



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**DOKUMENTACE ZADNÍHO PALÁCE NA HRADĚ
VEVEŘÍ**

GEODETIC SURVEY OF THE REAR PALACE OF THE VEVERÍ CASTLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Gabrlík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. RADOVAN MACHOTKA, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Marek Gabrlík
Název	Dokumentace Zadního paláce na hradě Veveří
Vedoucí práce	doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

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

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

PODKLADY A LITERATURA

ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části

Směrnice pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody, 1966

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Seznamte se s předpisy vztahujícími se k zaměřování památkových objektů a ke kreslení stavebních objektů. Zaměřte přidělenou část památkového objektu na hradě Veveří a zhotovte jeho výkresovou dokumentaci v programu Microstation.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Účelem mé diplomové práce je geodetické zaměření a vypracování výkresové dokumentace prvních dvou nadzemních podlaží zadního paláce, čtyř nadzemních podlaží navazující hranolové věže a fasády obou zadaných objektů přístupných z nádvoří. Geodetické zaměření bylo provedeno s návazností na předchozí měření sousedního Anglického traktu kombinací metody polární a oměrných měr. Výpočet získaných dat proběhl v programu Groma a požadované výkresy byly vyhotoveny v programu Microstation. Výsledkem mé diplomové práce je výkresová dokumentace, tvořená čtyřmi půdorysy, podélným řezem, příčným řezem a dvěma pohledy.

KLÍČOVÁ SLOVA

hrad Veveří, Zadní palác, hranolová věž, zaměření

ABSTRACT

The purpose of my diploma thesis is geodetic survey and creation of the drawing documentation of the first two above-ground floors of the rear palace, four above-ground floors of the adjacent prismatic tower and the facades of the two assigned objects accessible from the courtyard. The geodetic survey was made in connection with the previous measurements of the neighboring English tract by the combination of the polar and the standard measures. The calculation of the obtained data was done in Groma and the required drawings were made in Microstation. The result of my thesis is the drawing documentation consists of four plans, longitudinal section, cross section and two views.

KEYWORDS

Veveří castle, Rear palace, prismatic tower, survey

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Marek Gabrlík *Dokumentace Zadního paláce na hradě Veveří*. Brno, 2018. 34 s., 8 příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 5. 2018

Bc. Marek Gabrlík
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Radovanu Machotkovi, Ph.D. za ochotu, trpělivost a cenné rady při tvorbě diplomové práce.

V Brně dne 10. 5. 2018

Bc. Marek Gabrlík
autor práce

OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 ZÁJMOVÁ LOKALITA.....	10
2.1 Hrad Veveří	10
2.2 Zadní palác a hranolová věž.....	12
3 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	13
4 MĚŘÍCKÉ PŘÍSTROJE.....	15
4.1 Totální stanice Leica TS12 P, 2" R400	15
4.2 Leica DISTO A5	16
5 DALŠÍ VYBAVENÍ.....	17
5.1 GRZ4 Professional	17
5.2 GMP111 Basic	18
6 BUDOVÁNÍ BODOVÉHO POLE	19
6.1 Polygonový pořad	21
6.1.1 Polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný.....	21
6.1.2 Polygonový pořad jednostranně připojený a orientovaný (volný).....	22
7 PODROBNÉ MĚŘENÍ.....	23
6.1 Polární metoda	24
6.2 Metoda oměrných měr.....	25
7 VÝPOČETNÍ PRÁCE	26
8 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	29
9 ZÁVĚR.....	31
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	32
11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	34
12 SEZNAM PŘÍLOH.....	35

1 ÚVOD

Úkolem mé diplomové práce bylo zaměření přidělené části zadního paláce a hranolové věže hradu Veverí a vyhotovení její výkresové dokumentace v měřítku 1:50. Měl jsem tak učinit v souladu s předpisy vztahujícími se k zaměřování památkových objektů a ke kreslení stavebních objektů. Konkrétně se Směrnicí pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody, 1966 a normou ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části.

Moje práce navazovala na zaměření budovy sousedního Anglického traktu, ze kterého jsem využil výchozí body pro mé vlastní měření. Měřické práce probíhaly v posledních zimních měsících, které pro měření hradu z důvodů nízkých teplot zásadně nedoporučuji. Měření jsem provedl vybavený robotickou totální stanicí a dálkoměrem DISTO. Získaná data jsem následně zpracoval v programu Groma 11. Vypočtené souřadnice jsem poté nahrál do programu MGEO a požadovanou výkresovou dokumentaci pak dále zpracovával v programu Microstation PowerDraft V8i. Výsledná výkresová dokumentace je tvořena půdorysy 1. až 4. NP, podélným řezem, příčným řezem a dvěma pohledy.

Toto téma jsem si zvolil z důvodu mého zájmu o zaměřování historických budov a jeho uplatnění v praxi.

2 ZÁJMOVÁ LOKALITA

Zájmovou lokalitu tvoří část zadního paláce a hranolové věže státního hradu Veveří. Jedná se o první dvě nadzemní podlaží zadního paláce a dohromady čtyři nadzemní podlaží hranolové věže. Dvě patra hranolové věže jsou běžně nepřístupné, jedná se o meziprostory, kde v minulosti stálo s největší pravděpodobností dřevěné schodiště. Schodiště je nyní zničené a prostory mezipatra jsou tedy přístupné pouze otvorem v podlaze za pomoci žebříku.

Bylo nutno zaměřit i fasádu obou objektů přístupnou z nádvoří a obvodové zdivo objektů včetně severní strany objektu, která je v těžce přístupném terénu. Obvodové zdivo bylo měřeno hlavně z důvodu ověření jeho tloušťky.

2.1 Hrad Veveří

Gotický hrad Veveří se tyčí poblíž osady Mečkov nad horní části Brněnské přehrady, 13 km od Brna. Hrad Veveří je jeden z nejrozsáhlejších a bohužel v současné době také i nejvíce zanedbaných hradních areálů u nás.

Vznikal postupně během téměř osmisetleté historie. Poprvé je připomínán roku 1213 a vznikl původně jako malý lovecký hrádek či pouze dvorec moravských markrabat. Veveří jako opravdový kamenný hrad vzniká až před polovinou 13. století. Velmi výrazně byl rozšířen po polovině 14. století za vlády moravského markraběte Jana Jindřicha (mladšího bratra císaře Karla IV.), v podstatě do dnešního rozsahu. Po dobu husitských válek bylo Veveří pevnou oporou královské moci na Moravě. S výjimkou hrabat ze Sinzendorfu, kterým panství patřilo téměř celé 18. století, hrad vždy poměrně rychle střídal majitele.

Na počátku 17. století proběhly významné pozdně renesanční přestavby objektu. V roce 1645 byly hrady Veverí a Pernštejn jedinými pevnostmi v širokém okolí, které odolaly švédskému obléhání města Brna. Sinzendorfové změnili hrad na hospodářské centrum velkostatku, také upravili paláce k modernímu bydlení v téměř "zámeckém" stylu. Bohužel v této době byly strženy dva vzácné nejstarší přemyslovské paláce ještě ze 13. století. Po roce 1870, z iniciativy kněžny Ypsilanti, bylo výrazně upraveno okolí hradu a na jižní straně hradního ostrohu vznikl rozsáhlý park se dvěma skleníky.

