



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

3D MODEL OBJEKTU STREJCŮV SBOR V ŽIDLOCHOVICÍCH

3D MODEL OF STREJC CHURCH IN ŽIDLOCHOVICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JANA KALIČIAKOVÁ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. DALIBOR BARTONĚK, CSc.

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. Jana Kaličiaková
Název	3D model objektu Strejcův sbor v Židlochovicích
Vedoucí práce	doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.
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

1. Fišer, Z., Vondrák, J. a kol. Mapování. 2. vydání Brno, CERM s. r. o. 2006, ISBN 80-7204-472-9
2. Tuan, A. N. G., Phuoc, T. V., K., D. H. Overview of Three-Dimensional GIS Data Models. International Journal of Future Computer and Communication. 2013, 3, s. 1013–1020.
3. Lattuada, R. Three-Dimensional Representations and Data Structures in GIS and AEC. In Large-scale 3D Data Integration. Boca Raton, United States: CRC Press, 2005. s. 57–86.
4. Firemní literatura k systému ARC/INFO, Geomedia Intergraph, MicroStation, AutoCAD
5. Další elektronické zdroje podle potřeby.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

1. Zaměřte geodeticky vybraný objekt - budovu pro účely rekonstrukce.
 2. Po geodetickém zaměření objektu vytvořte 3D model ve zvoleném CAD systému (např. MicroStation, AutoCAD, ArcGIS nebo Geomedia apod.).
- Výstupy: technická zpráva, 3D model

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. Dalibor Bartoněk, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt:

Cieľom tejto diplomovej práce bolo geodetické zameranie objektu Strejcův sbor v Židlochoviciach, a následné vyhotovenie dokumentačných výkresov a 3D modelu. Práca v úvode poskytuje informácie o lokalite a záujmovom objekte. Ďalej popisuje postup pri zbere dát, ich spracovaní, tvorbe dokumentačných výkresov a 3D modelu. Výstupy práce slúžia ako podklad pre účely rekonštrukcie.

Kľúčové slova: 3D model, dokumentačné výkresy, Microstation V8i, SketchUp, Strejcův sbor, Židlochovice

Abstract:

The subject of this diploma thesis was geodetic survey of the object Strejcův sbor in Židlochovice and its following post processing, including making of building drawings and 3D model. In the introduction is the thesis informing about the object of interest and locality. Following chapters describes data collecting, its post processing and drawings and 3D model creating. The results are used as a documentation for purpose of reconstruction.

Keywords: 3D model, building drawings, Microstation V8i, SketchUp, Strejcův sbor, Židlochovice

Bibliografická citácia VŠKP

Bc. Jana Kaličiaková *3D model objektu Strejcův sbor v Židlochovicích*. Brno, 2018. 45 s., 9. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedúci práce doc. Ing. Dalibor Bartoněk, CSc.

Prehlásenie:

Prehlasujem, že som diplomovú prácu spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 25.05.2018

Bc. Jana Kaličiaková
autor práce

Pod'akovanie:

Touto cestou by som rada vyjadrila vd'aku vedúcemu diplomovej práce, doc. Ing. Daliborovi Bartoňkovi, CSc. za ochotu a odborné rady. Taktiež ďakujem rodine za podporu počas celého štúdia.

Obsah

1. ÚVOD	9
2. POPOIS LOKALITY	10
3. STREJCŮV SBOR V ŽIDLOCHOVICIACH	12
3.1 História.....	12
3.2 Súčasnosť	14
4. ZBER DÁT	15
4.1 Rekognoskácia	15
4.2 Voľba prístrojov a pomôcok	17
4. 3 Tvorba pomocnej meračskej siete.....	20
4. 4 Podrobné meranie	22
4. 4. 1 Meračský náčrt.....	23
4. 5 Fotodokumentácia.....	24
5. SPRACOVANIE ZÍSKANÝCH DÁT	25
5. 1 Číselné spracovanie	25
5. 1. 1 GNSS meranie	25
5. 1. 2 Pomocné meračské body	25
5. 1. 3 Podrobné body	26
5. 2 Testovanie presnosti	27
5. 2. 1 Testovanie presnosti súradníc	27
5. 2. 2 Testovanie presnosti nadmorských výšok	28
5. 3 Grafické spracovanie	30
5.3.1 Dokumentačné výkresy.....	30

5.3.2 Vyhotovenie dokumentačných výkresov	31
5.3.3 Pôdorysy	32
5.3.4 Rezy	32
5.3.5 3D model.....	33
5.3.6 Vyhotovenie 3D modelu	33
6. Záver	38
8. ZOZNAM POUŽITÝH SKRATIEK:	41
9. ZOZNAM OBRÁZKOV:	42
10. ZOZNAM TABULIEK:	43
11. ZOZNAM PRÍLOH:.....	44

1. ÚVOD

Predmetom tejto diplomovej práce bolo na žiadosť zadávateľa mesta Židlochovice geodetické zameranie kultúrno – historickej pamiatky Strejcův sbor z čias reformácie, s cieľom vyhotovenia podkladov pre rekonštrukciu keďže je stavba v havarijnom stave z dôvodu dlhoročného zanedbávania údržby. V jadre renesančná budova s radou autentických stavebných detailov je spojená s osobou Jiřího Strejce, významného literáta Jednoty bratskej.

Práca je rozdelená do viacerých kapitol, ktoré popisujú postup tvorby výstupov práce. Prvá časť dokumentu zahŕňa predstavenie lokality a záujmového objektu stručnou históriou a súčasným stavom, podáva informácie o etapách zamerania a fotodokumentácie, teda terénnych prácach. V druhej časti sa práca zaoberá číselným spracovaním získaných dát, za použitia programu Groma v.11.1, tvorbou dokumentačných výkresov, pôdorysov jednotlivých podlaží a vhodne zvolených rezov v mierke 1:50, vyhotovenie 3D modelu v programe Microstation V8i a taktiež vizualizáciou modelu v softvéri SketchUp.

Výsledkom práce je 3D model pre lepšiu predstavu súčasného stavu objektu. V prípade schátrania objektu bude k dispozícii vizualizácia modelu pre ďalšie generácie. Po rekonštrukcii je možné ho použiť ako podklad pre porovnanie pred obnovou a po prevedených prácach. Vyhotovené dokumentačné výkresy budú súčasťou podkladov pre projektanta k návrhu rekonštrukcie stavby.

2. POPOIS LOKALITY

Mesto Židlochovice je situované v okrese Brno-venkov v Jihomoravskom kraji. Nachádza sa južne od moravskej metropoly Brno, na úpätí najvyššieho kopca Dyjsko-svrateckého úvalu Výhon (355 m n. m.), pri sútoku riek Litava a Svratka. Židlochovice sú od roku 2003 obec s rozšírenou pôsobnosťou, s približne 3 500 obyvateľmi. Jedná sa o mesto s dlhoročnou vinárskou tradíciou, ktoré je súčasťou Veľkopavlovickej vinárskej podoblasti. Výhľad na Židlochovice a ich okolie umožňuje Akátová veža, ktorá je postavená na severozápadnom chrbte kóty Výhon. Rozhľadňa sa pýši atypickým kruhovitým pôdorysom a jej výška dosahuje 17,7 metra.



Obr. 2.1 Lokalizácia mesta Židlochovice

Technickou dominantou mesta je zavesený most cez rieku Svratku, z roku 1993. Barokovo-empírový zámok so zámockým parkom v anglickom štýle o rozlohe 23 ha, známy ako moravská rezidencia prezidenta T.G. Masaryka je historickou pamiatkou. Medzi ďalšie významné kultúrne pamiatky mesta patria prepojené klenuté pivnice, rozliehajúce sa pod takmer celým centrom Židlochovic a v neposlednom rade zameriavaný objekt Strejcův sobr, ktorý je predmetom tejto diplomovej práce. [1]

Objekt Strejcův sbor s číslem popisným 32 je situovaný v blízkosti centra mesta Židlochovice, na rovnomennej ulici Strejcův sbor, ktorá leží kolmo k ulici Komenského a zároveň je umiestnená paralelne s ulicou námestí Míru. Zaujímavá stavba je vzdialená takmer 300 m západne od cesty druhej triedy č. 425, ktorá tvorí doprovodnú komunikáciu k diaľnici vedenej z Brna D2 a približne 100 metrov smerom na juh od historickej radnice. Severozápadnú stenu objektu lemuje koryto, ktorým preteká drobný vodný tok, Farský potok, ide o ľavobrežný prítok rieky Svratky.



Obr. 2.2 Lokalizácia objektu Strejcův sbor

3. STREJCŮV SBOR V ŽIDLOCHOVICIACH

V jadre renesančná dvojpodlažná budova Strejcův sbor s radou autentických stavebných detailov je nehnuteľnou kultúrnou pamiatkou, chránenou českým pamiatkovým ústavom od roku 1958. V jej prízemnej časti sa nachádzajú klenuté miestnosti, ktoré sú pozostatkami bratskej fary, pod celou stavbou sa rozliehajú historicky cenné pivnice. [2]

3.1 História

Dejiny ulice Strejcův sbor siahajú do doby majiteľa židlochovického panstva Fridircha zo Žerotína (moravský šľachtický rod), 16. storočie. Jeho pozostatky boli objavené v krypte postavenej pod bratským kostolom. Jednota bratská (sbor) je jedna z protestantských cirkví na území Českej republiky.



