

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEODESY

## ZAMĚŘENÍ AREÁLU SÝPKY V HOSPODÁŘSKÉM DVOŘE U ZÁMKU V DRNHOLCI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

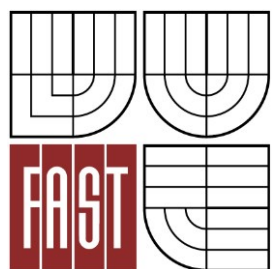
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MARIÁN NEDVĚD

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEODESY

## ZAMĚŘENÍ AREÁLU SÝPKY V HOSPODÁŘSKÉM DVOŘE U ZÁMKU V DRNHOLCI

MEASUREMENT AREA OF GRANARY IN THE FARMYARD AT THE CASTLE IN DRNHOLEC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MARIÁN NEDVĚD

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JAKUB FORAL



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3646 Geodézie a kartografie  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3646R003 Geodézie a kartografie  
**Pracoviště** Ústav geodézie

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Marián Nedvěd

**Název** Zaměření areálu sýpky v hospodářském dvoře u zámku v Drnholci

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Jakub Foral

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....  
doc. RNDr. Miloslav Švec, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

1. ČSN 013410, ČSN 013411, ČSN 013428, ČSN 013429, ČSN 013432, ČSN 4463-2, ČSN 730415.
2. Metodický návod pro zřizování, určování a vyhledávání podrobného polohového bodového pole, Praha 1985, ČÚZK č.j. 2457/1983-21.
3. Michalčák, O. a kol.: Inženiárska geodezia I., Bratislava 1988.
4. Návod pro obnovu katastrálního operátu, ČÚZK č.j. 21/1997-23.
5. Švábenský, O. - Vitula, A.: Inženýrská geodézie I., Brno VUT 1990.
6. Švábenský, O. - Vitula, A.: Inženýrská geodézie II., Brno VUT 1991.
7. Směrnice pro zaměřování nemovitých kulturních památek, Praha 1976.
8. Blažek, R. – Skořepa, Z. : Geodézie 30 Výškopis. Praha: ČVUT, 1997. 93 s. ISBN 80-01-01598
9. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodézie I. Brno: Cerm, 1999. 87 s. ISBN 80-214-1152-X
10. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodézie III. Brno: Vutium, 2000. 140 s. ISBN 80-214-1774-9
11. Oficiální stránka Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Dostupná na [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)
12. Kašička, F. : Stavebně historický průzkum. Praha: ČVUT, 2002. 122 s. ISBN 80-01-02498-9

## **Zásady pro vypracování**

1. Prostudování jednotlivých přístupů k řešení zadaného problému v literatuře a jejich rozbor pro teoretickou aplikaci v lokalitě.
2. Rekognoskace zájmového území a případně širšího okolí, opatření dostupných grafických a číselných podkladů.
3. Návrh teoretického postupu řešení bodového pole ve všech dostupných variantách a zhodnocení pro výběr nejvhodnější varianty.
4. Realizace nejvhodnější varianty měřické sítě.
5. Zaměření podrobných prvků ve stanoveném rozsahu a zpracování v grafickém systému MicroStation.
6. Souborné zhodnocení.
7. Požadované výstupy:
  - 7.1. Výkresová dokumentace území - lokalizace území v širších vztazích, dostupné body bodových polí a způsob jejich doplnění.
  - 7.2. Grafické výstupy návrhů měřické sítě v lokalitě.
  - 7.3. Kontrolní kresba polohopisu a výškopisu lokality - komplexně prostory interiéru.

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....  
Ing. Jakub Foral  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt v slovenčine**

Cieľom bakalárskej práce je vyhotovenie komplexnej účelovej mapy areálu sýpky pri zámku v obci Drnholec v mierke 1:250 a súvisejúceho okolia vrátane vytvorenia stavebnej dokumentácie objektu podľa zvyklostí Národného památkového ústavu.

## **Kľúčové slová**

účelová mapa, dokumentácia objektu, Drnholec

## **Abstract in english**

The object of the bachelor's thesis is create komplex thematical map of the granary area in the castle in Drnholec in scale 1:250 and related area with creation of object docomentation according to National Heritage Institute.

## **Keywords**

thematical map, object documentation, Drnholec

### **Bibliografická citace VŠKP**

NEDVĚD, Marián. *Zaměření areálu sýpky v hospodářském dvoře u zámku Drnholci*. Brno, 2015. 42 s., YY s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jakub Foral.

**Prehlásenie:**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu spravoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 28.5.2015

.....  
podpis autora

### **Pod'akovanie**

Ďakujem svojmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jakobovi Foralovi za cenné rady a pripomienky pri spracovaní bakalárskej práce. Ďalej chcem poďakovať svojim spolužiakom za spoluprácu pri meraní. V neposlednej rade ďakujem svojim rodičom za podporu pri štúdiu na vysokej škole.