Na pozvání majitele, barona M. A. De Forest, třikrát hrad navštívil tehdejší britský ministr obchodu Winston Churchill, kde s manželkou Clementine strávil část své svatební cesty po Evropě. Arnold De Forest prodal Veverí v roce 1925 Československému státu a byl zpřístupněn veřejnosti. V červnu 1928 navštívil hrad i prezident T.G. Masaryk. V letech 1942 - 1945 bylo Veverí obsazeno německou armádou.

Počátkem 50. let byl rozsáhlý hradní areál velmi necitlivě adaptován pro potřeby Lesnického učiliště, internátu a Závodní školy práce. Tato instituce zde působila přes 20 let. Po roce 1972 bylo rozhodlo umístit zde Mezinárodní studentské a kongresové centrum. Ze stavby byly realizovány jen první etapy, které zcela poškodily památku. Po roce 1989 byly nedokončené práce opuštěny a hrad ponechán svému osudu. Po roce 1999 přešlo Veverí pod pravomoc Ministerstva kultury a hrad byl vřazen mezi památkové objekty spravované Národním památkovým ústavem v Brně a začala rekonstrukce.

Od roku 2002 hrad Veverí nabízí návštěvníkům prohlídku měnících se expozic, kde je možné sledovat postup rekonstrukčních prací. Jejich realizace bude však předmětem obnovy ještě mnoho let.[1]

2.2 Zadní palác a hranolová věž

V 17. století vybudovaná palácová stavba a vrcholně gotická hranolová věž na konci hradní ostrožny tvoří jednu z významných součástí stavebního organismu hradu Veveří a charakteristický prvek siluety monumentálního hradního komplexu.

Masivní gotická hranolová věž ze 14. století s mladší nadstavbou, k jejíž SZ straně přiléhá raně barokní jednopatrová dvouraktová budova s dochovanými valenými klenbami s výsečemi. Na věž z JZ strany navazoval nedochovaný zadní (celkem pátý) hradní palác z lucemburského období, jehož zdivo je dochováno v Prachové věži na JV výběžku konce ostrožny. [2]

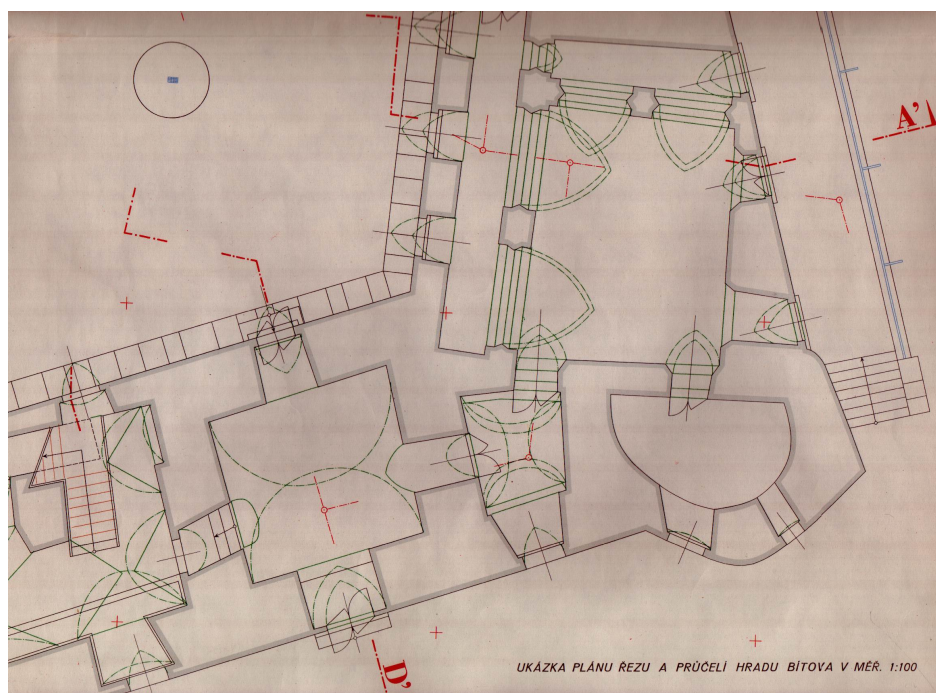


Obrázek 1 - Zadní palác [12]

3 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Mezi přípravné práce patřilo studium Směrnice pro zaměřování památkových objektů, příprava geodetických údajů včetně příslušných přehledných náčrtů měřických sítí a rekognoskace použitelných výchozích bodů v zadané lokalitě.

Směrnice pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody z r.1966 byla i přes své stáří do jisté míry užitečná, především z hlediska předmětů měření a její obrazové dokumentace. Také mi poskytla jediné číselné údaje o přesnosti měření a volby měřických pomůcek, kterým se budu více věnovat později. Tímto bohužel ale její klady končily. Značná část Směrnice se totiž zabývala metodami a postupy, které jsou už v dnešní době poměrně zastaralé a překonané. Například měření délek polygonových pořadů pásmem a podrobnostmi o vedení polního náčrtu. Směrnici i přes své staří ale doporučuji, protože slouží jako dobrý úvod do problematiky zaměřování historických objektů a hlavně nic aktuálnějšího a lepšího nebylo dosud vydáno.



Obrázek 2 - Ukázka obrazové přílohy [13]

Byly použity geodetické údaje z diplomových prací J. Hovorky [3] a B. Pacasové [4], včetně přehledek bodových polí. Přehledky byly velmi užitečné z hlediska návaznosti jednotlivých bodů mezi sebou a také mi velice pomohly během následující rekognoskace. Bodové pole, vybudované primárně pro účely zaměření Anglického traktu, zasahovaly ve značné míře i do prostor zadního paláce a hranolové věže. Vzhledem k tomu, že má práce měla na tato měření přímo navazovat, pomohlo mi, že se nacházely přímo v zadané lokalitě.

Rekognoskace zadané lokality probíhala systematicky po jednotlivých podlažích s využitím přehledek a místopisů. Body byly ve značné míře stabilizovány jako hřeby, takže se jich zachovala valná většina. Lokalizace hřebů byla poměrně komplikovaná, protože hlavičky na ošoupané podlaze byly velmi špatně viditelné, ale s pomocí oměrných měř z místopisů a měření pásmem byly ve většině případů nalezeny. Několik bodů se nacházelo i na nádvoří a pro tyto případy jsem použil GPS. Bohužel značné množství bodů, nacházejících se vně objektu, bylo zničeno během budování vodovodní přípojky. Body, které byly úspěšně nalezeny, jsem zvýraznil lihovým zvýrazňovačem nebo označil sprejem, v závislosti na umístění bodu a popsal příslušným číslem bodu. Po kontrole všech použitelných bodů jsem přešel k budování vlastního bodového pole a samotnému měření.

