95	1,41	0,28	fasáda zámku
4001	727232,2464	983596,8992	273,0177	1,52	0,74	0,21	křídou nakreslený křížek
4002	727218,2422	983598,2837	273,0227	1,51	0,79	0,20	křídou nakreslený křížek
4003	727245,7224	983631,4115	272,5960	0,44	0,44	0,15	nesprejovaný kříž s hřebem
4004	727217,5347	983645,3411	272,7933	0,69	0,47	0,16	nesprejovaný kříž s hřebem
4005	727196,9931	983634,9756	273,1309	0,63	0,55	0,17	roh na pařezu
4006	727182,5246	983594,9955	273,0639	0,59	0,75	0,20	nesprejovaný kříž s hřebem
4007	727197,4981	983565,6175	273,4300	0,70	0,76	0,38	roh zídky
4008	727236,8666	983555,5253	273,6629	0,73	0,62	0,21	nesprejovaný kříž s hřebem
4009	727243,7672	983572,1413	273,8750	1,11	0,93	0,96	roh kamenného bloku
4010	727273,6803	983605,1981	272,9495	0,49	0,61	0,19	nesprejovaný kříž s hřebem
5001	727222,2180	983599,3095	272,9834	0,58	0,68	0,20	nestabilizováno
5002	727242,0542	983626,8082	274,4165	0,40	0,43	0,13	nestabilizováno
5003	727211,9682	983646,9652	274,0537	0,69	0,47	0,16	nestabilizováno
5004	727196,7254	983624,3984	274,4366	0,61	0,67	0,18	nestabilizováno
5005	727182,4240	983591,0704	274,6899	0,59	0,84	0,30	nestabilizováno
5006	727200,1855	983569,7173	274,8380	0,67	0,63	0,21	nestabilizováno
5007	727239,2854	983554,6346	275,3138	0,79	0,62	0,33	nestabilizováno
5008	727252,9835	983574,4871	275,4051	0,63	0,66	0,21	nestabilizováno
5009	727272,0637	983601,7241	274,7408	0,48	0,66	0,22	nestabilizováno
6001	727233,7385	983641,9522	272,5739	0,99	1,11	0,95	černobílý terčík
6002	727189,4891	983590,3806	274,7224	1,55	0,83	0,30	černobílý terčík
6003	727240,1347	983560,3955	273,9628	0,83	1,51	0,57	černobílý terčík
6004	727265,2428	983618,7486	272,6383	1,19	1,49	1,07	černobílý terčík