Obr. 3.1 Informačná tabuľa o histórii ulice Strejcův sbor

Ulica a dom č.32 nesú názov po Jiřím Strejcovi ktorý patril medzi významných členov bratského sboru, podieľal sa autorsky na niekoľkých dokumentoch jednotky. Spolupracoval na preklade Bible kralické, prvý český preklad Biblie z pôvodných jazykov. V Židlochoviciach pôsobil ako správca bratského sboru. [1]

Unikátna pivnica ktorá sa rozlieha pod objektom Strejcův sbor je prepojená so sústavou pivníc pod mestom. Ďalšie významné pivničné plochy v meste sa nachádzajú pod zámkom, radnicou, Robertovov vilou. Tieto podzemné priestory majú dlhoročnú tradíciu súvisiacu najmä s vinárstvom. Historické pivnice nazývané *Židochovické sklepení* sú jedny z najväčších renesančných pivníc v Českej republike.



Obr. 3.2 Ukážka Židlochovického sklepení

Boli vybudované ako súčasť obytných a verejných budov. Slúžili najmä ako úložisko zásob. Ich historická hodnota je nespochybniteľná. Napríklad už len tým, akou technológiou sú postavené, medzi väčšie kamene stavitelia ako klíny vkladali kamene menšie, celá klenba tak drží silou gravitácie.

Momentálne je sprístupnená verejnosti len časť pivníc, ktoré sa nachádzajú pod mestskou radnicou. Tento pivničný komplex bol zrekonštruovaný v roku 2008 a je prepojený s mestskou vinárňou. Pre návštevníkov je k dispozícii k prehliadnutiu menšia stála expozícia vinárstva. Snaha mesta je prepojiť a sprístupniť čo najväčšiu časť sústavy týchto podzemných pivníc.[1]

3.2 *Súčasnosť*

Strejcův sbor je jedným z mála zachovaných pôvodných objektov z Jednoty bratskej na južnej Morave. Aj preto sa v súčasnej dobe mesto Židlochovice, majiteľ záujmového objektu, snaží získať dotácie na obnovu tejto historickej pamiatky. Momentálne sa budova nevyužíva keďže jej technický stav nie je vhodný na prevádzkovanie akejkoľvek činnosti. Po nevhodných zásahoch z minulosti kedy bol využívaný pre hospodárske a skladové priestory a následne dlhodobo bez údržby je objekt schátraný.

V roku 2008 došlo k čiastočnej úprave vnútornej a vonkajšej omietky, oprave krovu a strešnej krytiny, konzervácie povrchov pivničných priestorov a k statickému zabezpečeniu. Aj napriek tomu je objekt ohrozený a je nutné pristúpiť čo najskôr k rekonštrukcii.



Obr. 3.3 Strejcův sbor, dom č.p. 32

Mesto v súčasnosti neponúka množstvu prechádzajúcich cykloturistov po trase Moravských vinárskych ciest žiadne atraktívne ciele ich cestovania preto jeho účelom je využiť rekonštruované miestnosti na kultúru a turistiku, pre účely výstavnej galérie, vlastivedného múzea a klubové činnosti spojené s históriou a tradíciami mesta. [1]

4. ZBER DÁT

Pred každým meraním pre získanie dát je potrebné zamyslieť sa nad výsledkom práce a taktiež zvážiť podmienky zadávateľa čím sa rozumie predovšetkým obsah výstupu, termín odovzdania a v neposlednom rade využiteľnosť existujúcich máp, plánov a inej stavebnej dokumentácie, ktorá sa týka danej pamiatky. Následne na základe spomínaných požiadaviek sa zvolí vyhovujúca metóda a postup merania, výber vhodných prístrojov a pomôcok.

Primárnym výsledkom tejto práce bolo vyhotovenie pôdorysov jednotlivých poschodí a správne zvolených rezov, na žiadosť objednávateľa mesta Židlochovice, keďže nie je k dispozícii žiadna dokumentácia záujmového objektu. Dokumentačné výkresy mali byť vytvorené tak aby boli vhodným podkladom pre plánovanú rekonštrukciu budovy. Ďalším výstupom bol 3D model vyhotovený pre reprezentáciu pôvodného, historického stavu objektu.

4.1 Rekognoskácia

Pri obhliadke záujmového územia bol zisťovaný skutočný stav okolia objektu. V priebehu rekognoskácie bolo evidentné, že objekt je situovaný v málo frekventovanej ulici, napriek tomu že sa nachádza v blízkosti centra, čo bolo neskôr pri meračských prácach pozitívom. Za veľké negatíva považujem priestorové obmedzenie okolitými obytnými domami a prístup k SZ fasáde len z úzkeho koryta potoka, čo výrazne komplikovalo meranie.

Pred začiatkom meračských prác bolo nutné zhodnotiť stav bodov bodového poľa v blízkej lokalite objektu, ktoré by bolo možné využiť pri meraní. V teréne pri overovaní polohy bodov pomocou geodetických údajov boli vyhodnotené za použiteľné body, ktorých súradnice sú uvedené v tabuľke 4.1.

číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]	kód kv.	stabilizácia
838	599218.07	1178288.46	-	3	geohřeb
844	599195.50	1178358.52	-	3	geohřeb
846	599191.49	1178347.26	-	3	roh liatinovej dosky
847	599273.47	1178396.97	-	3	geohřeb

Tab. 4.1 Použité body PBP

Body základného výškového bodového poľa uvedené v tabuľke 4.2 boli použité pre overenie výšky bodov určených technológiou GNSS, trigonometrickou niveláciou.

číslo bodu	H [m]	druh značky
Pad-10	186.747	čepová
Pad-11	195.647	čepová

Tab. 4.2 Použité body VBP



Obr. 4.1 Bodové pole v okolí zameriavaného objektu

Následne sa po rekognoskácii bodového poľa pristúpilo k návrhom budovania pomocnej meračskej siete v rôznych variáciách a výberu najvhodnejšej metódy.

4.2 Voľba prístrojov a pomôcok

Výber prístrojov na geodetické meranie bol prevedený na základe požadovanej uhlovej a dĺžkovej presnosti, taktiež rýchlosti merania. Dôležitou podmienkou pre voľbu prístroja bol bezhranový mód merania dĺžok. Zvoleným kritériám vyhovovala totálna stanica Topcon DS – 103 AC s výrobným číslom JP1 519. Výhodou stanice je funkcia automatického sledovania hranolu, čím nevyžaduje operátora priamo pri prístroji a umožňuje okamžité meranie. Pomocou tejto funkcie sa čas potrebný na manuálne zacielenie a zaostrovanie úplne eliminuje a zároveň sa zvýši rýchlosť merania a produktivita práce. Technické parametre spomínanej totálnej stanice sú uvedené v tabuľke 4.3. [3]

- Totálna stanica Topcon DS – 103 AC (v. č. JP1 519)

- hranol Topcon ATP1 360

- kontroler Topcon FC500



Obr. 4.2 Totálna stanica Topcon DS – 103 AC

	Hranolový mód (hranol Topcon ATP1 360)	Bezhranolový mód
Presnosť merania dĺžok	$\pm (1,5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \cdot D)$	$\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \cdot D)$
Dosah dĺžkomeru	1000 m	800 m
Presnosť merania uhlov	3"	
Zväčšenie ďalekohľadu	30x	
Min. dĺžka zaostrenia	1,3 m	

Tab.4.3 Technické parametre totálnej stanice Topcon DS – 103 AC [3]

Pre zameranie pomocnej meračskej siete bol použitý GNSS prijímač vyrábaný americkou firmou Trimble R8-3, budovanie siete prebiehalo metódou RTK. Základné parametre prijímača sú uvedené v tabuľke 4.4.

- Prijímač GNSS – RTK Trimble R8-3 (v. č. 5243498987)

- kontroler Trimble TSC3
- teleskopická výtyčka



Obr. 4.3 Trimble R8-3 GNSS Systém

Max. presnosť RTK horizontálna	8 mm + 1 ppm RMS
Max. presnosť RTK vertikálna	15 mm+ 1 ppm RMS
GNSS meranie	Kódové, statické, PPK, RTK
Družicové systémy	GLONASS, Galileo, GPS a iné
Počet kanálov	440

Tab. 4.4 Technické parametre prijímača Trimble R8-3 [4]

Pre meranie omerných mier v interiéri objektu bol použitý laserový diaľkomer od firmy Leica. V tabuľke 4.5 sú zobrazené technické hodnoty diaľkomeru.

- Laserový diaľkomer Leica DISTO D2



Obr. 4.4 Leica DISTO D2

Maximálny dosah	60 m
Minimálny dosah	0.05 m
Presnosť	± 1.5 mm

Tab. 4.5 Technické parametre laserového diaľkomeru Leica DISTO D2 [5]

Okrem meračských prístrojov boli použité pomôcky: statív, meter 3m, pásmo, kladivo, stabilizačné prostriedky a signalizačný sprej.

Snímky použité pre vizualizáciu 3D modelu ako foto textúra, boli zriadené digitálnou zrkadlovkou NIKON D7200. Základné parametre fotoaparátu sú uvedené v tabuľke 4.6.