4 MĚŘICKÉ PŘÍSTROJE

Pro měřické práce, kterým se budu věnovat v následujících dvou kapitolách jsem použil Totální stanici Leica TS12 P, 2" R400 a laserový dálkoměr Leica DISTO A5.

Mezi další použité měřické přístroje patřil i GPS systém Leica SmartRover ATX1230 GG s kontrolerem RX1250TC, ale protože byl použit jen pro určení jednoho kontrolního bodu a vytyčení dvou stávajících bodů nebudu se mu více věnovat.

4.1 Totální stanice Leica TS12 P, 2" R400

Totální stanice sloužila jako primární přístroj pro mé měřické práce. TS12 je motorizovaná totální stanice s automatickým docilováním na hranol a se sledováním hranolu.[5] Pro mé měření byla použita TS spolu s kontrolerem Leica Viva CS15 v.č. - 3496014. Totální stanice má tyto parametry:

úhlová přesnost: 2" (0,6 mgon)
délková přesnost : 1 mm + 1,5 ppm - hranol
2 mm + 2 ppm - bez hranolu



Obrázek 3 - Leica TS12 P, 2" R400 [5]

4.2 Leica DISTO A5

Dálkoměr tohoto typu s výr. číslem 1073430409 jsem používal jen jako doplňující měřicí zařízení pro měření zacloněných míst, které nebylo možné přímo změřit totální stanicí a pro kontrolní zaměření určitých částí objektu. Například měření dveřních a okenních otvorů. Dálkoměr má tyto parametry:

délková přesnost: $\pm 1,5\text{mm}$ s dosahem měření 5cm - 200m



Obrázek 4 - Leica DISTO A5 [14]

5 DALŠÍ VYBAVENÍ

Mezi další použité vybavení patří 360° odrazný hranol GRZ4 Professional s tyčí, minihranol s libelou a minivýtyčkou GMP111 Basic, stativ a svinovací metr. GRZ4 Professional jsem používal pro měření v exteriérech, kde nebylo měření na nízký hranol možné, nebo byly záměry dostatečně dlouhé, takže nebylo jeho použití nutné. V interiérech se mi osvědčil GMP111 Basic, který byl nejen pro své specifikace ale i pro svou velikost lépe uzpůsobený pro měření uvnitř objektu.

5.1 GRZ4 Professional

Tento 360° odrazný hranol, umožňující měření ze všech stran, je ideální při práci s automatickou totální stanicí. Velké plastové tělo chrání hranol. Přesnost 3D cílení je 5 mm. Cílením na stranu, která je označená žlutou šipkou, se dá dosáhnout přesnosti vyšší než 2 mm. Dosah měření je 600 m.[6]



Obrázek 5 - hranol Leica GRZ4 Professional [15]

5.2 GMP111 Basic

GMP111 Basic je minihranol s libelou a minivýtyčkou, v plastovém držáku s 1/4" závitem. Jednotlivé díly tyčky lze šrouby pospojovat na výšku 10, 40, 70, 100 nebo 130 cm. Konstanta hranolu je +17,5 mm. Dosah je 2000 m. [6]



Obrázek 6 - hranol Leica GMP111 [16]

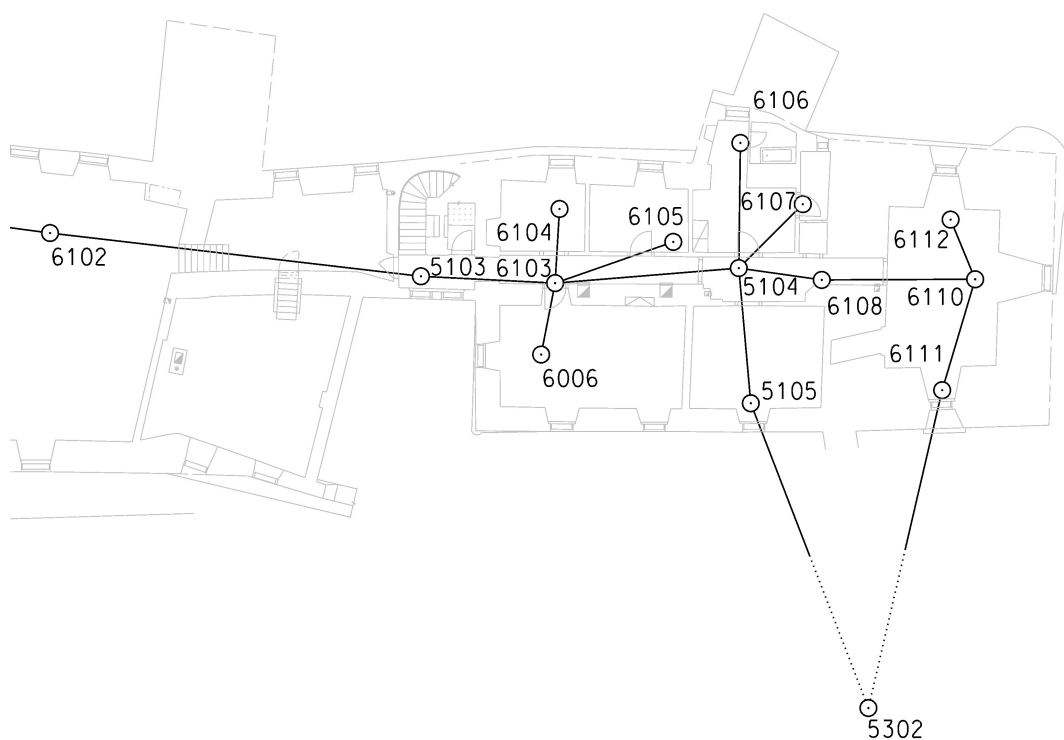
6 BUDOVÁNÍ BODOVÉHO POLE

Nové bodové pole jsem budoval před samotným měřením, abych se při následném podrobném měření nezasekával a neskončil v situacích, kde by bylo navázání na stávající bodové pole komplikované. Výhodou tohoto rozhodnutí bylo, že jsem s sebou při měření nemusel přenášet stabilizační prvky a další věci, které by pak práci zdržovaly. Nová stanoviště bodů polygonových pořadů byly v některých případech jen doplněním mezi stávajícími body, aby při výpočtu polygonového pořadů vyšel mezní poměr délek sousedních stran méně než 1:3. Nové body BP jsem ve venkovních prostorách stabilizoval většinou hřeby. V případě bodů polygonových pořadů, vedených vně hradby objektu, byly body stabilizovány dřevěnými kolíky. Stanoviště polygonových pořadů uvnitř budovy byla stabilizována hřebíčky s hlavičkou o průměru 2 mm a zvýrazněny lihovým popisovačem s číslem bodu. Stanoviště rajónů jsem volil tak, aby z nich bylo co nejvíce vidět z dané místnosti, což v některých případech vedlo k vytvoření bodů, které musely být stabilizovány jen dočasně křížkem a ne na příliš ideálním povrchu, jako například na trámu improvizované dřevěné podlahy nebo na kousku cihly, zatlačené do pískového lože konstrukce podlahy.