V Brne dňa 28.5. 2015



## Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	9
<b>2 Predmet merania</b> .....	11
2.1 Lokalizácia .....	11
2.2 História .....	12
<b>3 Prípravné práce</b> .....	13
3.1 Rekognoskácia .....	13
3.1.1 Rekognoskácia v teréne .....	13
3.1.2 Rekognoskácia bodového poľa .....	13
3.2 Návrhy riešenia pomocného bodového poľa .....	16
3.2.1 Teoretické riešenia návrhov .....	16
3.2.2 Jednotlivé varianty .....	16
3.2.1.1 Metóda GNSS .....	17
3.2.2.2 Kombinácia metód GNSS polygónového ťahu a rajónov .....	17
3.2.3 Najvhodnejšia metóda .....	18
<b>4 Meračské práce</b> .....	18
4.1 Tvorba pomocnej meračskej siete .....	18
4.1.1 Meranie metódou GNSS - polohopisné údaje .....	18
4.1.2 Pomocná meračská sieť vo vnútri sýpky .....	21
4.1.3 Výškové pripojenie pomocnej meračskej siete .....	22
4.2 Použité prístroje .....	23
4.3 Podrobné meranie .....	25
4.3.1 Meranie podrobných bodov .....	25
4.3.2 Vedenie meračského náčrtu .....	25
4.3.3 Zameranie objektu .....	25
4.3.3.1 Meranie pôdorysov .....	26
4.3.3.2 Meranie pozdĺžneho a priečného profilu .....	26
4.3.3.3 Meranie fasády .....	27
<b>5. Spracovanie</b> .....	28

5.1 Spracovanie nameraných dát .....	28
5.1.1 Výpočet súradníc pomocných meračských bodov .....	28
5.1.2 Určenie výšok pomocných meračských bodov .....	28
5.1.3 Výpočet súradníc podrobných bodov .....	28
5.2 Testovanie presnosti bodov .....	28
5.2.1 Testovanie presnosti súradníc .....	29
5.2.2 Testovanie presnosti výšok .....	33
5.3 Grafické spracovanie .....	35
5.3.1 Tvorba účelovej mapy .....	35
5.3.2 Tvorba rezov a pohľadov .....	35
<b>6 Záver .....</b>	<b>37</b>
<b>7 Zoznam použitých informačných zdrojov.....</b>	<b>38</b>
<b>8 Zoznam obrázkov a tabuliek .....</b>	<b>40</b>
8.1 Zoznam obrázkov .....	40
8.1 Zoznam tabuliek .....	40
<b>9 Zoznam skratiek .....</b>	<b>41</b>
<b>10 Zoznam príloh .....</b>	<b>42</b>

# 1 Úvod

Národní památkový ústav je štátna inštitúcia, ktorá sa zaoberá starostlivosťou o kultúrne dedičstvo v Českej republike, jeho správu a dokumentáciu. Tvorbu dokumentácie objektu zaisťuje na rôznych historických objektoch po celom štáte. Jeden zo spôsobov tvorby dokumentácie takéhoto historického objektu je jeho geodetické zameranie. Medzi takýto historický objekt patrí aj sýpka, ktorú som si vybral na bakalársku prácu.

Cieľom tejto bakalárskej práce je vyhotoviť stavebnú dokumentáciu sýpky, nachádzajúcej sa v mestyse Drnholec v Jihomoravskom kraji. Súčasťou dokumentácie je účelová mapa príslušného okolia.

Hlavným predmetom bakalárskej práce je samotný objekt sýpky, ku ktorej sa budú z nameraných dát vyhotovovať výstupy, ktoré môžu po kontrole slúžiť Národnému památkovému ústavu pre správu, údržbu a pre prípadnú obnovu tejto pamiatky. Medzi tieto výstupy patria pôdorysy jednotlivých podlaží, pozdĺžny profil a priečny rez vedené cez všetky podlažia sýpky, pohľady a účelová mapa.

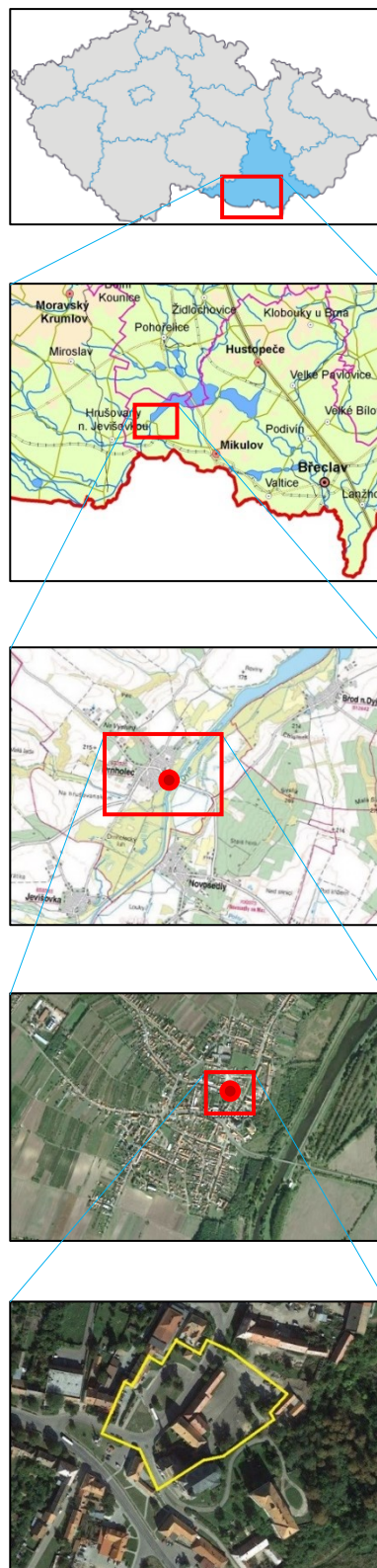
Predpokladom pre tvorbu výstupov bolo vytvorenie pomocnej meračskej siete v areáli sýpky a v jej vtútri. Meračská sieť v areáli sýpky slúžila pre zameranie podrobných bodov, ktoré boli potrebné pre tvorbu účelovej mapy. Ďalej táto sieť slúžila pre zameranie charakteristických bodov na fasáde sýpky, potrebných pre tvorbu pohľadov. Podrobné zameranie vo vnútri sýpky bolo potrebné prepojiť so zameraním v celom areáli. K tomu slúži meračská sieť vo vnútri sýpky. Po podrobnom zameraní nasleduje spracovanie nameraných dát a tvorba výstupov.