- Fotoaparát NIKON D7200



Obr. 4.5 Fotoaparát NIKON D7200

Rozlíšenie snímača	25 Mpix
Typ snímača	CMOS
Citlivosť (ISO)	100-25600
Ohnisková vzdialenosť	140-450 mm
Veľkosť displeja	3.2''
Hmotnosť	765 g

Tab. 4.6 Technické parametre fotoaparátu NIKON D7200 [6]

4. 3 Tvorba pomocnej meračskej siete

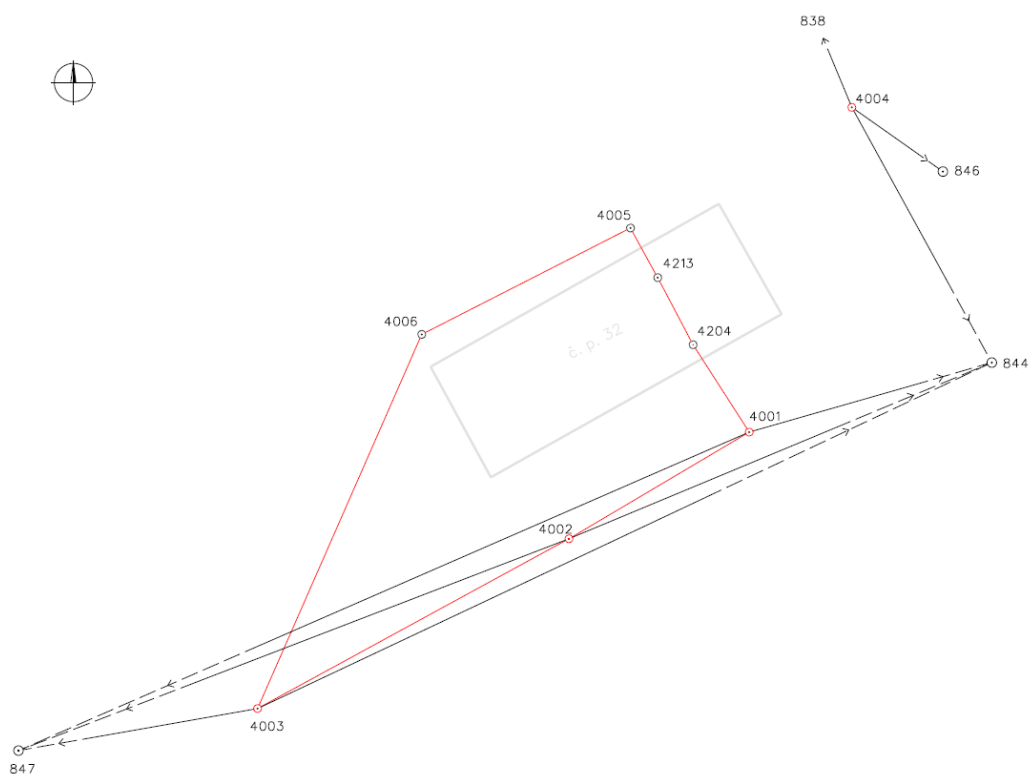
Pamiatkovú stavbu je nutné zamerať tak aby poloha všetkých bodov konštrukcie bola vzťahovaná k jednotnému systému, vo väčšine prípadov ide o nepravidelné a zložité objekty. Nemožno predpokladať rovnakú hrúbku stien alebo umiestnenie miestností priamo nad sebou, čo by viedlo k nesprávnemu zobrazeniu stavby. [7]

V blízkom okolí zameriavaného objektu bolo počas rekognoskácie bodového poľa zistené že nie je k dispozícii dostatok použiteľných klasických geodetických základov pre vykonanie meračských prác. Časť existujúcich bodov na lokalite je stabilizovaná ako rohy budov, ktoré boli z dôvodu rekonštrukcie a zateplenia nepoužité, body stabilizované v komunikácií boli použité pre orientáciu. Vzhľadom k spomínaným dôvodom bolo nutné vybudovať pomocnú meračskú sieť.

Technológiou GNSS bola vybudovaná primárna sieť, z dôvodu dostatočnej presnosti určenia súradníc a efektivity z časového hľadiska. Globálne družicové polohové systémy (Global Navigation Satellite System) umožňujú určiť priestorové súradnice bodu za pomoci umelých družíc. Pre určenie bodov bola zvolená metóda RTK, meranie v reálnom čase (Real Time Kinematic). Metóda využíva prenos korekcií fázových meraní od referenčnej stanice k pohybujúcemu sa prijímaču. Korekcie, teda opravy hodín jednotlivých satelitov a chýb z atmosféry, sú poskytované pomocou mobilného internetového pripojenia. Počas merania bolo využité vytvorenie virtuálnej stanice (VRS) automaticky umiestnenej do lokality, ktorá je vypočítaná na základe správy o aktuálnej polohe z najbližších referenčných staníc [8].

Pomocou softvéru Trimble General Survey, 2.22 bol uskutočnený výpočet geocentrických súradníc. Transformácia medzi ETRS89 a S-JTSK bola prevedená na základe programu Transformační modul zpřesnění globální transformace Trimble 2013 verze 1.0 vid' príloha č. 1. Pre navzájom nezávislé meranie boli body merané dva krát, s minimálne hodinovým odstupom pre získanie rozdielnej konfigurácie družíc, aby došlo k vylúčeniu hrubých chýb. Výsledné súradnice boli určené ako priemer z prvého a druhého merania na cm v súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom systéme Bpv, ktoré sú záväznými geodetickými referenčnými systémami na území ČR, podľa Nariadenia vlády č. 430/2006 Sb.

Dôležitými faktormi pre ideálnu konfiguráciu pomocnej meračskej siete sú minimálny počet bodov, ktoré obklopujú záujmovú stavbu a ich vzájomná viditeľnosť. Vzhľadom k tomu že sa objekt nachádza v zastavanej oblasti, susediaci dom je v tesnej blízkosti nosnej steny zameriavanej stavby a prístup k SZ fasáde je len z koryta menšieho vodného toku bola zvolená konfigurácia, ktorej situácia je zobrazená na obrázku 4.6. Ide o zjednodušený náčrt, v ktorom nie sú zobrazené všetky pomocné meračské body pre zameranie interiéru jednotlivých podlaží z dôvodu zachovania prehľadnosti.



Obr. 4.6 Ukážka náčrtu pomocného bodového poľa

Body 4001- 4004 boli určené metódou GNSS, stabilizované meračskými klincami v medzerách chodníkov a obrubníkov. Tieto body sú umiestnené okolo budovy v dostupnej vzdialenosti pre zameranie fasád a slúžia taktiež pre určenie sekundárnej meračskej siete v jednotlivých podlažiach objektu, z ktorých bolo prevedené podrobné meranie interiéru a meranie SV nosnej steny objektu, kde nebolo možné použiť metódu GNSS z dôvodu nedostatočnej časti viditeľnej oblohy a teda nízkeho počtu použiteľných družíc, čo by viedlo k nepresnému meraniu. Pre určenie bodov sekundárnej siete boli

použité geodetické metódy rajón a polygonová rada. Ich stabilizácia bola prevedená fixkou a v miestnostiach bez podlahy boli použité meračské klince.

Výška bodov určených metódou GNSS bola kontrolne overená pomocou trigonometrickej nivelácie, vedenej z nivelačného bodu Pad-10 cez body 4001, 4002, 4003, 4004 a končila na bode o známych súradniciach Pad-11. V prílohe č. 2.2. je uvedený zápisník merania. Následne boli porovnané výšky bodov určené z trigonometrickej nivelácie a výšky z GNSS (tab. 4.5). Na základe overenia bolo zistené, že výšky vyhovujú a boli použité pre ďalšie meračské a spracovateľské práce.

	Výška určená technológiou GNSS [m]	Výška určená trigonometricky [m]	Rozdiel ΔH [m]
4001	188.97	188.97	0.00
4002	188.32	188.32	0.00
4003	187.74	187.75	0.01
4004	190.68	190.68	0.00

Tab. 4.7 Rozdiel výšok z trigonometrickej nivelácie a GNSS metódy

4. 4 Podrobné meranie

Zameraním nehnuteľných kultúrnych pamiatok sa rozumie súhrn prác, ktorými sa zisťuje horizontálna a vertikálna poloha, tvar, rozmery, poprípade aj stavebné hmoty týchto objektov. Výsledkom zamerania je meračská dokumentácia. [7]

Cieľom podrobného merania bolo čo najlepšie zamerať skutočný stav záujmového objektu pre vyhotovenie dokumentačných výkresov a 3D modelu. Okrem meraných reprezentatívnych prvkov stavby ako sú lomové body hrán nosných stien, priečok, otvorov dverí a okien, strešnej krytiny, prieniky klenieb a ďalšie, sa taktiež zaznamenávali svetlá výška, druh podlahy a využitie jednotlivých miestností.

Primárnou metódou pre zameranie podrobných bodov bola tachymetria, ktorá umožňuje určiť polohu a zároveň aj výšku meraného bodu. Tieto hodnoty sú získané meraním polárnych súradníc k jednotlivým bodom. Prevýšenie medzi určeným bodom a stanoviskom sa určuje trigonometricky z meranej dĺžky a zenitového uhlu.