### Příloha 3 - Porovnání souřadnic

Porovnání souřadnic kontrolních bodů										
Bod	Vyrovnané souřadnice měřené totální stanicí			Souřadnice z mračna bodů měřeného LS			Rozdíly souřadnic			Položová odchylka
	Y [m]	X [m]	Z [m]	Y [m]	X [m]	Z [m]	dY [mm]	dX [mm]	dZ [mm]	p [mm]
1	727222,447	983614,324	276,594	727222,445	983614,319	276,585	1	5	8	9,9
2	727225,850	983611,863	281,354	727225,847	983611,866	281,338	3	-3	16	16,3
3	727228,370	983609,293	281,331	727228,375	983609,298	281,322	-5	-5	9	11,6
4	727234,554	983604,770	281,295	727234,547	983604,770	281,309	7	0	-14	15,6
5	727238,187	983602,833	285,399	727238,199	983602,835	285,396	-12	-3	2	12,4
6	727241,904	983600,093	276,547	727241,897	983600,094	276,540	7	-2	6	9,6
7	727222,464	983614,346	285,440	727222,460	983614,348	285,440	4	-2	0	4,6
8	727243,120	983597,611	278,096	727243,108	983597,622	278,104	12	-11	-8	18,5
9	727243,485	983592,101	276,541	727243,495	983592,091	276,531	-11	10	10	17,6
10	727240,465	983587,893	281,313	727240,471	983587,901	281,301	-7	-8	12	15,8
11	727237,513	983583,701	285,435	727237,523	983583,704	285,436	-10	-3	-1	10,5
12	727243,524	983592,068	285,424	727243,532	983592,074	285,425	-7	-5	-1	9,3
13	727231,560	983581,221	278,154	727231,552	983581,227	278,158	8	-6	-3	10,8
14	727230,163	983580,633	281,388	727230,174	983580,625	281,380	-11	8	7	15,7
15	727226,401	983583,216	285,423	727226,399	983583,200	285,407	1	17	17	23,8
16	727226,408	983583,256	276,610	727226,414	983583,246	276,597	-5	10	13	17,4
17	727218,320	983588,865	285,401	727218,320	983588,849	285,393	0	16	8	17,8
18	727214,117	983591,673	281,339	727214,102	983591,652	281,334	15	20	6	25,9
19	727210,053	983594,503	276,619	727210,054	983594,497	276,614	-1	6	5	7,9
20	727210,063	983594,451	285,390	727210,061	983594,445	285,394	3	5	-4	7,2
21	727208,608	983602,639	276,603	727208,606	983602,621	276,600	2	18	3	18,5
22	727208,530	983602,676	285,416	727208,525	983602,678	285,412	5	-2	3	6,5
23	727211,652	983606,873	281,365	727211,635	983606,878	281,352	16	-5	13	21,7
24	727211,503	983606,689	276,562	727211,500	983606,676	276,554	3	12	8	15,1
25	727214,735	983611,087	276,564	727214,726	983611,089	276,552	9	-3	12	15,2
26	727214,676	983611,130	285,394	727214,676	983611,137	285,391	0	-6	2	6,9
27	727259,686	983604,114	285,399	727259,676	983604,097	285,403	11	17	-3	20,3
28	727250,057	983611,127	285,395	727250,052	983611,116	285,386	5	11	8	14,8
29	727246,935	983613,398	276,725	727246,926	983613,385	276,722	9	13	3	16,6
30	727257,088	983606,006	281,347	727257,078	983605,992	281,343	10	14	4	18,0
31	727241,317	983617,959	281,367	727241,314	983617,951	281,362	3	7	5	9,3
32	727238,142	983620,255	285,357	727238,135	983620,242	285,358	7	13	-1	15,1
33	727234,926	983622,081	276,704	727234,913	983622,080	276,703	13	1	2	13,1
34	727227,312	983627,517	281,344	727227,303	983627,510	281,334	9	8	10	15,8
35	727223,681	983630,232	276,706	727223,679	983630,236	276,705	2	-4	1	4,8
36	727221,067	983632,093	285,365	727221,063	983632,094	285,363	4	-1	1	3,8
37	727221,575	983634,419	278,228	727221,591	983634,412	278,223	-16	7	5	18,5
38	727213,240	983635,638	276,731	727213,229	983635,645	276,726	11	-7	5	14,2
39	727213,285	983635,607	285,386	727213,275	983635,619	285,392	10	-12	-6	16,9
40	727213,753	983628,959	281,374	727213,760	983628,954	281,376	-7	4	-2	8,5
41	727209,200	983622,725	276,678	727209,200	983622,722	276,671	0	3	6	6,9



42	727209,214	983622,690	285,409	727209,228	983622,679	285,420	-14	11	-11	20,7
43	727205,065	983617,023	281,376	727205,050	983617,029	281,394	15	-6	-18	24,1
44	727198,425	983607,882	276,693	727198,433	983607,876	276,687	-8	6	6	11,3
45	727198,471	983607,854	285,399	727198,484	983607,846	285,402	-13	8	-3	15,5
46	727194,447	983602,271	281,366	727194,442	983602,268	281,368	5	3	-2	5,9
47	727192,513	983599,695	276,685	727192,511	983599,694	276,683	1	1	1	2,2
48	727192,559	983599,677	285,394	727192,560	983599,677	285,400	-1	0	-6	5,9
49	727189,427	983591,229	285,416	727189,412	983591,219	285,409	15	10	7	19,3
50	727196,314	983591,726	281,356	727196,311	983591,717	281,364	3	9	-8	12,9
51	727199,895	983589,220	276,691	727199,895	983589,219	276,689	0	2	2	2,9
52	727202,829	983587,250	285,427	727202,834	983587,240	285,432	-5	10	-5	12,5
53	727206,537	983575,677	276,625	727206,536	983575,675	276,621	1	2	4	4,5
54	727211,910	983580,959	285,424	727211,914	983580,970	285,424	-4	-11	0	11,6
55	727219,453	983575,575	285,408	727219,458	983575,580	285,386	-5	-6	21	22,4
56	727226,495	983570,412	285,409	727226,494	983570,409	285,390	0	3	19	19,7
57	727232,139	983566,362	285,408	727232,135	983566,356	285,398	5	6	11	12,8
58	727232,097	983566,328	276,649	727232,110	983566,331	276,647	-13	-3	2	13,5
59	727231,447	983561,719	281,401	727231,439	983561,730	281,398	8	-11	3	13,4
60	727240,456	983563,235	285,393	727240,444	983563,224	285,399	13	10	-6	17,3
61	727240,480	983563,257	276,629	727240,489	983563,236	276,626	-10	21	4	23,2
62	727239,803	983569,435	281,425	727239,810	983569,423	281,432	-6	12	-7	15,4
63	727244,252	983575,589	276,590	727244,251	983575,581	276,591	0	8	0	7,9
64	727244,265	983575,660	285,401	727244,244	983575,659	285,410	20	1	-9	22,2
65	727249,977	983583,633	281,415	727249,970	983583,628	281,418	6	6	-2	8,9
66	727257,204	983593,728	285,411	727257,187	983593,721	285,419	17	7	-8	20,3
67	727257,219	983593,725	276,617	727257,204	983593,709	276,617	15	16	0	21,9
68	727260,607	983598,427	281,408	727260,586	983598,431	281,400	21	-4	8	23,4
69	727265,495	983597,917	285,387	727265,490	983597,922	285,385	5	-5	3	8,1
70	727265,521	983597,895	276,624	727265,510	983597,909	276,624	10	-14	0	17,6