Nové body byly číslovány dle výškových úrovní, ze kterých vyšly. Pro body na úrovni terénu a 1. NP to byly body 6001-6015, pro 2. NP 6101-6112 a pro 3. NP 6201-6202. Podrobnější údaje o jednotlivých bodech jsou v přiložených přílohách.

Body BP jsem měřil totální stanicí ve dvou polohách dalekohledu, které bylo díky automatického cílení podstatně rychlejší než měření klasické. V interiérech jsem navíc používal mini hranol kvůli zlepšení přesnosti měření na krátké vzdálenosti. Při měření jsem se snažil změřit všechny viditelné body bodového pole, pro případ, že by některé z měření nevyšlo nebo by se některý z bodů náhodou pohnul. I když tato činnost zabrala poměrně dost času, ve výsledku se mi tento postup vyplatil, neboť jsem nebyl nucen se na lokalitu vracet a měření opakovat.

Objektem byly vedeny 3 oboustranně orientované a připojené polygonové pořady, pro každou výškovou úroveň jeden. Na tyto polygonové pořady navazovalo celkem 12 rajonů, ze kterých byly následně měřeny jednotlivé místnosti. Pro zaměření fasády a vnější strany objektu byly vedeny dva volné polygonové pořady, ze kterých vycházely dva rajony. Volné polygonové pořady byly dva, protože jsem při prvním měření nestihl doměřit požadovanou část objektu a při další příležitosti na měření byly body polygonového pořadu stabilizované dřevěnými kolíky zničeny. Další podrobnosti o bodovém poli jsou uvedeny v přílohách č. 6 a 7.



Obrázek 7 - výřez přehledky měřické sítě 2. NP

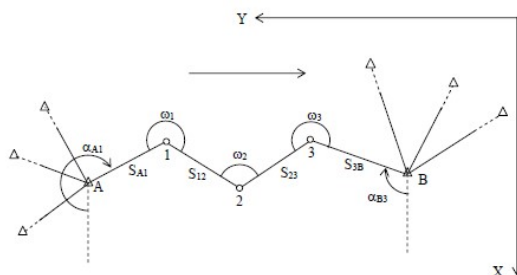
6.1 Polygonový pořad

Polygonový pořad je definován jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Jeho vrcholy jsou polygonové body. Spojnice polygonových bodů se nazývají polygonové strany. K určení polohy polygonových bodů se měří na polygonových bodech osnovy směrů, z nichž se určí vrcholové úhly. Délky stran se měří dvakrát - tam a zpět. [7]

Z hlediska připojení na dané body se dělí polygonové pořady na oboustranně připojené a orientované, vetknuté, jednostranně připojené a orientované což jsou volné pořady a pořady uzavřené. [8]

6.1.1 Polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný

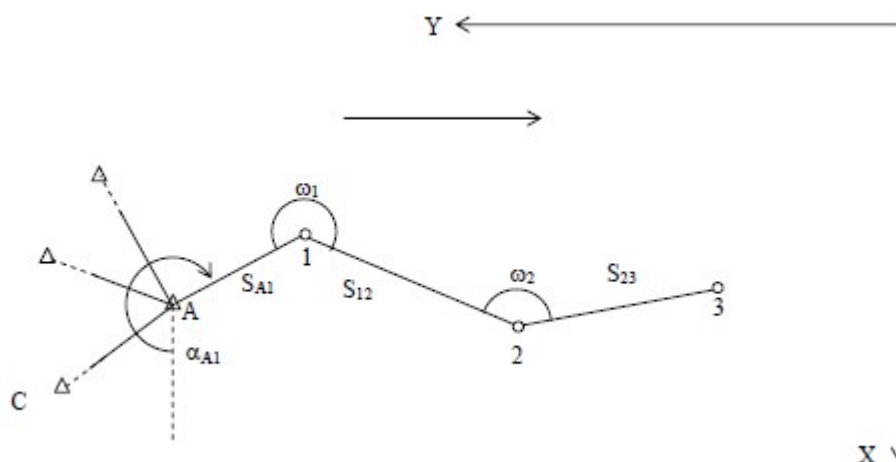
Tento typ polygonového pořadu vychází z daných počátečních bodů a jejich orientací na známé body. Měří se vrcholové levostranné vodorovné úhly a vodorovné délky stran, pomocí nichž se počítají souřadnice mezilehlých polygonových bodů. Vzhledem k tomu, že jsou v tomto případě měřeny tři nadbytečné veličiny (dva vrcholové úhly a jedna délka), musí dojít při výpočtu souřadnic k vyrovnaní, aby souřadnice byly určeny jednoznačně. Nadbytečná měření slouží jednak ke kontrole měřených veličin a výpočtu a dále zpřesňují výsledné souřadnice. Vyrovnaní lze provést některým z přibližných postupů nebo exaktně např. metodou nejmenších čtverců. Při použití přibližného postupu se vyrovnaní rozdělí na dvě části, a to na vyrovnaní úhlové a vyrovnaní souřadnicové. [8]



Obrázek 8 - Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad [7]

6.1.2 Polygonový pořad jednostranně připojený a orientovaný (volný)

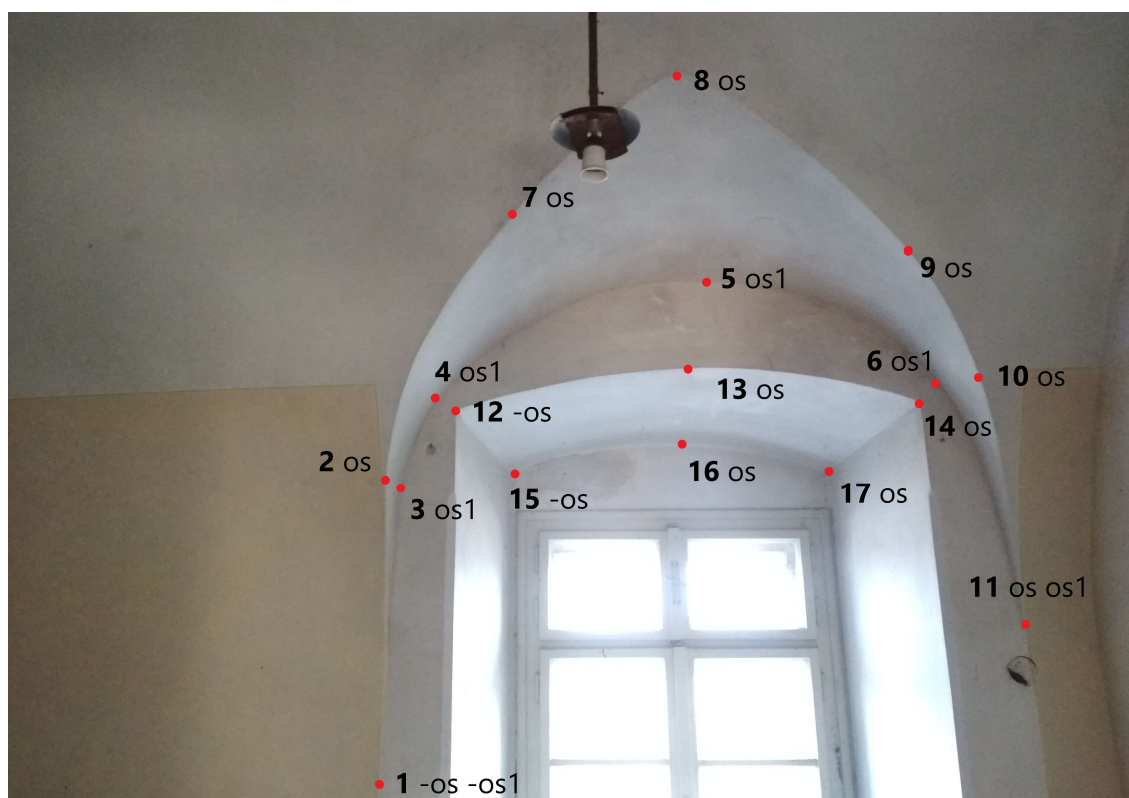
Volný polygonový pořad vychází ze známého počátečního bodu a orientace. Souřadnice dalších bodů, tvořících vrcholy polygonového pořadu, jsou určeny pomocí měřených vrcholových úhlů a vodorovných délek, avšak bez možnosti vyrovnání (pouze nezbytný počet měřených veličin). [8]