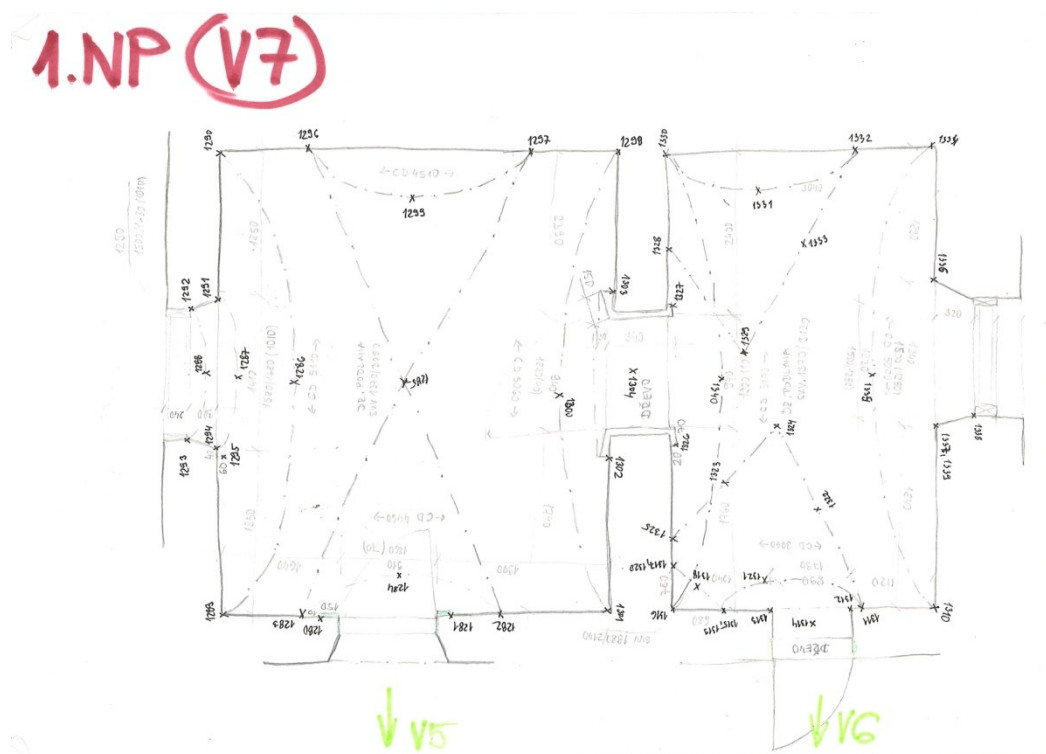
Celkový počet zameraných podrobných bodov bolo približne 1100, prevažne pomocou bezhranolového módu s využitím laserového lúču pre presnejšie zacielenie. V mnohých prípadoch bolo meranie lomových bodov skomplikované z dôvodu opadanej

omietky, trhlín v stene keďže ide o schátraný objekt pred rekonštrukciou. Taktiež množstva nahromadeného starého materiálu v miestnostiach.

Metóda konštrukčných omerných mier bola použitá pre zameranie miestností s malou rozlohou kde meranie s totálnou stanicou bolo nereálne. Táto metóda bola použitá aj ako kontrolné meranie pre overenie výsledkov tachymetrie, či spĺňajú požadované kritéria presnosti. Omerné miery boli určované laserovým diaľkomerom a boli zaznamenávané priamo do náčrtu.

4. 4. 1 Meračský náčrt

Počas merania v teréne boli od ruky nakreslené približné pôdorysy miestností a vonkajšie steny budov vrátane fasád, na formát papiera A4. Tieto schémy slúžili ako meračské náčrty, do ktorých boli zaznačené jednotlivé body podrobného merania a konštrukčné miery. V náčrtoch sú zaznamenané informácie o využití miestností, typ podlahovej krytiny, rozmery obkladov, vlastné číslo náčrtu, prípadné poznámky. Pre prehľadnosť boli doplnené čísla predchádzajúceho a nasledujúceho náčrtu. Sú vyhotovené tak aby na ich podklade bolo možné jednoznačne vykresliť originál dokumentačného výkresu a 3D model, sú súčasťou prílohy č. 4.1 - 4.5.



Obr. 4.7 Ukážka meračského náčrtu

4. 5 Fotodokumentácia

Záujmový objekt Strejcův sbor je poznačený časom, omietka nie je súvislá a na mnohých miestach opadaná. Pre čo najlepšie zachytenie skutočného stavu nebolo vhodné použiť na 3D model textúry ponúkané v programe SketchUp. Pre získanie aktuálneho stavu bolo nutné objekt nafotiť. Fotodokumentácia prebiehala pomocou digitálnej zrkadlovky NIKON D7200.

Fasády objektu boli nasnímané po častiach v dvoch pásoch. Pre dosiahnutie kvalitnejšieho výstupu by mali byť snímky vyhotovené s konštantným zaostrením a podobnou expozíciou, preto bolo zvolené manuálne nastavenie faktorov ovplyvňujúcich expozíciu a to clona, expozičná doba a ISO citlivosť, taktiež prebiehalo fotenie bez blesku, ktorý by na snímkach zanechával osvetlené miesta. Fotografie boli nasnímané s prekrytím, rovnaký prvok je zaznamenaný na viacerých snímkach, čo umožňuje ich automatické spojenie.

Následne boli fotografie upravené a spojené do jedného snímku pre jednotlivé fasády stavby, pomocou grafického programu Photoshop publikovaný firmou Adobe Systems, ktorý je primárne určený na tvorbu a úpravu rastrovej grafiky.

5. SPRACOVANIE ZÍSKANÝCH DÁT

5. 1 Číselné spracovanie

Po získaní dát v teréne v určitých etapách sa pristúpilo ku kancelárskym prácam čím rozumieme spracovanie zápisníkov merania a následný výpočet súradníc určovaných bodov vo vhodných softvéroch.

5. 1. 1 GNSS meranie

Výstupom uvedenej metódy bol protokol merania GNSS ktorý je súčasťou prílohy č. 1. Výhodou tohto spôsobu merania je automatické spracovanie meraných dát už počas merania v teréne, čím dochádza k eliminácii času stráveného výpočtovými prácami. V kancelárii bol vykonaný priemer súradníc z dvoch nezávislých meraní pre určenie výsledných súradníc, ktoré sú uvedené v tabuľke č. 5. 1.

číslo bodu	Y [m]	X [m]	Z [m]
4001	599214.95	1178371.56	188.97
4002	599228.10	1178379.34	188.32
4003	599250.81	1178391.73	187.74
4004	599194.52	1178342.59	190.68

Tab. 5.1 Súradnice pomocnej meračskej siete určené technológiou GNSS

5. 1. 2 Pomocné meračské body

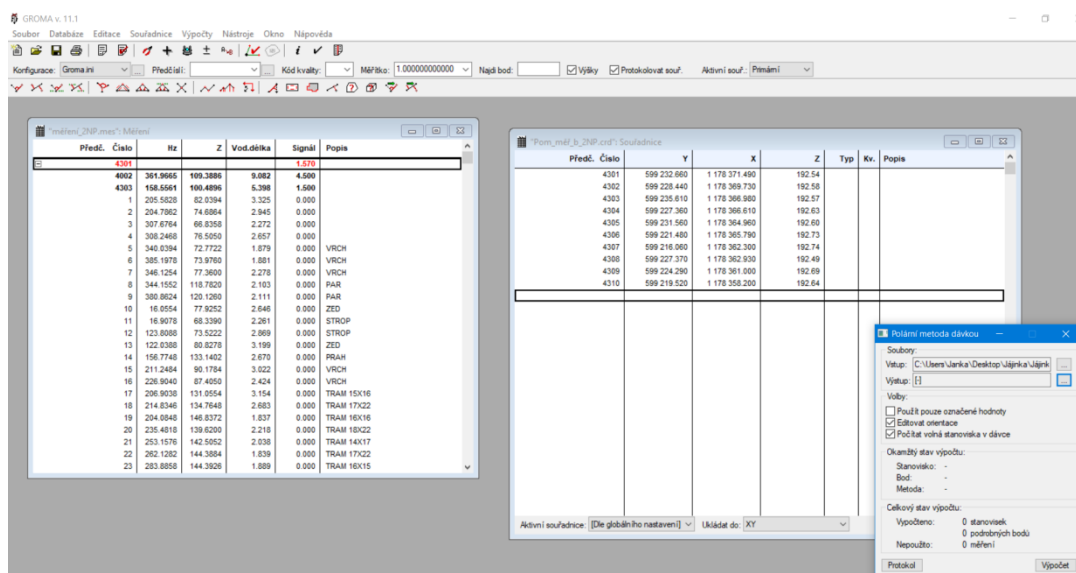
Súradnice a výšky pomocných bodov určených rajónom a polygonovým ťahom boli vypočítané v geodetickom systéme Groma v. 11.1, ktorý pracuje v prostredí MS Windows. Program je určený ku komplexnému spracovaniu dát od surových údajov prenesených z totálnej stanice až po výsledné zoznamy súradníc, výpočtové protokoly a kontrolnú kresbu. Umožňuje spracovávať dáta dávkovo aj jednotlivými výpočtami. [9]

Pred zahájením výpočtových prác je dôležité vykonať nastavenie parametrov a to typ dĺžky, uhlové jednotky, parametre vstupných a výstupných hodnôt, medzné odchýlky dvojice merania a ďalšie. Funkciou Křovák boli v uvedenom programe zavedené matematické korekcie (redukcia z nadmorskej výšky a zo zobrazenia).