## 2 Predmet merania

### 2.1 Lokalizácia

Obec Drnholec sa nachádza v Jihomoravském kraji v okrese Břeclav, asi 12 km severovýchodne od mesta Mikulov. Leží po ľavom brehu rieky Dyje asi 4 km pred jej prítokom do Vodního Díla Nové Mlýny - horní nádrž viz *Obr 2.1 Lokalita*. Rozkladá sa na najsuchšej pôde na Južnej Morave (odtiaľ je z nemeckého jazyka odvodený názov obce: Dürnholz; dürr = suchý, holz = dřevo, tj. suché drevo, sušina). V roku 2011 tu žilo 1968 obyvateľov.

Mapovaná lokalita o rozlohe asi 1 ha sa nachádza na okraji Drnholca v jeho historickej časti v blízkosti zámku Drnholec a obecného úradu. V blízkosti meranej lokality sa nachádzajú historické pamiatky ako kostol Nejsvätější Trojice, ktorý je spolu so zámkom dominantou Drnholca, ďalej renesančná fara, radnica a hospodársky dvor. Sýpka sa nachádza na tomto hospodárskom dvore spolu s príslušnými hospodárskymi budovami. [1]



*Obr. 2.1 Lokalizácia [2],[3],[4],[5],[6]*

## 2.2 História

Prvá zmienka o Drnholci je z roku 1046, kedy podľa falzy z 12. storočia daroval knieža Břetislav ves Drinouice staroboleslavské kapitule. Dávne osídlenie je doložené mnohými archeologickými nálezmi počínajúc mladšou a neskoršou dobou kamennou, dobou bronzovou a železnou. Sídlili tu Keltovia, Rimania, Germáni aj Slovania. S počiatkami Drnholca súvisí Hradisko (Burgstall) z 12. storočia, ktoré sa nachádza asi 2 km západne od obce. Majiteľovi Drnholca boli postupne Sirotkové, Kounicové, Vartenberkové, Lichtenštajnci, Teufenbachovia, Šternberkové a Trautmannsdorfové. V 13. storočí sa tu usadili nemeckí kolónisti, ktorí tu žili až do konca druhej svetovej vojny. Nemecký názov obce bol Dürnholz. V 15. storočí za držania Lichtejnštajncov patrilo k drnholeckému panstvu 10 obcí, z ktorých päť úplne zaniklo. V roku 1900 žilo v Drnholci 3280 obyvateľov, v roku 2011 tu žilo 1968 obyvateľov. [7]. Od 10.10.2006 bol obci vrátený status mestysu. [8]



*Obr. 2.2. Drnholec 1927 – pohľad na kostol, zámok a rieku Dyju*

## 3. Prípravné práce

### 3.1 Rekognoskácia

#### 3.1.1 Rekognoskácia v teréne

Záujmové územie sa nachádza v krajnej časti mestysu Drnholec viz. kapitola 2.1 *Lokalizácia* na otvorenom priestranstve v areáli zámku. Poloha lokality je výhodná, pretože sa tu nachádzajú dve veľké otvorené plochy, na ktorých sa nenachádza husto rastúci porast, ktorý by neumožňoval viditeľnosť pri meraní. Z východnej strany je to hospodársky dvor a zo západnej strany časť ulice Tyršovej a námestia Svobody. Medzi týmito plochami sa nachádza hospodárska budova, ktorá znemožňuje viditeľnosť naprieč celej lokalitou. Na južnej strane lokality sa nachádza fara s farskou záhradou, ležiaca za vysokým múrom, preto bolo s týmto nutné počítať pri ďalších prácach. Rozsah meranej lokality bol stanovený po dohode s vedúcim bakalárskej práce.







Obr. 3.1 Meraná lokalita [6]

#### 3.1.2 Rekognoskácia bodového poľa

Pred začatím meračských prác v danej lokalite bola potrebná rekognoskácia bodového poľa. Bodové pole je potrebné pre pripojenie meračskej siete do systému Jednotní trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškového systému Balt po vyrovnání (Bpv).

Pre účely bakalárskej práce boli využité body polohového a výškového bodového poľa. V danej lokalite sa mali nachádzať dva body podrobného polohového bodového poľa, bod číslo 786 a 805, ktoré neboli podľa geodetických údajov nájdené [4]. Ďalej zhušťovací bod číslo 209, pridružený bod k bodu 209, bod 209.3, ktoré boli stabilizovaný stredom dvoch makovic priľahlého kostola Nejsvätější Trojice. V blízkosti meranej lokality sa nachádzal bod podrobného polohového bodového poľa (PPBP) číslo 785, 805 a pridružený bod k bodu 209, bod 209.2. Bod 785 a 209.2 boli použité pre overenie správnosti merania metódou GNSS prístrojom Trimble R4. Prehľad bodového poľa v okolí lokality je uvedený na obázku *Obr.3.3 Bodové pole v danej lokalite [9]*, kde boli použité nasledujúce značky:

- bod polohového bodového poľa 
- bod základného bodového poľa 
- bod výškového bodového poľa 
- hranica lokality 

*Tab. 3.1 Výsledok rekognoskácie polohového bodového poľa*

bod	Y	X	stabilizácia	dostupnosť	použitelnosť
<b>209</b>	610 988,86	1 197 216,72	stred makovice kostola	nájdený	použitý
<b>209.1</b>	610 995,33	1 197 203,52	žulový kameň	nenájdený	nepoužitý
<b>209.2</b>	610 425,27	1 197 043,36	žulový kameň	nájdený	nepoužitý
<b>209.3</b>	610 683,83	1 197 457,72	stred makovice kostola	nájdený	použitý
<b>785</b>	611 364,78	1 197 103,53	kamenný hranol M2	nájdený	nepoužitý
<b>786</b>	611 215,22	1 197 094,78	kamenný hranol M2	nenájdený	nepoužitý
<b>805</b>	610 934,22	1 197 080,60	kamenný hranol M2	nenájdený	nepoužitý

Body výškového bodového poľa sa v blízkosti meranej lokality nachádzali tri. Pre účely niveácie boli použité body číslo: OP-86 a OP-87.