Obrázek 9 - Volný polygonový pořad [7]

7 PODROBNÉ MĚŘENÍ

Podrobné měření jsem prováděl metodou polární a oměrných měř. Měření podrobných bodů totální stanicí jsem prováděl z pravidla bezhranolovým měřením délek, v jedné poloze dalekohledu, s využitím laseru pro zjednodušení cílení. Podrobné body jsem kódoval a to zpravidla třemi kódy. Jeden byl na obvodové zdivo, další na dveře a okna a poslední na další rozhraní, především na klenby a výklenky. Princip kódování spočívá v psaní určitého kódu s předem danou značkou, v mém případě „-“, která začínala příslušnou linií s návazností na číslo měřeného bodu. Program, v mém případě MGEO, poté následně spojí body se stejnými kódy linií o předem daných parametrech, podle číselného pořadí a značky. Tato metoda urychlila mé měření, protože jsem nebyl nucen vést náčrt a celé měření mělo pak rychlejší spád. Značně to urychlilo i následné kreslení výkresové dokumentace.



Obrázek 10 - ukázka kódování

Totální stanicí jsem měřil každou viditelnou hranu zdiva a stropu, dveří a okenní otvory, změny povrchu podlahy, komínová dvířka, zařizovací předměty a různé defekty objektu - například díry ve stropu nebo ve zdech. Měření přístrojem jsem dělal co nejpodrobnější, abych následně urychlil práci se zpracováním výkresové dokumentace. Měření jsem následně doplnil měřením oměrných měr. Toto měření jsem prováděl s DISTEM a svinovacím metrem, který se nejvíce uplatní při měření kratších vzdáleností nebo rozměrů některých otvorů jako například komínových dvířek. Zaměřené vzdálenosti jsem poté zapisoval a zakresloval do měřického náčrtu s přesností na 0,5 cm. Náčrty mi byly užitečné při kótování výškových úrovní, protože je nebylo nutné přepočítávat z určených nadmořských výšek nebo ručně odměřovat z 3D výkresu.

6.1 Polární metoda

Polární metoda je základní metodou podrobného polohového měření. Jednotlivé body jsou zaměřeny vodorovným směrem (orientovaným úhlem), zenitovým úhlem a šikmou (vodorovnou) délkou. Naměřené hodnoty se zapisují do zápisníku nebo ukládají do paměti přístroje a následně se z nich vypočítají souřadnice podrobných bodů. Dříve bylo užívání polární metody komplikované, jednak pro zdoluhavost výpočtů, ale především pro omezenou schopnost měřit nepřístupné délky. S příchodem laserové dálkoměrné techniky a zejména totálních stanic, s automatickým záznamem naměřených hodnot a schopností přímého měření délek, se stala polární metoda nejefektivnější z klasických měřických technik. Mimo jiné proto, že získáváme současně všechny tři souřadnice každého bodu.

Tato měřická metoda je vhodná pro všechny druhy úloh s bodovým měřením a slouží také jako základ i pro fotogrammetrické nebo 3D skenovací měřické práce. Efektivita i přesnost metody ale bohužel klesá při velkém množství bodů v malé vzdálenosti od stanoviště přístroje.

Přesnost polární metody se může pohybovat podle použitého vybavení a pečlivosti zejména při centraci a horizontaci přístroje na stanovisku v řádu milimetrů.[9]

6.2 Metoda oměrných měr

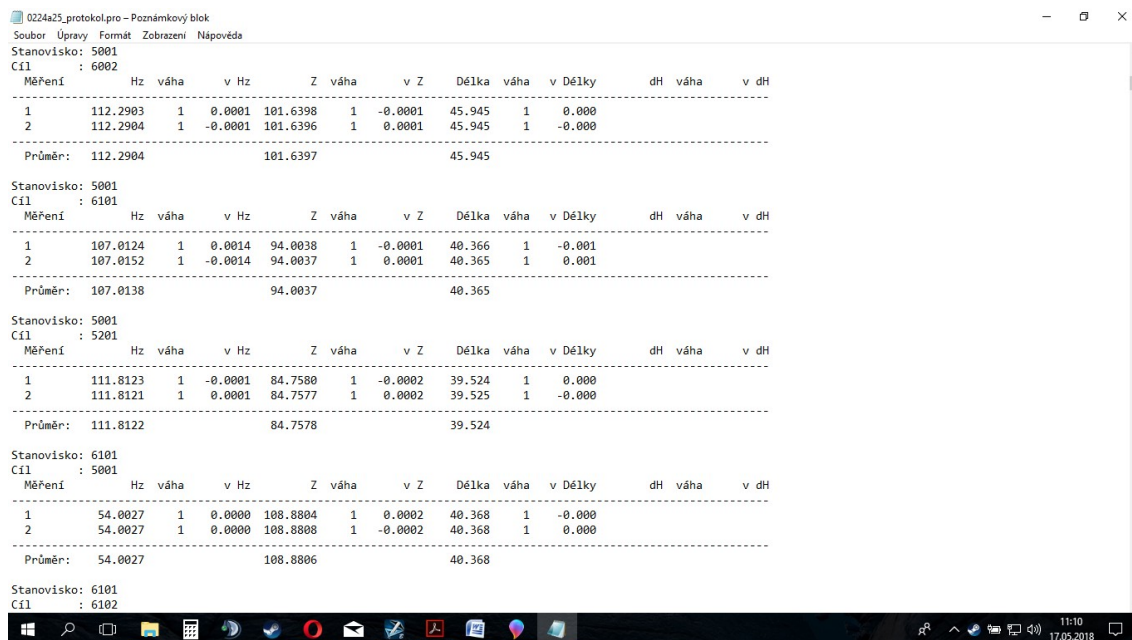
Je přímé měření vzdáleností mezi charakteristickými body stavby. Nepravidelnosti v půdoryse je možné zachytit prostřednictvím tzv. křížových měr neboli diagonál. V principu to znamená, že se půdorysný útvar rozdělí na řadu trojúhelníků se společnými stranami, z nichž se pak může teoreticky poskládat jakýkoliv složitý tvar. V praxi je tato metoda značně nepřesná, časově náročná a velmi citlivá na technologickou kázeň a důslednost při provádění měření.