Vstupné údaje pre výpočet tvoril zoznam súradníc známych bodov a zápisníky merania, tieto zápisníky boli upravené funkciou Spracovanie zápisníku, keďže orientácie boli merané v dvoch polohách. Výstupné hodnoty, ktorými sú súradnice určovaných bodov boli spočítané funkciou Polárna metóda a Polygonový ťah. Získaným výsledkom bol zoznam súradníc pomocných meračských bodov, ktoré sú súčasťou prílohy č. 3.3.

5. 1. 3 Podrobné body

Výpočet podrobného merania bol taktiež prevedený v programe Groma v. 11.1, funkciou Polárna metóda dávkou, ktorá umožňuje spracovať dávkovo celý zoznam nameraných hodnôt. Výstupom tohto úkonu bol zoznam súradníc podrobných bodov ktorý je uvedený v prílohe č. 3.5.



Obr. 5.1 Ukážka výpočtov v programe Groma v. 11.1

5. 2 Testovanie presnosti

Dosiahnutá presnosť určenia súradníc a výšok podrobných bodov bola overovaná testovaním presnosti. Testovanie bolo prevedené na výbere podrobných bodov zameriavaného objektu. Ide o identické body, ktoré tvoria reprezentatívny výber, sú jednoznačne identifikovateľné ako rohy miestností, otvorov okien a dverí a sú rovnomerne rozmiestnené po celom objekte. Výsledná presnosť bola posudzovaná na základe kritérií 3. triedy presnosti podľa normy ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy*.

5. 2. 1 Testovanie presnosti súradníc

Testovanie presnosti súradníc bolo prevedené na výbere 102 podrobných bodov, čo tvorí desať percent celkového počtu meraných bodov. Dosiahnutá presnosť bola overená kontrolným zameraním dĺžok priamych spojnic podrobných bodov výberu a ich porovnaním s dĺžkami vypočítanými zo súradníc.

Pre testovanie sa určia rozdiely dĺžok:

$$\Delta d = d_m - d_k,$$

kde d_m je dĺžka spojnice vypočítaná z výsledných pôvodných súradníc bodov a d_k je dĺžka spojnice určená z priameho kontrolného merania.

Aby boli výsledky relevantné, musí byť d_k určená s presnosťou danou základnou strednou chybou m_d , v tomto prípade presnosť merania laserovým diaľkomerom a teda 0,01 m, nepresahujúca kritérium $0,3 \times u_d$ pre dĺžku vypočítanú z výsledných súradníc kde u_d sa vypočíta pre dĺžku d zo vzťahu:

$$u_d = 1,5 \times \left(\frac{d + 12}{d + 20} \right) \times u_{xy}$$

kde u_{xy} je rovná hodnote 0,14 m, čo platí v prípade 3. triedy presnosti.

Presnosť sa považuje za vyhovujúcu ak, súčasne platí:

1. $|\Delta d| \leq 2 \times u_d \times k$ pre všetky testované dĺžky
2. $|\Delta d| \leq u_d \times k$ pre aspoň 60% testovaných dĺžok, koeficient k má hodnotu pre dĺžku spojnice vypočítanú zo súradníc $k = 1,0$. [10] [11]

Testovaním bolo zistené, že všetky body reprezentatívneho výberu spĺňajú stanovené podmienky pre požadovanú presnosť.

		Vyhovuje zo 102	Nevyhovuje zo 102
1. Podmienka	$ \Delta d \leq 2 \times u_d \times k$	100%	0%
2. Podmienka	$ \Delta d \leq u_d \times k$	100%	0%

Tab. 5.2 Percentuálne výsledky testovania súradníc PB

5. 2. 2 Testovanie presnosti nadmorských výšok

Testovanie presnosti výšok bolo uskutočnené na výbere 29 identických podrobných bodov, viac bodov nebolo možné kontrolne zamerať keďže väčšina z celkového počtu je meraná v interiéri objektu. Výška identických bodov bola dva krát nezávisle určená z dvoch rôznych stanovísk.

K testovaniu presnosti výšok H identických bodov sa vypočítajú pre každý bod výberu výškové rozdiely:

$$|\Delta H| = H_m - H_k,$$

kde H_m je výška z prvého merania a H_k z kontrolného určenia.

Dosiahnutie stanovenej presnosti sa testuje pomocou výberovej strednej výškovej chyby s_H :

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2}$$

kde N je počet identických bodov a koeficient $k = 2$, ak majú obe určenia rovnakú presnosť.

Presnosť určenia výšok sa pokladá za vyhovujúcu ak:

1. výškové odchylky ΔH z vyššie uvedeného vzťahu vyhovujú kritériu:

$$|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$$

2. výberová stredná výšková chyba s_H vyhovuje kritériu pre spevnený povrch:

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$$

kde $u_H = 0,12$ m, s_H získame z vyššie uvedeného vzťahu a hodnota $\omega_N = 1,20$, pri voľbe hladiny významovosti $\alpha = 5$. [10] [11]

Všetky testované výšky meraných bodov vyhovujú daným podmienkam pre overenie požadovanej presnosti.

		Vyhovuje z 29	Nevyhovuje z 29
1. Podmienka	$ \Delta H \leq 2 \cdot u_h \cdot \sqrt{k}$	100%	0%
2. Podmienka	$S_H \leq \omega_N \cdot u_H$	100%	0%

Tab. 5.3 Percentuálne výsledky testovania výšky PB

Výsledky testovania sú pozitívne z čoho vyplýva že meranie považujeme za úspešné. Výpočty testovania súradníc a výšok jednotlivých bodov reprezentatívneho výberu sú uvedené v prílohe č. 7. 1 a č. 7. 2.

5. 3 Grafické spracovanie

Na základe získaných súradníc meraných bodov, ako výsledok číselného spracovania sa pristúpilo k tvorbe grafickej časti a to dokumentačným výkresom a následne k vyhotoveniu 3D modelu.

5.3.1 Dokumentačné výkresy

Aby bolo možné historické budovy udržiavať, preskúmať, poprípade navrhovať ich úpravy, čím sa rozumie rekonštrukcia, odstraňovanie neslohových rušivých prístavieb, modernizácia vnútorného zariadenia a iné, je nutné mať k dispozícii meračskú dokumentáciu ktorú tvoria:

- mapy a plány pamiatkových stavieb s príslušným územím
- dokumentačné výkresy jednotlivých objektov (pôdorysy, rezy, pohľady).

Dokumentačné výkresy pamiatkových objektov nie sú totožné s bežnými stavebnými výkresmi, z pravidla sa vyhotovujú v mierke 1:50, čo umožňuje zreteľné znázornenie všetkých detailov a prehľadné zobrazenie kót. Obrisy konštrukcií sa podľa druhu stavebných hmôt vyznačujú v originálnych výkresoch farebnými čiarami a to steny čiernou, drevo hnedou, kov modrou.

Kótovanie sa prevádza podľa platných noriem pre kreslenie výkresov stavebnej dokumentácie. Sklopené čelné oblúky klenieb sa taktiež kótujú údajmi o vzopätí klenieb. Výškovu sa predmety merania zachytávajú absolútnymi výškami, relatívnymi výškami a doplnujúcim dĺžkovým kótovaním v zvislom smere.

Pôdorysy – znázorňujú rovinu mysleného horizontálneho rezu budovou vo výške do 130 cm nad podlahou. Rovina sa výnimočne podľa potreby pravouhlo lomí tak , aby sa tvarovo aj rozmerovo správne zachytili všetky nosné konštrukcie, stavebné otvory, výklenky, schodiská, krovy a iné. Pôdorysy jednotlivých úrovní sa označujú výškovou kótou. Krov sa znázorňuje ako pohľad na konštrukciu krovu zhora po odstránení strešnej krytiny, latovania a debnenia. Konštrukcie vystupujúce nad plochu krytiny sa znázorňujú v reze. Krokve, pásky a oceľový krov sa kreslí osovo. Strecha sa v rámci pôdorysných výkresov zobrazuje v pohľade zhora. U schodísk je rez vedený v každom podlaží rovnakým miestom schodiskových ramien, tak aby bol zreteľne patrný priebeh schodiska.

Rezy – roviny myslených zvislých rezov objektom sa volia tak, aby boli zreteľne zachytené konštrukcie a dôležité časti vo vzájomných výškových vzťahoch. Rezy sa z pravidla vedú schodiskom, v prípade krovu sú vedené vždy hrebeňom alebo hlavným profilom strechy. Rovina zvislého rezu môže byť súvisle zalomená. V reze sa vykresľujú steny a ďalšie časti, ktorými rez prechádza a taktiež všetky časti ktoré sa objavujú v pohľade do roviny rezu. Rozmiestnenie zvislých rezných rovní sa vyznačuje v pôdorysných výkresoch.