*Tab. 3.2 Výsledok rekognoskácie výškového bodového poľa*

bod	výška [m]	stabilizácia	dostupnosť
<b>OP-86</b>	181,081	čapová značka	nájdený
<b>OP-85.1</b>	180,686	čapová značka	nájdený
<b>OP-87</b>	184,688	čapová značka	nájdený
<b>OP-87a</b>	184,579	čapová značka	nenájdený





## 3.2 Návrh riešenia pomocného bodového poľa

### 3.2.1 Teoretické riešenia návrhov

Bodové pole v danej lokalite nebolo možné kôli veľkej vzdialenosti od meranej lokality použiť ako stanoviská pre meranie. Z tohoto dôvodu bolo nutné zahustiť bodové pole. Zvažované metódy určenia pomocných bodov podľa [9], ktoré sa ukázali ako vhodné boli:

a) GNSS

b) kombinácia metód GNSS a polygónového ťahu a rajónov

Metódu GNSS je možné použiť, keď anténa GPS prijíma signál minimálne zo štyroch družíc a obloha nad určovanými bodmi musí byť otvorená a bez prekážok, ktoré by znemožňovali príjem signálu z týchto družíc.

Pri kombinácii metód je ďalšou metódou polygónový ťah a rajón. Pri polygónovom ťahu musí byť pomer dĺžky susedných strán najviac 1:2, pomer dĺžky najkratšej a najdlhšej strany najviac 1:3. Dĺžka polygónu musí byť najviac 1500 m.

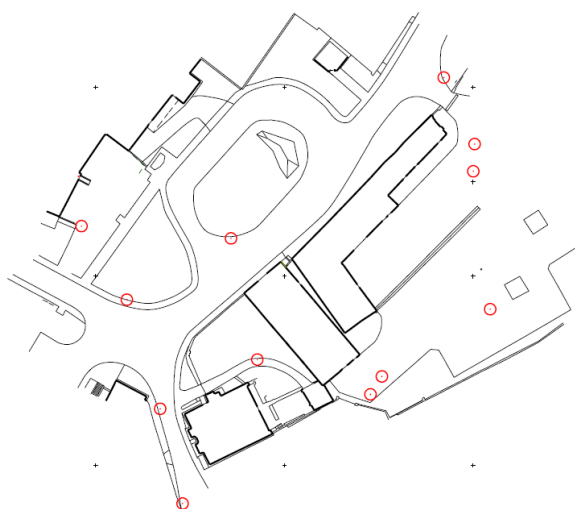
Rajón je veľmi jednoduchá a často používaná metóda zahustenia bodového poľa. Pri tejto metóde nesmie byť dĺžka rajónu väčšia ako 1000 m pri jednoduchom rajóne, 250 m pri najviac trojnásobnom rajóne. A zároveň musí byť dĺžka rajónu väčšia nie viac ako o jednu tretinu dĺžky ku najvzdialenejšej orientácii.

Je možné kombinovať metódu GNSS a rajónu. Metódou GNSS by sa určili niektoré pomocné body a ostatné pomocné body by sa určili rajónom vychádzajúceho z určených pomocných bodov. Ďalej sa dá kombinovať metóda polygónový ťah, rajón, GNSS. Typ polygónu by sa použil obojstranne orientovaný a obojstranne pripojený, metódou GNSS by sa určili súradnice orientácií a súradnice počiatočného a koncového bodu polygónu, ktoré by boli zároveň aj pomocné body. Minimálne vzdialenosti medzi bodmi polygónu by museli byť 50 m. Niekoľko pomocných bodov, by sa muselo určiť rajónom z určených bodov polygónu.

### 3.2.2 Jednotlivé varianty

#### 3.2.1.1 Metóda GNSS

Ako bolo spomínané v kapitole 3.1 *Rekognoskácia v teréne*, na meranej lokalite sa nachádzali rozsiahle plochy s otvorenou oblohou a s iba malým množstvom prekážok, ktoré by zabraňovali prijímu signálu z družíc. Klady tejto metódy spočívajú v efektívnosti práce, v malom množstve prístrojového vybavenia, rýchlosti a jednoduchosti merania. Medzi možné zápory pri tejto metóde patrí nižšia presnosť na niektorých pomocných bodoch kôli prekážkam, ktoré sa nachádzajú v ich blízkosti.



Obr. 3.4 Varianta GNSS

#### 3.2.1.2 Kombinácia metód GNSS polygónového ťahu a rajónov

Pri kombinácii metódy GNSS a rajónu by sa určilo len niekoľko pomocných bodov metódou GNSS. Ostatné pomocné body by sa určili rajónom z týchto určených pomocných meračských bodov. Ako orientácie by sa použili pomocné body a body ZPBP č. 201 a 201.3.