Oměrná metoda je jako základní postup vhodná pro zaměřování menších a spíše pravidelných staveb. Při práci na vyšší úrovni má doplňkovou úlohu a používá se především na doměrky a kontrolní míry.

Podle rozsahu a nepravidelnosti měřeného objektu se přesnost oměrné metody pohybuje okolo 5 cm u přímo měřených vzdáleností. V celkovém měřítku vynášené stavby při konstrukci prostorové struktury na základě diagonál, mohou být odchylky polohy konstruovaných bodů až 15 cm. Časová náročnost je přímo úměrná složitosti objektu a stupni podrobnosti. U složitějších, rozměrných a nepravidelných staveb efektivita práce i přesnost rychle klesají. [9]

7 VÝPOČETNÍ PRÁCE

Výpočetní práce jsem prováděl v programu GROMA 11. Nejprve jsem zpracoval měření dvou poloh z jednotlivých zápisníků a poté přešel na výpočty polygonových pořadů. Program zápisníky zpracovával tak, že na každém stanovisku vyhledal dvojici směrů na jeden bod měřených v obou polohách dalekohledu. Nalezl-li takovou dvojici, vypočetl kolimační chybu, odečetl od takto určené chyby kolimační chybu nastavenou v definici teodolitu a výsledný rozdíl porovnal s nastavenými tolerancemi. Stejným způsobem zpracoval i zenitové úhly a délky. Jestliže všechny zjištěné rozdíly vyhověly tolerancím nastavených v definici teodolitu, opravil program měření v I. poloze tak, aby obsahovalo průměrné hodnoty z obou měření. Po zpracování seznamu měření je do protokolu uložen i odhad skutečných velikostí přístrojových chyb.[10] Při zpracování zápisníku jsem nenarazil na žádnou závažnou chybu, která by znehodnotila měření.



Měření	Hz	váha	v Hz	Z	váha	v Z	Délka	váha	v Délky	dH	váha	v dH
1	112.2903	1	0.0001	101.6398	1	-0.0001	45.945	1	0.000			
2	112.2904	1	-0.0001	101.6396	1	0.0001	45.945	1	-0.000			
Průměr:	112.2904			101.6397			45.945					

Měření	Hz	váha	v Hz	Z	váha	v Z	Délka	váha	v Délky	dH	váha	v dH
1	107.0124	1	0.0014	94.0038	1	-0.0001	40.366	1	-0.001			
2	107.0152	1	-0.0014	94.0037	1	0.0001	40.365	1	0.001			
Průměr:	107.0138			94.0037			40.365					

Měření	Hz	váha	v Hz	Z	váha	v Z	Délka	váha	v Délky	dH	váha	v dH
1	111.8123	1	-0.0001	84.7580	1	-0.0002	39.524	1	0.000			
2	111.8121	1	0.0001	84.7577	1	0.0002	39.525	1	-0.000			
Průměr:	111.8122			84.7578			39.524					

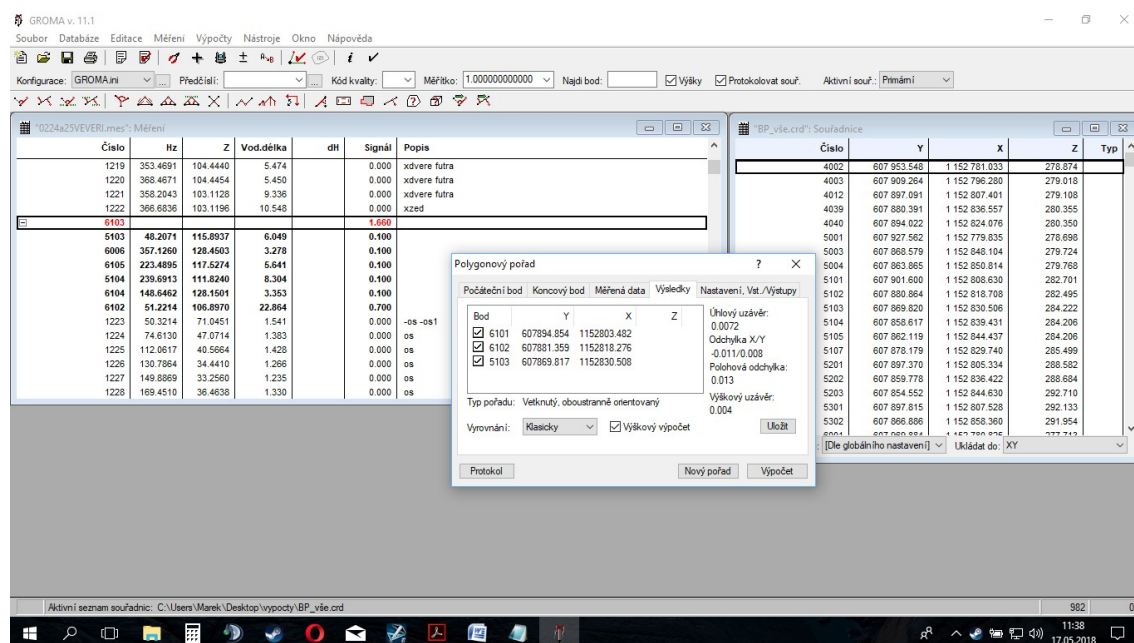
Měření	Hz	váha	v Hz	Z	váha	v Z	Délka	váha	v Délky	dH	váha	v dH
1	54.0027	1	0.0000	108.8804	1	0.0002	40.368	1	-0.000			
2	54.0027	1	0.0000	108.8808	1	-0.0002	40.368	1	0.000			
Průměr:	54.0027			108.8806			40.368					

Obrázek 11 - ukázka protokolu zpracování opak. měření

Ze Směrnice jsem měl jediné číselné požadavky na přesnost měření. Konkrétně se jednalo o mezní odchylku hodnoty úhlového uzávěru $\Delta\omega = 0,0185^\circ$ v n a maximální přípustnou polohovou odchylku $\Delta s = 0,004\sqrt{s} + 0,020$ oboustranně připojeného a orientovaného polygonového pořadu. Všechny použité polygonové pořady tohoto typu mezní hodnoty nepřekročily.

Při výpočtech jsem ovšem narazil na problémy s bodem 5302. Musel jsem přepočítat polygonový pořad vedený pro 1. NP přes body 5001, 6002, 6003 a 5003, protože mi z důvodu orientace z daného bodu 5003 na bod 5302 nevyšel úhlový uzávěr polygonového pořadu. Problém jsem vyřešil výpočtem bodů 6002 a 6003 jako volná stanoviště z bodů 5001 a 5003. Ve 2. NP jsem musel kvůli bodu 5302 ponechat zaměření hranolové věže jen pomocí dvojnásobného rajonu, i když jsem měl v těchto místech původně zamýšlený polygonový pořad.