Pohľady – sa vyhotovujú pre priečelia objektov. U líniových konštrukcií a objektov je možné vykresliť pohľady ako rozvinuté plochy bez ohľadu na pôdorysný priebeh. [7]

5.3.2 Vyhotovenie dokumentačných výkresov

Dokumentačné výkresy boli vyhotovené na základe normy *ČSN 01 3420 Výkresy pozemných stavieb – Kreslení výkresů stavební části* [12], ktorá stanovuje základné požiadavky pre úpravu a kreslenie výkresov stavebnej časti objektov pozemných stavieb a pre úpravy terénu súvisiace s výstavbou týchto objektov, zároveň bolo čerpané z publikácie *Technické kreslí podle ČSN a mezinárodních norem II.* [13] Kniha obsahuje pravidlá tvorby výkresov v stavebníctve. Z uvedených zdrojov boli čerpané všeobecné zásady kreslenia a to typy a hrúbka čiar, zásady pre kótovanie, požiadavky na popis, kreslenie okien a dverí, schodísk, zobrazenie nosnej konštrukcie strechy tvorenej krovom a ďalšie. Avšak tvorba výkresov bola v prvom rade prispôbená požiadavkám zadávateľa.

Jednotlivé výkresy sú vyhotovené v mierke 1:50 pre prehľadné zobrazenie všetkých dôležitých prvkov. Ako prvé boli vytvorené pôdorysy troch podlaží a krovu, podľa ktorých sa zvolil priebeh troch priečných rezov a jedného pozdĺžneho rezu. Pohľady sú pre rozsah tejto práce nahradené následným vyhotovením drôtového 3D modelu objektu a jeho vizualizáciou.

Pre vyhotovenie dokumentačných výkresov bol použitý program MicroStation V8i. CAD softvér určený pre návrh v 2D aj v 3D, ktorý je vyvinutý americkou spoločnosťou Bentley Systems. Využíva sa najmä v oblasti stavebného inžinierstva, architektúry, kartografie. Základným formátom je DGN. Umožňuje importovať a zobrazovať súbory aj vo formáte DWG, teda výkresy vytvorené v programe AutoCAD, vďaka čomu je dostupným nástrojom ktorý dokáže pracovať s dvomi najznámejšími CAD formátmi. [14]

5.3.3 Pôdorysy

Pôdorysy boli vyhotovené pre prízemné podlažie – pivničné priestory, prvé a druhé nadzemné podlažie a pre povalu. Pomyselné vodorovné rezy boli vedené približne vo výške 130 cm nad podlahou. Pôdorys prízemného podlažia je vzhľadom k ostatným pôdorysom väčšieho rozmeru keďže jeho priestory siahajú až pod susedný objekt.

Pri tvorbe výkresov sa postupovalo od vykreslenia vonkajšieho obvodu objektu, priebeh stien, zobrazení dverí a okien, výklenkov a ďalších detailov. Následne boli doplnené popisy a vyznačený priebeh roviny zvislých rezov. Druhy stavebných materiálov boli farebne rozlíšené. Na záver boli všetky pôdorysy okótované tak aby došlo k zachyteniu všetkých dôležitých rozmerov a zároveň aby bola zachovaná prehľadnosť.

V 1. PP sú klenby približne sklopené a ku každej klenbe je uvedená výška päty a vrcholu klenby, v prípade zobrazenia klenieb v mierke 1:50 by došlo k ich prekrytiu, čo by viedlo k strate čitateľnosti výkresu. Väčšia časť miestností v 2. NP je bez podlahy, boli zamerané a vykreslené podlažné trámy, uvedená predpokladaná výška podlahy a výškové kóty spevnených častí. Pri zobrazení dreveného krovu povaly polovalbovej strechy sa postupovalo podľa kreslenia väznicových konštrukcií, podľa zdroja [13].

5.3.4 Rezy

Roviny priečných rezov boli vedené v prípade rezu A-A' pravou časťou objektu, rezu B-B' hlavným vstupom cez schodisko do 2. NP a schodiskom na povalu, rezu C-C' ľavou časťou budovy a teda vchodom do pivničných priestorov. Rovina pozdĺžneho rezu prechádza celým objektom, v 1. NP a 2. NP je dvakrát zalomená pre zachytenie viacerých významných prvkov stavby, povalou je vedená hrebeňom strechy, raz zalomená. V rezoch je zobrazený žľab vodného toku jeho výška a taktiež výška priľahlého terénu. Pri vyhotovení rezov sa postupovalo podobne ako pri tvorbe pôdorysov.

5.3.5 3D model

Rozvoj 3D modelovania spôsobil zmenu v mnohých technických ale aj humanitných odborov. V dnešnej dobe, kedy nie je 3D modelovanie tak nákladná záležitosť ako v minulosti, našlo uplatnenie v architektúre, urbanizme a územnom plánovaní, cestovnom ruchu, doprave, medicíne a ďalších. Hlavnou výhodou 3D zobrazenia oproti 2D zobrazeniu je skutočnosť, že v priestore získame iný pohľad na riešený problém a máme k dispozícii viac informácií o priestore naokolo.

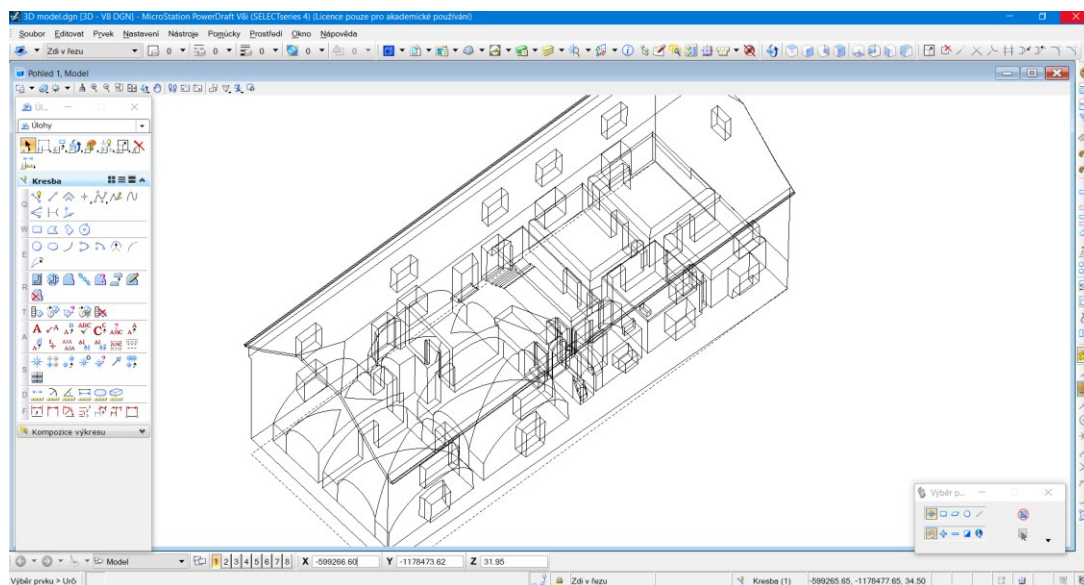
Čo sa týka 3D modelov historických a pamiatkovo chránených objektov sú v súčasnosti dôležitým nástrojom pre ochranu a zachovanie kultúrneho dedičstva krajiny. Výsledné modely poskytujú jasné a podrobné informácie o aktuálnej situácii objektu. Môžu slúžiť pre porovnanie pôvodného stavu s aktuálnym stavom pamiatky, taktiež môžu byť podkladom pre rekonštrukciu. Ďalej sú využívané ako vizualizácia pre prezentačné účely. Hlavným dôvodom vizualizácie je v súčasnej dobe prezentácia objektov pomocou internetových aplikácií, z ktorých najznámejšia je Google Earth s cieľom sprístupniť objekty širšej verejnosti. Využitie pre zobrazenie virtuálnej reality, je zaujímavé tým, že umožňuje zobrazit' trojrozmernú virtuálnu scénu, do ktorej môže užívateľ zasiahnuť a stať sa jej súčasťou. Okrem interaktívneho prehľadania v dostupných aplikáciách, je možné previesť digitálny model do hmotnej podoby, a to pomocou 3D tlačiarne, ktorej výstupom je priestorový objekt.