Ďalej je možnosť kombinácie metódy polygónového ťahu, rajónu a GNSS. Metódou GNSS by sa vhodne určili dva pomocné body na južnom a severnom kraji lokality a slúžili by ako počiatočný a koncový bod obojstranne pripojeného a obojstranne orientovaného polygónového ťahu. Určilo by sa aj niekoľko ďalších pomocných bodov slúžiacich ako orientácie spolu s bodmi ZPBP č. 209 a č. 209.3. Polygón by sa viedol cez hospodársky dvor a následne okolo sýpky, pričom by sa muselo dbať na to, aby dĺžky polygónových

strán mali aspoň 50 m. Pomocná sieť by sa musela zahustiť určením niekoľkých pomocných bodov metódou rajónu.



Obr. 3.5 Kombinácia metód GNSS polygónového ťahu a rajónov

### 3.2.3 Najvhodnejšia metóda

Kôli efektívnosti a hospodárnosti meračských prác a výhod merania metódou GNSS bola ako najvhodnejšia metóda pre zahustenie bodového poľa vybraná metóda 3.2.1.1 *Metóda GNSS*.

## 4 Meračské práce

### 4.1 Tvorba pomocnej meračskej siete

#### 4.1.1 Meranie metódou GNSS - polohopisné údaje

Meraná lokalita sa nachádza na zväčša otvorenom priestranstve. Súradnice všetkých bodov pomocnej meračskej siete boli určené metódou GNSS. Poloha bodov bola volená tak, aby sa v blízkosti bodov nenachádzali potenciálne prekážky ako stromy a budovy, ktoré by znemožnili príjem signálu z družíc. Pri voľbe polohy pomocných bodov sa dbalo aj na to, aby bola zaistená viditeľnosť medzi jednotlivými pomocnými bodmi. To umožnilo vzájomnú orientáciu medzi nimi. Body boli stabilizované meračskými klincami a oceľovými roxormi.

Pred meraním siete pomocných meračských bodov bola overená správnosť fungovania aparatury GPS Trimble R4 na bode PPBP č. 785. Namerané súradnice u oboch bodoch a výška pri zhušťovacom bode sa porovnávali s geodetickými údajmi.

*Tab. 4.1 Výsledok overenia správnosti fungovania aparatury GPS Trimble R4*

Bod	Namerané údaje		Údaje z geodetických údajov	
	Y	X	Y	X
<b>209.2</b>	610425,25	1197043,40	610425,27	1197043,36
<b>785</b>	611364,83	1197103,56	611364,78	1197103,53

Nasledovalo zameranie siete pomocných meračských bodov. Na každom bode bola výtyčka s anténou dôkladne urovnaná. Body sa merali v počte 30 epoch, niektoré body vo viacerých epochách. Meranie sa opakovalo v ten istý deň s časovým odstupom minimálne jednej hodiny, aby bola zaistená nezávislá konfigurácia družíc a tým sme mohli pokladať meranie za nezávislé. Metódou GNSS sa určovali aj výšky pomocných bodov, ktoré kôli nedostatočnej presnosti neboli použité pre ďalšie spracovanie. Zoznam súradnic pomocných bodov určených metódou GNSS je v prílohe č. 3.2 *Body pomocnej meračskej siete*.

Medzi prvým ani druhým meraním vrátane časového odstupu, uplynula iba krátka doba a preto nebola aparatura GPS počas tohto merania overovaná na bode bodového poľa. Pre kontrolu určenia súradnic boli medzi pomocnými bodmi porovnávané dĺžky a uhly vypočítané z nameraných súradnic s dĺžkami a uhlami nameranými pri podrobnom meraní. Kontrola je uvedená v tabuľke *Tab 3.1 Kontrola určenia bodov metódou GNSS*.

Po zameraní siete pomocných meračských bodov bola znovu overená správnosť fungovania GPS aparatury znovu na bode PPBP č. 785 a na zhušťovacom bode číslo 209.2.