Výškový výpočet bodů polygonových pořadů jsem provedl během výpočtů polygonového pořadu, prostřednictvím nastavení programu pro tento výpočet. Největší výšková chyba ve výškovém uzávěru činila 7 mm, což je pro účely zaměření historické budovy dle mého názoru dostatečné.



Obrázek 12 - uživatelské rozhraní GROMA 11

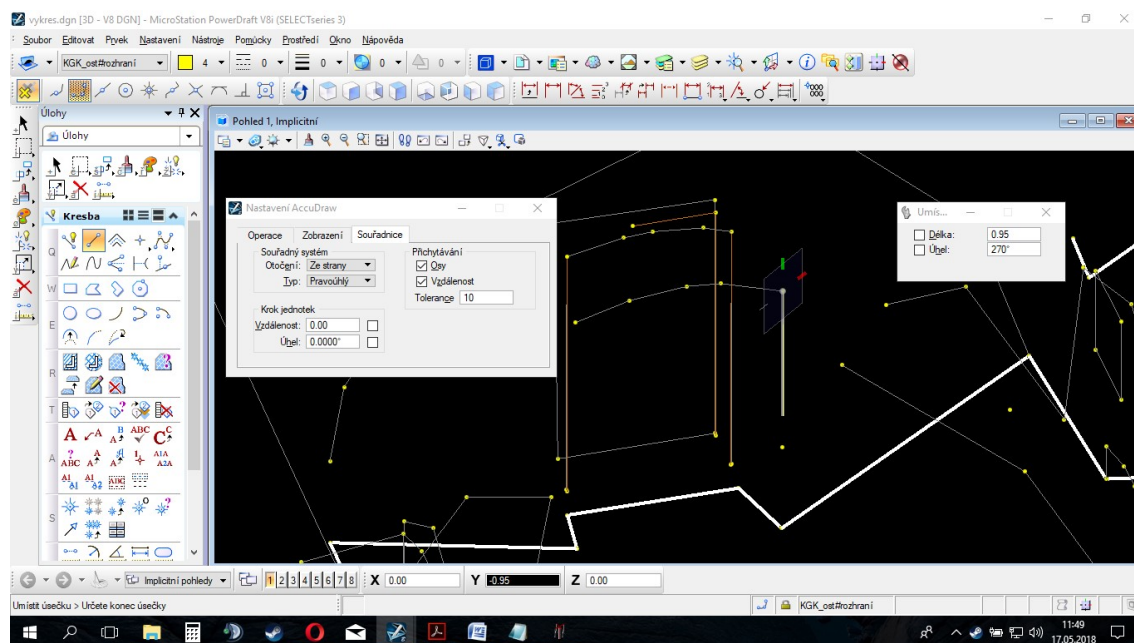
Po určení souřadnic bodů polygonových pořadů jsem zbytek měření zpracoval úlohou výpočtu polární metody dávkou. Tuto úlohu počítal program i výškově. Dávkový výpočet dovoľoval zpracování seznamů měření ve více průchodech. To umožňovalo výpočet i v případě, že data nebyla v souboru seřazena v takové posloupnosti, aby mohla být zpracována při jednom průchodu. Tato situace vznikne např. zaměříte-li podrobné body ze stanoviska, které ještě nebylo určeno a určíte-li jej dodatečně, např. z následujícího stanoviska jako rajon. V takovém případě program při prvním průchodu neurčené stanovisko vynechá, z dalšího bodu určí jeho souřadnice a při dalším průchodu toto stanovisko dopočítá. Maximální počet průchodů je 5. Po výpočtu je k dispozici protokol se všemi údaji o výpočtu. [11] Největší úhlová chyba v měření byla $0,0204^{\circ}$ a délková chyba 3 cm. Úhlová chyba byla ale asi na šesti metrovou vzdálenost a navíc na daných bodech, proto jsem jí nevěnoval velkou pozornost. Délková odchylka byla pro mé účely tolerovatelná. Podrobnější údaje o výsledcích měření jsou uvedeny v příloze č. 4.

8 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresovou dokumentaci jsem vyhotovil dle normy ČSN 01 3420

Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části, se kterou jsem byl dobře obeznámen během mého předchozího studia na SPŠ stavební.

Vypočtené souřadnice s kódy podrobných bodů jsem importoval do prostředí MGEO, který vykreslil mé měření do 3D výkresů, ze kterého jsem dělal jednotlivé výkresy výsledné výkresové dokumentace. Body jsem nahrával po částech rozdělené zvlášť na jednotlivá podlaží a zvlášť na měření interiéru a fasády. Tyto výkresy jsem si poté otevřel v programu Microstion PowerDraft V8i a dále zpracovával. Ve 3D výkresu jsem musel vyřešit problémy se sklápěním oblouků jednotlivých kleneb do roviny půdorysu. Postupoval jsem tak, že jsem jednotlivé oblouky nejdříve spojil křivkou nebo obloukem a poté s pomocí několika pomocných čar sklopil. K tomu účelu mi velice pomohla funkce AccuDraw, ve které šlo jednoduše přepínat orientace kreslení ve 3D prostoru.



Obrázek 13 - ukázka práce na 3D výkresu v programu Microstion PowerDraft V8i

Když jsem měl všechny oblouky kleneb sklopené, umazal jsem prvky, které by se v půdoryse překrývaly a celý výkres exportoval do 2D. Ve 2D výkresu jsem až poté dokonstroval části měřené oměrnými mírami, protože to bylo podstatně jednodušší než ve 3D prostředí. Ve 3D výkresu totiž velmi snadno dochází ke zkreslení pohledu a konstruované prvky se mohou velmi snadno uchytit k úplně jiné části budovy než bylo zamýšleno. Po dokončení konstrukčních prací jsem se zaměřil na změnu atributů jednotlivých čar kresby. Atributy výkresů jako vrstvy, tloušťky a typy čar jsem převzal z předchozí práce B. Pacasové[4] s tím, že atributy předtím použité jen na výkresy řezů, jsem uplatnil i na výkresy pohledů. Když byly atributy změněny dle tabulek, přešel jsem na kótování výkresu. Vodorovné kóty byly poměrně jednoduchou záležitostí i přes jejich množství. Menší komplikace nastaly až u kót výškových a kót rozměrů otvorů. Výškové kóty podlah jednotlivých podlaží jsem spočítal průměrem výšek rohů místností. Výšky parapetů a rozměry otvorů jsem vypočítal buďto z nadmořských výšek bodů nebo z rozměrů uvedených v měřických náčrtech. Okótovaný výkres jsem poté doplnil tabulkami se specifikacemi místností, oken a dveří, legendou a rámečkem s dalšími podrobnostmi jako nadmořskou výškou, použitým souřadnicovým a výškovým systémem. Každý z výkresů jsem po dokončení ještě nechal zkontrolovat funkcí "vyčistit výkres", která podle předem daných požadavků vyhledá ve výkresu nedotahy, přetahy a duplicity. Duplicity šly při vyhledání přímo smazat a přetahy s nedotahy se daly kontrolovat interaktivně, kdy funkce automaticky problémové místo zazoomovala, aby se dalo lépe identifikovat a opravit. Výsledná výkresová dokumentace se skládá celkem z 8 výkresů. Jde o 4 půdorysy, 2 řezy a 2 pohledy. Všechny tyto výkresy tvoří přílohu č. 1.