Příloha 4 - Porovnání délek

Porovnání délek				
Pohled	Délka	Vzdálenost ze souřadnic [m]	Vzdálenost z výkresu [m]	Rozdíl délek [mm]
Nádvoří JZ	1-7	8,846	8,852	-6
	1-2	6,348	6,352	-4
	2-7	5,859	5,863	-4
	2-5	15,815	15,825	-10
	2-6	20,479	20,476	3
	5-6	9,984	9,982	2
	3-4	7,662	7,659	3
	5-7	19,488	19,498	-10
	1-6	24,106	24,108	-2
Nádvoří JV	9-10	7,043	7,037	6
	9-11	13,614	13,609	5
	12-11	10,302	10,302	0
	12-10	6,610	6,613	-3
	11-10	6,579	6,580	-1
	9-12	8,883	8,889	-6
Nádvoří SV	19-20	8,771	8,778	-7
	19-16	19,849	19,856	-7
	15-16	8,813	8,822	-9
	17-16	13,197	13,201	-4
	17-19	13,314	13,321	-7
	17-14	14,971	14,973	-2
	18-14	19,477	19,490	-13
Nádvoří SZ	21-22	8,813	8,815	-2
	21-23	7,062	7,060	2
	21-25	10,436	10,448	-12
	26-25	8,830	8,823	7
	22-25	13,697	13,698	-1
	22-26	10,452	10,456	-4
	22-24	10,165	10,169	-4
	23-24	4,809	4,814	-5
Fasáda JZ	27-28	11,912	11,910	2
	27-29	18,001	17,996	5
	27-30	5,172	5,172	0
	28-30	9,594	9,587	7
	28-29	9,491	9,486	5
	33-29	14,819	14,822	-3
	27-36	47,689	47,697	-8
	34-36	8,724	8,729	-5
	34-35	6,486	6,493	-7
	33-35	13,888	13,895	-7
	33-36	19,166	19,179	-13
	30-35	41,527	41,526	1
	31-32	5,592	5,595	-3

Fasáda JV	40-41	9,036	9,049	-13
	40-42	8,728	8,733	-5
	41-42	8,731	8,747	-16
	45-46	7,977	7,987	-10
	45-48	10,090	10,113	-23
	47-48	8,709	8,725	-16
	47-44	10,098	10,096	2
	47-46	5,682	5,689	-7
	44-45	8,706	8,724	-18
	42-45	18,317	18,330	-13
	40-47	36,462	36,475	-13
Fasáda SV	50-51	6,393	6,397	-4
	50-52	8,891	8,889	2
	54-52	11,047	11,049	-2
	51-52	9,424	9,432	-8
	54-55	9,267	9,267	0
	58-55	17,947	17,949	-2
	58-57	8,759	8,760	-1
	58-56	11,171	11,172	-1
	50-57	44,082	44,079	3
Fasáda SZ	62-63	9,002	9,005	-3
	62-64	8,630	8,620	10
	63-64	8,811	8,822	-11
	63-65	10,989	10,970	19
	62-65	17,467	17,439	28
	64-66	22,223	22,235	-12
	67-66	8,794	8,814	-20
	67-68	7,519	7,508	11
	65-68	18,217	18,234	-17
	62-68	35,684	35,673	11
	63-67	22,295	22,310	-15