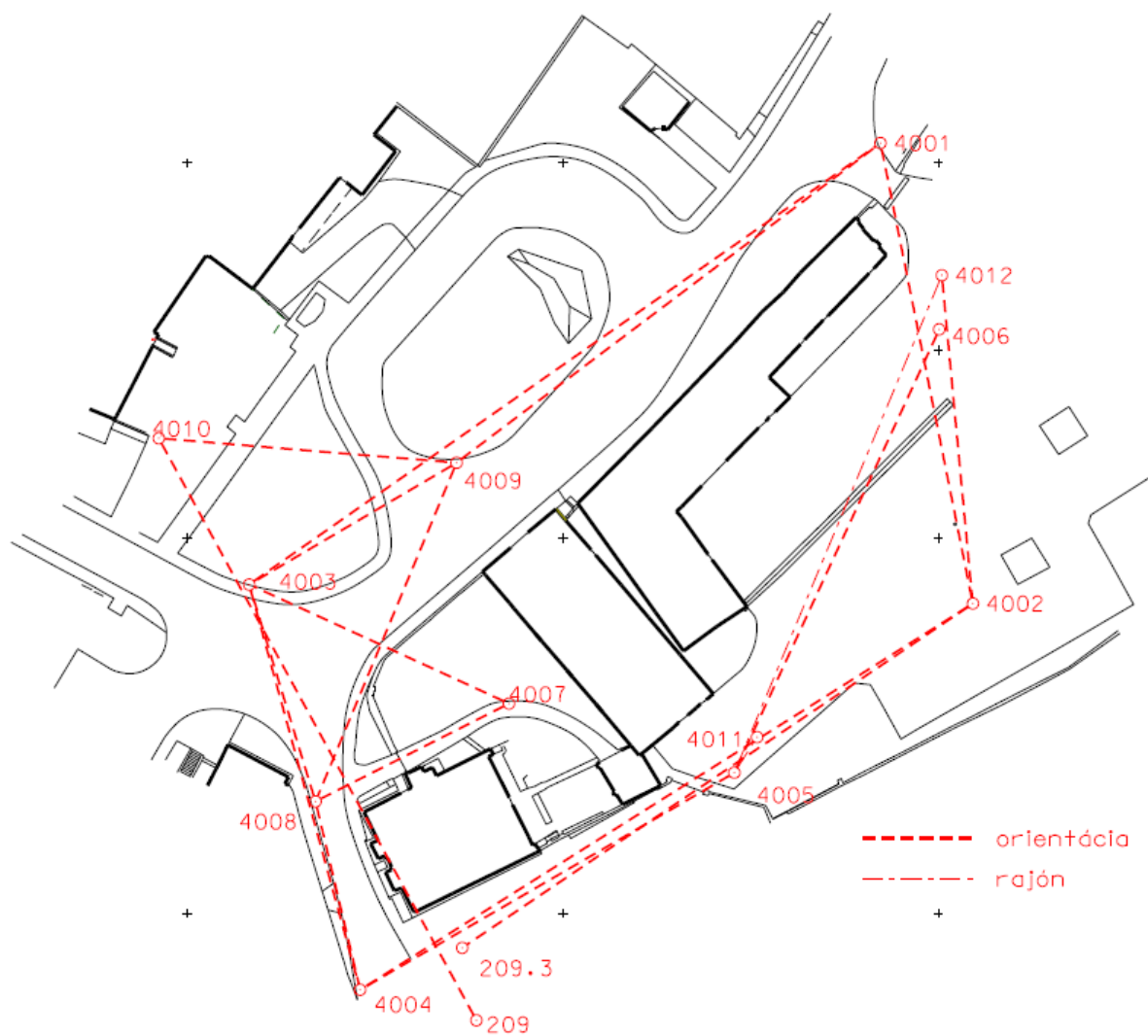
Tab. 3.1 Kontrola určenia pomocných meračských bodov

Kontrola dĺžok											
bod	bod	$Y_z$	$X_z$	$Y_k$	$X_k$	$s_{súr}$ [m]	$s_{mer}$ [m]	$ \Delta_d $ [m]	$u_d$ [m]	2.k.u. <sub>d</sub> [m]	k.u. <sub>d</sub> [m]
4001	4002	610945,72	1197096,92	610933,42	1197158,21	62,51	62,50	0,01	0,19	vyhovuje	vyhovuje
4001	4009	610945,72	1197096,92	611002,12	1197139,47	70,65	70,64	0,01	0,19	vyhovuje	vyhovuje
4001	4003	610945,72	1197096,92	611029,72	1197155,68	102,51	102,50	0,01	0,20	vyhovuje	vyhovuje
4002	4004	610933,42	1197158,21	611014,95	1197209,62	96,39	96,38	0,01	0,20	vyhovuje	vyhovuje
4002	4005	610933,42	1197158,21	610986,22	1197156,94	38,92	38,91	0,01	0,18	vyhovuje	vyhovuje
4003	4009	611029,72	1197155,68	611002,12	1197139,47	32,01	32,00	0,01	0,18	vyhovuje	vyhovuje
4003	4004	611029,72	1197155,68	611014,95	1197209,62	55,93	55,94	0,01	0,19	vyhovuje	vyhovuje
4003	4008	611029,72	1197155,68	611020,89	1197184,55	30,19	30,17	0,02	0,18	vyhovuje	vyhovuje
4004	4005	611014,95	1197209,62	610986,22	1197156,94	57,56	57,57	0,01	0,19	vyhovuje	vyhovuje
4004	4008	611014,95	1197209,62	611020,89	1197184,55	25,76	25,72	0,04	0,17	vyhovuje	vyhovuje
4005	4006	610986,22	1197156,94	610937,9	1197121,72	65,00	65,02	0,02	0,19	vyhovuje	vyhovuje
4007	4003	610995,14	1197171,52	611029,72	1197155,68	38,04	38,01	0,03	0,18	vyhovuje	vyhovuje
4007	4008	610995,14	1197171,52	611020,89	1197184,55	28,86	28,85	0,01	0,18	vyhovuje	vyhovuje
4008	4009	611020,89	1197184,55	611002,12	1197139,47	48,83	48,83	0,00	0,19	vyhovuje	vyhovuje
4009	4010	611002,12	1197139,47	611041,75	1197136,22	39,76	39,75	0,01	0,18	vyhovuje	vyhovuje

Legenda:

$Y_z, X_z$  súradnice počiatočného bodu dĺžky  
 $Y_k, X_k$  súradnice koncového bodu dĺžky  
 $s_{súr}$  dĺžka vypočítaná zo súradnic  
 $s_{mer}$  meraná dĺžka  
 $|\Delta_d|$  rozdiel dĺžok  
 $u_d$  kritérium presnosti  
 $\omega_{1,2}$  súr uhol vypočítaný zo súradnic  
 $\omega_{1,2}$  mer meraný uhol  
 $|\Delta\omega|$  rozdiel uhlov  
 $q$  [mm] priečný posun na meranú dĺžku