Pri tvorbe 3D modelov je dôležité dosiahnuť geometrickú a vizuálnu presnosť, zachytiť aktuálny stav objektu. Pre splnenie týchto požiadaviek je najvhodnejšou metódou tvorba modelu v CAD softvéroch. Na trhu existuje mnoho voľne šíriteľných aj spoplatnených programov pre vyhotovenie 3D modelov. Je len na užívateľovi aby si zvolil správny softvér pre jeho prácu. Spôsoby, ktorými sa vytvára výsledný 3D vzhľad je niekoľko. Medzi tieto spôsoby patria techniky rendrovania, mapovanie textúr, tieňovanie a osvetlenie objektov. [15]

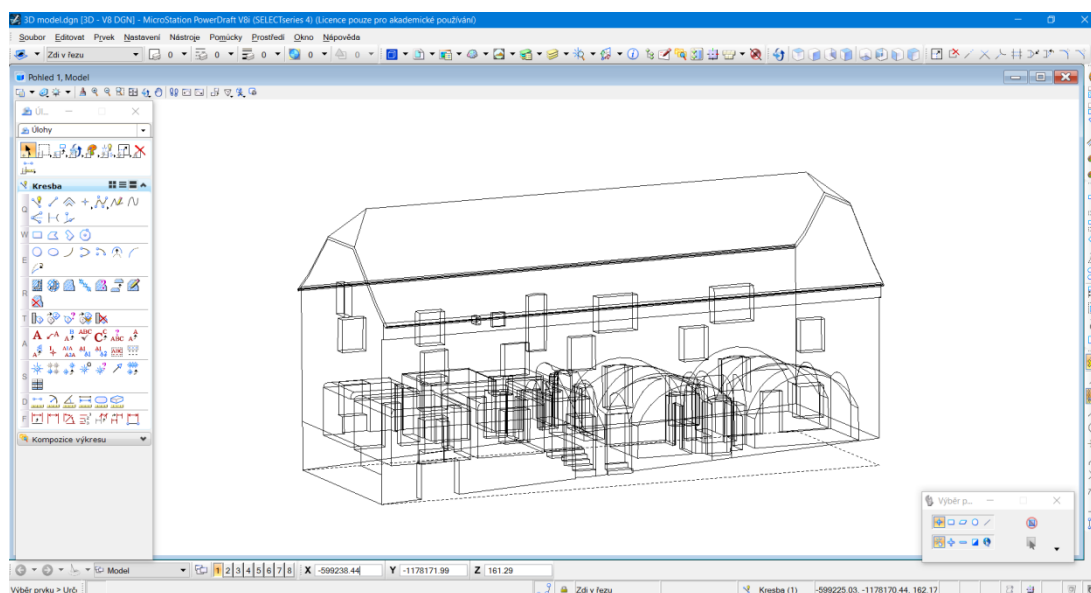
5.3.6 Vyhotovenie 3D modelu

V prevej fáze tvorby bol v programe Micorstation V8i v 3D prostredí vytvorený drôťový model na základe zameraných podrobných bodov. Pri práci v 3D prostredí bola použitá podrobná príručka Microstation V8 [16] pre oboznámenie sa s kreslením v trojrozmernom priestore keďže počas štúdia bola práca len veľmi okrajová. Taktiež bol

využitý prístup na webové stránky CAD Lexikon kde sú rôzne typy návody a rady pre efektívnejšie kreslenie v Microstation a ďalších CAD programov. [17] Tvorba modelu sa vzťahovala k vonkajšej časti objektu a svojimi architektonickým prvkami najzaujímavejšiemu podlažiu, 1. NP v ktorom sa nachádzajú renesančné klenby.



Obr. 5.2 Ukážka drôtového modelu v prostredí Microstation V8i (1)

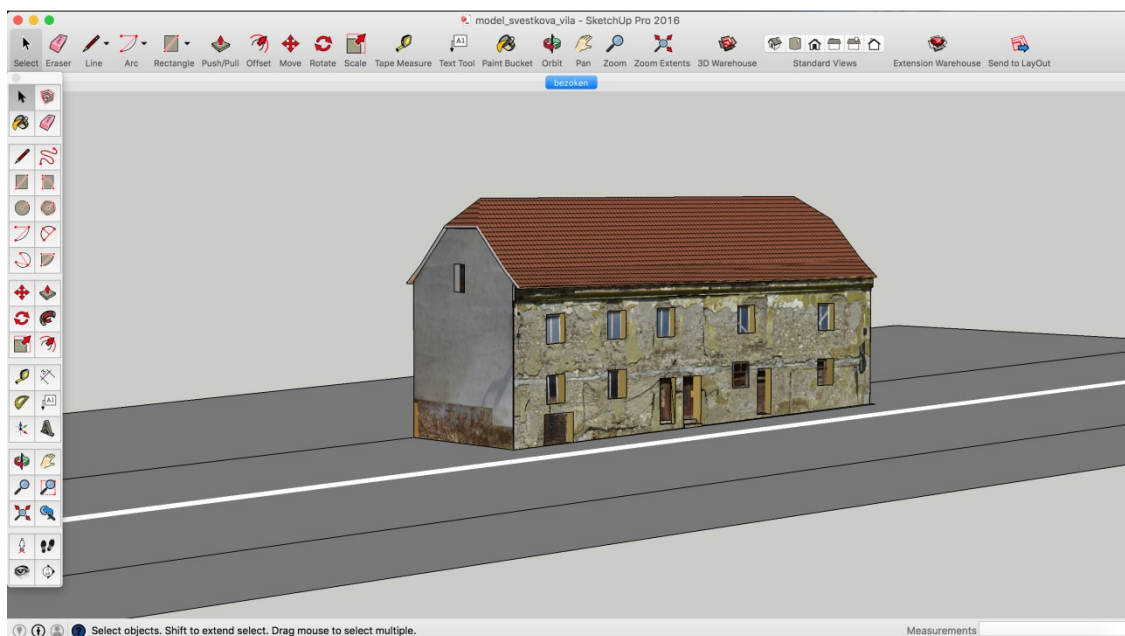


Obr. 5.3 Ukážka drôtového modelu v prostredí Microstation V8i (2)

Následne bol pre ďalšiu prácu zvažovaný známy program pre tvorbu priestorových modelov AutoCAD, avšak po importovaní fotografií bolo zistené, že práca v tomto programe s rastrovými súbormi je značne obmedzená a teda umiestniť fotografie reálneho

stavu na model, ktorý je výrazne vzdialený od pravidelných geometrických tvarov by bolo komplikované a časovo neefektívne.

Vhodnejším programom pre túto prácu bol voľne šíriteľný program SketchUp vyvíjaný spoločnosťou Trimble, v ktorom teda prebiehalo ďalšie spracovanie modelu. Hlavným zameraním je tvorba modelov v oblasti architektúry, stavebníctve a strojárstve. Tento CAD softvér umožňuje nie len vytvárať 3D objekty a textúrovať ich povrch ale aj geografické umiestnenie modelu kdekoľvek na Zemi prostredníctvom Google Earth. Ide o intuitívny program s pomerne jednoduchým rozhraním, ku ktorému sú k dispozícii na internete navyše návody v podobe ukážkových videí, ktoré uľahčujú prácu. [18]



Obr. 5.4 Prostredie programu SketchUp Groma

V ďalšej fáze bol drôtový model v Microstation V8i importovaný do prostredia SketchUp, kde boli následne vytvorené plochy jednotlivých častí objektu. Na prednú a bočnú fasádu orientovanú na JZ boli umiestnené fotografie skutočného stavu po úprave v programe Photoshop. Komplikovanou prácou bolo priradenie výrezov jednotlivých okien a dverí zo snímky k vytvorenej ploche z podrobných bodov, tak aby sa výstup maximálne približoval reálnemu stavu, keďže vo väčšine prípadov ide o asymetrické plochy. K plochám zadnej a bočnej SV fasády a streche boli zvolené textúry, čo najviac identické so skutočným materiálom, poskytované v ponuke SketchUp. V prípade spomínaných fasád nebolo možné použiť zriadené fotografie, ktorých snímky vrchnej časti fasády sú fotené

pod strmým uhlom, čo vzniklo nedostatočným priestorom v okolí objektu. Zobraziť skutočný stav strechy, ktorá je rekonštruovaná za použitia textúry bolo najefektívnejšou variantou.

V prípade záujmu mesta Židlochvice o model je možné vyhotoviť podobným spôsobom interiér objektu. Pre rozsah tejto práce je výsledkom vizualizácia exteriéru budovy.



Obr. 5.5 Výsledný 3D model(1)



Obr. 5.6 Výsledný 3D model (2)

Výsledný model bol pre zaujímavosť exportovaný do aplikácie Google Earth, keďže program SketchUp s touto aplikáciou spolupracuje. Model je geografický umiestnený v miestach kde sa reálne nachádza.



Obr. 5.7 Ukážka umiestnenia modelu v aplikácii Google Earth

Výstup práce, vizualizácia exteriéru objektu a drôtový model môže byť použitý ako doplnok pre rekonštrukciu popri dokumentačných výkresoch, pre lepšiu predstavu súčasného stavu objektu. Po obnove stavby je možné ho použiť ako podklad pre porovnanie pred rekonštrukciou a po prevedených prácach.

6. Záver

Diplomová práca popisuje jednotlivé etapy zamerania objektu Strejcův sbor v Židlochviciach a spracovanie získaných dát pre vyhotovenie dokumentačných výkresov a 3D modelu.

Po rekognoskácii objektu a okolitého územia bolo zistené že na mieste nie je dostatok použiteľných klasických geodetických základov pre zameranie objektu, preto sa pristúpilo k tvorbe pomocnej meračskej siete technológiou GNSS. Pre podrobné zameranie interiéru objektu bola sieť doplnená geodetickými metódami. Počas podrobného merania bolo mnoho krát komplikované určiť reprezentatívny bod zameriavaného prvku a lomové body, keďže je objekt schátraný s narušenou konštrukciou a opadanou omietkou. V teréne boli zriadené snímky exteriéru stavby, pre vizualizáciu 3D modelu.

Po ukončení meračských prác boli získané dáta spracované v programe Groma v.11.1 pre výpočet súradníc a výšok bodov. Následne bolo prevedené testovanie presnosti vypočítaných súradníc reprezentatívneho výberu na základe kontrolných omerných mier a testovanie presnosti výšok na základe identických bodov. Testované súradnice a výšky vyhovujú stanoveným podmienkam a preto bolo meranie považované za úspešné.