Po dokončení požadované výkresové dokumentace jsem ještě vyhotovil přehledky bodových polí a geodetické údaje trvale stabilizovaných nových bodů bodového pole. Přehledky jsou dohromady tři, pro každou výškovou úroveň jedna, kvůli zajištění přehlednosti jednotlivých bodů. Jsou ještě navíc doplněny zjednodušeným zákresem budovy, aby poloha bodů a jejich návaznost byla snáz pochopitelná. Zákres budovy je doplněný i o Anglický trakt vyhotovený z výkresů B. Pacasové[4]. Přehledky jsou obsaženy v příloze č. 6.

9 ZÁVĚR

Účelem mé diplomové práce bylo zaměření přidělené části zadního paláce a hranolové věže hradu Veveří s následným vyhotovením výkresové dokumentace v měřítku 1:50 skládající se z půdorysů 1. až 4. NP, dvou řezů a dvou pohledů. Při vyhotovení diplomové práce jsem dodržoval Směrnici pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody, 1966 a normu ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb - Kreslení výkresů stavební části. Moje práce navazovala na zaměření budovy sousedního Anglického traktu z diplomových prací [3] a [4], ze kterých jsem využil body bodových polí pro mé vlastní měření. Moje měření nepřekročilo žádné předepsané odchylky a splnilo požadavky vedoucího DP. Výpočetní práce jsem uskutečnil v programu Groma 11 a výpočty získaná data, která jsou součástí příloh č. 2 až 5, jsem poté nahrál do programu MGEO kvůli vykreslení kódovaných dat. Požadovanou výkresovou dokumentaci jsem poté zpracoval v programu Microstation PowerDraft V8i. Výslednou výkresovou dokumentaci, která je obsažena v příloze č. 1 jsem ještě doplnil geodetickými údaji trvale stabilizovaných bodů a přehledkami měřické sítě obsaženými v přílohách č. 6 a 7.

Zaměřování historických objektů mi z počátku přišlo jako velmi zajímavé a perspektivní, hlavně díky tomu, jak pěkně potom výsledné výkresy vypadají. Po několika hodinách měření kleneb a výklenků mi však došlo, že to až taková zábava není. Práce je to velmi únavná a monotónní, obzvláště když je měření prováděno totální stanicí. To, že v hradě bylo místy až 15 stupňů pod nulou, už bylo jen známou "pomyslnou třešničkou na dortu". Po dokončení prací ale mohu říci, že práce na zaměřování hradu Veveří se mi ve výsledku líbila a že bych si nějaký podobný projekt někdy v budoucí praxi rád zopakoval. Tentokrát bych ale raději využil pro měření scanner a pokud bych měl na výběr, tak bych měřil ideálně v jarních dnech a za příjemných venkovních teplot.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Hrad Veveří. Atlas Česka [online]. Praha: Altermedia, 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.atlasceska.cz/jihomoravsky-kraj/hrad-veveri/>
- [2] Zadní palác s hranolovou věží. NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV PAMÁTKOVÝ KATALOG [online]. Praha: Národní památkový ústav, všechna práva vyhrazena, 2015 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://pamatkovykatalog.cz/?element=15677612&page=328&action=element&presenter=ElementsResults>
- [3] HOVORKA, Jiří. Zaměření podkroví Anglického traktu hradu Veveří. Brno, 2011. Diplomová práce. FAKULTA STAVEBNÍ Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
- [4] PACASOVÁ, Barbora. Zaměření Anglického traktu hradu Veveří. Brno, 2010. Diplomová práce. FAKULTA STAVEBNÍ Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
- [5] TS12 P. GEFOS [online]. Praha: CRS NETCOM, 2017 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.gefos-leica.cz/cz/leica/produktyl/226/ts12-p>
- [6] Odrazné hranoly. GEFOS [online]. Praha: CRS NETCOM, 2017 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.gefos-leica.cz/cz/leica/produktyl/60/odrazne-hranoly>
- [7] NEVOSÁD, Zdeněk. Geodezie III. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2004.
- [8] SYLABUS PŘEDNÁŠKY 8 Z GEODÉZIE 1 (Souřadnicové výpočty 2) [online]. Praha, 2015 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: http://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/gdz1/prednaska_8.pdf. SYLABUS PŘEDNÁŠKY 8 Z GEODÉZIE 1. Fakulta stavební ČVUT v Praze.
- [9] VESELÝ, Jan. Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči. V Praze: Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště středních Čech v Praze ve spolupráci s Národním památkovým ústavem, generálním ředitelstvím, 2014. Odborné a metodické publikace (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-86516-79-0.

- [10] Zpracování zápisníku. Groma v. 11.0 [online]. Jan Sehnal, 2013 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://groma.cz/cz/man/processmeaslist.html>
- [11] Polární metoda dávkou. Groma v. 11.0 [online]. Jan Sehnal, 2013 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: http://groma.cz/cz/man/calc_batch.html

Zdroje obrázků

- [12] 34-zadni-palac. In: Rolfovo puování [online]. eStránky.cz, 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://www.rolfrover.estranky.cz/fotoalbum/putovani/statni-hrad-veri/34-zadni-palac.html>
- [13] Směrnice pro zaměřování památkových objektů a chráněných částí přírody, 1966. V Praze: Ústřední správa geodézie a kartografie, 1965.
- [14] LASEROVÝ DÁLKOMĚŘ LEICA DISTO A5. In: GEOPEN Systems [online]. Brno: GEOPEN, s.r.o, 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://geopen.cz/archiv-pristroju/21-laserovy-dalkomer-leica-disto-a5.html>
- [15] Leica GRZ4 360° Prism. In: Opti-cal Survey Equipment - A Division of Ashtead Plant Hire Company Limited [online]. Reading: © 2018 Opti-cal Survey Equipment - A Division of Ashtead Plant Hire Company Limited. All Rights Reserved., 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://surveyequipment.com/leica-grz4-360-prism/>
- [16] Leica GMP111-0 Basic Mini Prism. In: Opti-cal Survey Equipment - A Division of Ashtead Plant Hire Company Limited [online]. Reading: © 2018 Opti-cal Survey Equipment - A Division of Ashtead Plant Hire Company Limited. All Rights Reserved., 2018 [cit. 2018-05-17]. Dostupné z: <http://surveyequipment.com/leica-gmp111-0-basic-mini-prism/>

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČSN - česká technická norma

JZ - jihozápad

SZ - severozápad

BP - bodové pole

SPŠ - střední průmyslová škola

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - Výkresová dokumentace

Příloha č. 2 - Seznamy souřadnic bodů BP

Příloha č. 3 - Seznam souřadnic podrobných bodů

Příloha č. 4 - Výpočetní protokoly

Příloha č. 5 - Zápisníky

Příloha č. 6 - Přehledky měřické sítě

Příloha č. 7 - Geodetické údaje

Příloha č. 8 - Tabulky atributů