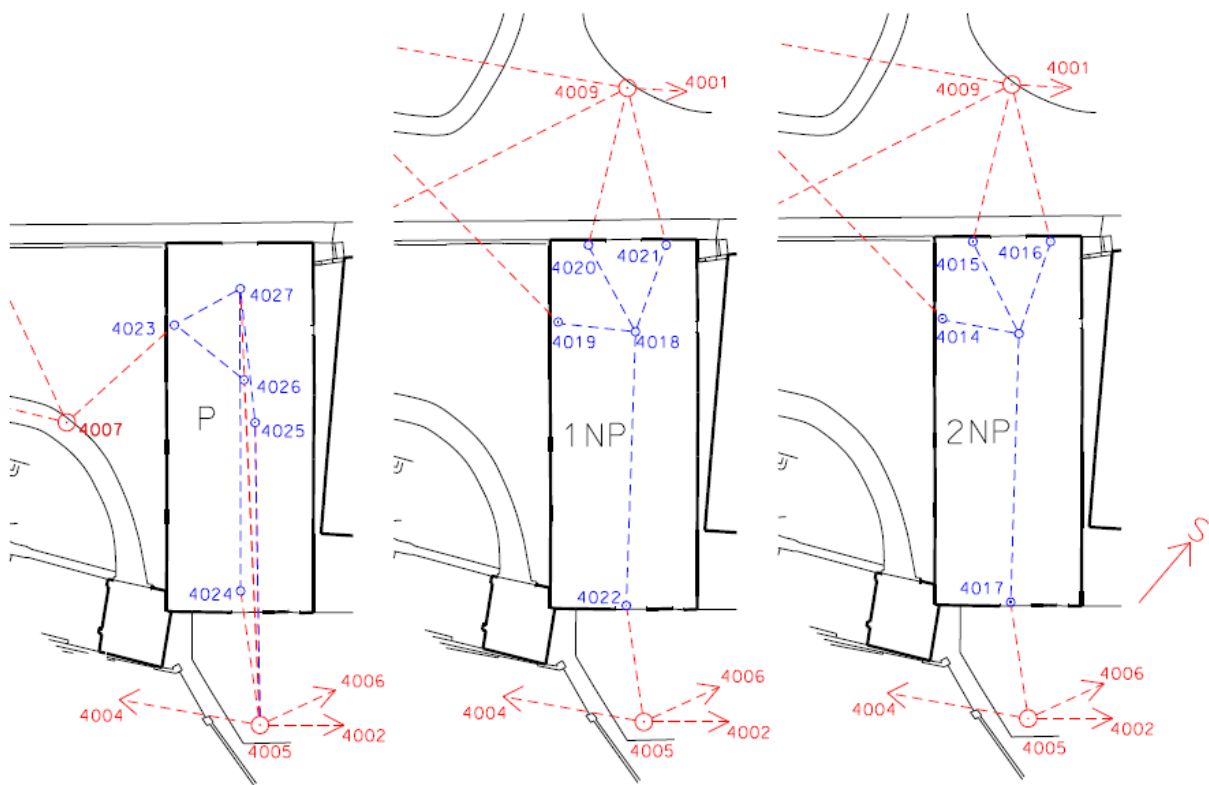
Kontrola uhlov						
stanovisko	bod 1	bod 2	$\omega_{1,2}$ súr. [°]	$\omega_{1,2}$ mer [°]	$ \Delta\omega $ [°]	q [mm]
4002	4001	4004	123,2071	123,2164	0,0093	14
4002	4001	4005	126,6762	126,6959	0,0197	30
4009	4008	4003	41,0756	41,0966	0,0210	11
4009	4008	4001	166,2639	166,2437	0,0202	31
4008	4003	4009	44,0132	43,9836	0,0296	14
4008	4003	4004	204,0454	204,0853	0,0399	19
4007	4008	4003	57,1681	57,2042	0,0361	22
4005	4002	4006	33,1654	33,1615	0,0039	6
4005	4002	4004	205,8137	205,8346	0,0209	19
4004	4003	4002	81,1993	81,2039	0,0046	7
4003	4004	4001	278,1554	278,1508	0,0046	7
4005	4002	4006	366,8346	366,8417	0,0071	7



Obr. 4.1 Prehľad meračskej siete

#### 4.1.2 Pomocná meračská sieť vo vnútri sýpky

Pre účel tvorby pomocnej meračskej siete vo vnútri sýpky boli stabilizované meračské klince v okenných rámoch. Súradnice týchto bodov (4014 - 4016, 4018-4020) boli určené metódou rajónu zo stanoviska 4009 a 4003. Pomocná meračská sieť pozostávala z jedného bodu na prvom a druhom nadzemnom podlaží a štyroch bodoch na prízemí objektu. Táto sieť bola stabilizovaná meračskými klincami v drevenej podlahe. Súradnice stanoviska 4017 na prvom nadzemnom podlaží (ďalej 1NP) a 4013 na druhom nadzemnom podlaží (ďalej 2NP) boli určené metódou voľného stanoviska s orientáciou na stabilizované body v rámoch okien. Súradnice bodov na prízemí boli určené rajónom z bodu 4005.



Obr. 4.2 Prehľad meračskej siete vo vnútri sýpky

#### 4.1.3 Výškové pripojenie pomocnej meračskej siete

Na výškové pripojenie pomocnej meračskej siete bola zvolená metóda technickej nivelácie, ktorá poskytuje dostatočnú presnosť určenia výšok bodov. Vychádzalo sa z bodov štátnej niveláčnej siete číslo OP-86 a OP-87. Body OP-87 a OP-86 boli najskôr overené niveláčnym ťahom. Dosiachnutá odchýlka pri overovaní ťahu medzi bodmi bola 0,006 m a medzná odchýlka bola vypočítaná podľa vzorca:

$$\Delta h_{\max} = 40 \cdot \sqrt{R}$$

kde R je dĺžka ťahu v kilometroch. Dĺžka niveláčného ťahu bola 0,19 km a medzná odchýlka bola  $\Delta h_{\max} = 17$  mm. [16]

Po overení sa viedli 2 niveláčné ťahy, ktorými boli určené výšky pomocných bodov.