Tvorba dokumentačných výkresov vychádzala z normy *ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části* [12] a bola prispôsobená požiadavkám zadávateľa. Súčasťou dokumentácie sú pôdorysy troch podlaží a krovu, tri priečne a jeden pozdĺžny rez v mierke 1:50. Výsledné dokumentačné výkresy budú súčasťou podkladov pre projektanta k návrhu rekonštrukcie stavby.

Následne bol vyhotovený 3D drôtový model na základe zameraných podrobných bodov v programe Micorstation V8i v 3D prostredí. Cieľom práce bolo čo najpresnejšie vystihnúť skutočný stav objektu a teda použiť aktuálne fotografie pre vizualizáciu modelu. Preto bol pre vizualizáciu zvolený program SketchUp, ktorý umožňuje prácu s rastrovými súbormi. Výsledný model slúži pre reprezentáciu pôvodného stavu objektu pre ďalšie generácie. Môže byť podkladom pre porovnanie pred rekonštrukciou a po prevedených prácach.

7. ZOZNAM POUŽITÝH ZDROJOV:

- [1] Židlochovice [online]. c2018 [cit. 2018-30-3]
Dostupný na www: <http://www.zidlochovice.cz>
- [2] Památkový katalog. [online]. c2015 [cit. 2018-31-3]
Dostupný na www: <http://www.pamatkovykatalog.cz/>
- [3] Topcon [online]. [cit. 2018-8-4]
Dostupný na www: http://www.topcon.co.jp/en/positioning/products/pdf/DS_E.pdf
- [4] Geotronics [online]. [cit. 2018-8-4]
Dostupný na http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/022543-079M-SKY_TrimbleR8GNSS_DS_0413_LR.pdf
- [5] Geotech [online]. [cit. 2018-8-4]
Dostupný na www: <http://www.geotech.sk/Produkty/Dialkomery/Leica-DISTO/Disto-D2.html>
- [6] Nikon [online]. [cit. 2018-8-4]
Dostupný na www: <https://www.nikon.cz>
- [7] ŠVÁBENSKÝ, O.-VITULA, A.- BUREŠ, J.: *Inženýrská geodézie I – Geodézie ve stavebnictví*. Brno: VUT, 2006. 110s.
- [8] NEVOSÁD, Z. – VITÁSEK, J.: *Geodézie III*. Brno: VUT, 2005. 176 s
- [9] Groma [online]. Dostupný na www: <http://www.groma.cz/cz> [cit. 2016-3-5]
- [10] KALVODA, Petr. *Pokyn pro tvorbu účelové mapy*. Brno, 2011. 22 s.
- [11] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy*. Praha: Vydavatelství norem, 1990 108s.
- [12] ČSN 01 3420. *Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 72s
- [13] TOMAN, J.: *Technické kreslení podle ČSN a mezinárodních norem II*. Ostrava: MONTANEX, 1995. 484 s. ISBN 80-85780-27-5
- [14] Gisoft [online]. [cit. 2018-16-4]
Dostupný na www: <http://www.gissoft.cz>

- [15] ŽÁRA, J.- BENEŠ, B.- SOCHOR, J.- FELKEL, P. *Moderní počítačová grafika*. Brno: Computer Press, 2004. 629 s. ISBN 80-251-0454-0
- [16] SÝKORA, P.: Microstation V8, podrobná příručka. Praha: Computer press, 2011. 529 s. ISBN 80-7226-540-7
- [17] CAD Lexikon [online].
Dostupný na www: <http://www.cadlexikon.sk/cz/>
- [18] SketchUp [online]. [cit. 2018-20-4]
Dostupný na www: <http://sketchup.cz/>

8. ZOZNAM POUŽITÝH SKRATIEK:

3D	Trojrozmerný
2D	Dvojrozmerný
GNSS	Global Navigation Satellite System (Globálny družicový polohový systém)
S – JTSK	Súradnicový systém Jednotné trigonometrické siete katastrální
Bpv	Balt po vyrovnaní
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
VPB	Výškové bodové pole
CAD	Computer-aided design (Počítačom podporovaný návrh)
ETRS89	Európsky terestrický referenčný systém 1989
ČSN	Česká státní norma
ISO	Medzinárodná norma
RTK	Real time kinematic
VRS	Virtuálna referenčná stanica

9. ZOZNAM OBRÁZKOV:

Obr. 2.1 Lokalizácia mesta Židlochovice (ČÚZK, Geoprohlížeč)

Obr. 2.2 Lokalizácia objektu Strejcův sbor (TopGis,s.r.o.)

Obr. 3.1 Informačná tabuľa o histórii ulice Strejcův sbor (vlastná fotografia)

Obr. 3.2 Ukážka Židlochovického sklepení (Jihomoravský kraj)

Obr. 3.3 Strejcův sbor, dom č.p. 32(vlastná fotografia)

Obr. 4.1 Bodové pole v okolí zameriavaného objektu (ČÚZK, Geoprohlížeč)

Obr. 4.2 Totálna stanica Topcon DS – 103 AC (www.topconpositioning.com)

Obr. 4.3 Trimble R8-3 GNSS Systém (www.agsgps.com)

Obr. 4.4 Leica DISTO D2 (www.geotech.sk)

Obr. 4.5 Fotoaparát NIKON D7200 (www.nikon.cz)

Obr. 4.6 Ukážka náčrtu pomocného bodového poľa (vlastná fotografia)

Obr. 4.7 Ukážka meračského náčrtu (vlastná fotografia)

Obr. 5.1 Ukážka výpočtov v programe Groma 11.1 (vlastná fotografia)

Obr. 5.2 Ukážka drôtového modelu v prostredí Microstation V8i (1) (vlastná fotografia)

Obr. 5.3 Ukážka drôtového modelu v prostredí Microstation V8i (2) (vlastná fotografia)

Obr. 5.4 Prostredie programu SketchUp (vlastná fotografia)

Obr. 5.5 Výsledný 3D model (1) (vlastná fotografia)

Obr. 5.6 Výsledný 3D model (2) (vlastná fotografia)

Obr. 5.7 Ukážka umiestnenia modelu v aplikácii Google Earth (vlastná fotografia)

10. ZOZNAM TABULIEK:

Tab. 4.1 Použité body PBP

Tab. 4.2 Použité body VBP

Tab.4.3 Technické parametre totálnej stanice Topcon DS – 103 AC

Tab. 4.4 Technické parametre prijímača Trimble R8-3

Tab. 4.5 Technické parametre laserového diaľkomeru Leica DISTO D2

Tab. 4.6 Technické parametre fotoaparátu NIKON D7200

Tab. 4.7 Rozdiel výšok z trigonometrickej nivelácie a GNSS metódy

Tab. 5.1 Súradnice pomocnej meračskej siete určené technológiou GNSS

Tab. 5.2 Percentuálne výsledky testovania súradníc PB

Tab. 5.3 Percentuálne výsledky testovania výšky PB

11. ZOZNAM PRÍLOH:

01_Protokol GNSS (digitálne)	
02_Zápisníky merania:	02.1_Zápisník merania PMS a PB (digitálne)
	02.2_Zápisník trigonometrickej nivelácie (digitálne)
03_Zoznam súradníc:	03.1_Zoznam súradníc PBP (digitálne)
	03.2_Zoznam súradníc VBP (digitálne)
	03.3_Zoznam súradníc PMS (digitálne)
	03.5_Zoznam súradníc PB (digitálne)
04_Meračké náčrty:	04.1_Meračké náčrty 1.PP (digitálne)
	04.2_Meračké náčrty 1.NP (digitálne)
	04.3_Meračké náčrty 2.NP (digitálne)
	04.4_Meračké náčrty 3.NP (digitálne)
	04.5_Meračké náčrty fasády (digitálne)
05_Geodetické údaje:	05.1_Body PBP (digitálne)
	05.2_Body VBP (digitálne)
06_Prehľadný náčrt PMS:	06.1_Prehľadný náčrt PMS (digitálne)
	06.2_Prehľadný náčrt PMS,1.PP (digitálne)
	06.3_Prehľadný náčrt PMS,1.NP (digitálne)
	06.4_Prehľadný náčrt PMS,2.NP (digitálne)
	06.5_Prehľadný náčrt PMS,3.NP (digitálne)
07_Testovanie presnosti:	07.1_Testovanie presnosti YX (digitálne)
	07.2_Testovanie presnosti H (digitálne)
08_Dokumentačné výkresy:	08.1_Pôdorys 1.PP (digitálne, analógovo)
	08.2_Pôdorys 1.NP (digitálne, analógovo)
	08.3_Pôdorys 2.NP (digitálne, analógovo)
	08.4_Pôdorys 3.NP (digitálne, analógovo)
	08.5_Rez A-A' (digitálne, analógovo)
	08.6_Rez B-B' (digitálne, analógovo)
	08.7_Rez C-C' (digitálne, analógovo)
	08.8_Rez D-D' (digitálne, analógovo)

09_3D model:

09.1_Drôtový model, formát *.dwg (digitálne)

09.2_ Výsledný model, formát *.skp (digitálne)

09.3_ Pohľady výsledného modelu (digitálne, analógovo)