Tab. 5.1 Posúdenie presnosti nivelačných ťahov

nivelačný oddiel	určované body	nameraná odchýlka	medzná odchýlka	R[km]
OP-87 – OP-86	4005, 4010, 4004, 4011, 4001	-10mm	17mm	0,19
OP-86 – OP-86	4008, 4003, 4007, 4006	1mm	20mm	0,25

## 4.2 Použité prístroje

Na určenie súradníc pomocných meračských stanovísk sa použil prístroj GPS Trimble R4. Tento prístroj umožňuje merať rýchlou kinematickou metódou Real Time Kinematic (RTK). Prístroj pri tejto metóde využíva pri meraní korekcie z príslušných permanentných staníc CZEPOS.



Obr. 4.3 Prístroj Trimble R4

Pre podrobné meranie bola využitá totálna stanica TOPCON GPT 3003N. Tento prístroj umožňuje vykonávať uhlové meranie so strednou chybou meraného smeru v jednej polohe  $m_r^I = 14''$  a uhlu v jednej skupine  $m_r = 10''$ . Prístroj umožňuje merať dĺžky hranolovým módom v dvoch variantách - jemný mód:  $m_s = \pm 10\text{mm} + 2\text{ppm} \times D$  a hrubý mód:  $m_s = \pm 10\text{mm} + 2\text{ppm} \times D$ , kde  $D$  je meraná dĺžka v mm. Dosah diaľkomeru udávaný výrobcom je 3000m. Vďaka pulznej laserovej technológii, prístroj dokáže merať dĺžky bezhranolovým módom. Presnosť merania dĺžky závisí na vzdialenosti k cieľu: 1,5-25m:  $m_s = \pm 10\text{ mm}$ , viac ako 25m:  $m_s = \pm 3\text{mm} + 2\text{ppm}$ . Dosah bezhranolového merania dĺžok výrobca uvádza 250m [10].





*Obr. 4.4 Prístroj TOPCON GPT 3003N [11]*

Pre určenie výšok metódou technickej nivelácie bol použitý nivelačný prístroj TOPCON AT-G7, sériové číslo KS 5294. Pre tento prístroj výrobca udáva strednú kilometrovú chybu obojsmernej nivelácie 2,5 mm [12].



*Obr. 4.5 Prístroj TOPCON AT-G7 [13]*

Pre zameranie podrobných bodov pôdorysov a rezov a bol použitý ručný laserový diaľkomer Bosch DLE 40 Professional.



*Obr. 4.6 Bosch DLE 40 Professional [14]*

## 4.3 Podrobné meranie

### 4.3.1 Meranie podrobných bodov

Po určení pomocných meračských stanovísk, ktoré sú znázornené v prílohe č. 8 *Prehľadný náčrt bodového poľa* nasledovalo zameranie podrobných bodov. Mapovalo sa metódou tachymetrie, pri ktorej sa naraz určuje poloha aj výška bodu. Pri tejto metóde sú merané údaje vodorovný uhol, zenitový uhol a šikmá dĺžka. Na meranie bola použitá totálna stanica TOPCON GPT 3003N.

Predmetom podrobného merania boli prienik muriva budovy s terénom (detaily väčšie ako 0,1m), vstupy do budov a na pozemky, rozhranie vozovky s akoukoľvek spevnenou a nespevnenou plochou, rozhranie chodníku s akoukoľvek nespevnenou plochou, rozhranie kultúr, povrchové znaky inžinierskych sietí, dopravné značky, stromy, dopravné značky, verejné osvetlenie. Pri objektoch v tvare krivky sa volili také vzdialenosti medzi bodmi, aby sa spojnica medzi nimi neodchylovala od skutočnosti viac ako 0,1m. Pri plochách s monotónnym spádom sa vzdialenosti volili tak, aby body neboli od seba vzdialené viac ako 2-3cm v mierke mapy. V hospodárskom dvore, kde bola rozsiahla plocha s monotónnym spádom body tvorili približne štvorcovú sieť. [15]

### 4.3.2 Vedenie meračského náčrtu

Pri meraní podrobných bodov bol vedený meračský náčrt. Tento náčrt slúži pre neskoršie spracovanie nameraných dát. Viedol sa na niekoľkých listoch formátu A4. Čiernou farbou sa kreslí kresba polohopisu, omerné miery, čísla popisné a evidenčné, názvy ulíc a účelových budov, znaky inžinierskych sietí, nadzemné znaky. Hnedou farbou sa zakreslovali podrobné body a ich čísla, terénne hrany a čiary terénnej kostry. Červenou farbou sa zakreslovali body meračskej siete (tj. body pomocnej meračskej siete a ich čísla), body bodových polí a ich čísla, čiarkovanou čiarou rajóny, orientácia k severu.

### 4.3.3 Zameranie objektu

Podlažia sýpky majú jednoduchý obdĺžnikový tvar s menšími výstupkami, ktoré dopĺňajú zvislé nosné drevené trámy prechádzajúce od murovaného základu na prízemí cez podlažia cez priestory podlaží a nosné trámy na obvode stien. Tieto zvislé trámy podpierajú priečne vodorovné trámy umiestnených pod stropom každého podlažia.

#### 4.3.3.1 Meranie pôdorysov

Vodorovné rezy sa viedli na každom z troch podlaží. Boli vedené 1,3m nad podlahou jednotlivých podlaží. Niektoré okná boli vo väčšej výške a pôdorysy boli nimi vedené vo výške 1,7m. V tejto výške rezy prechádzali priestormi okien, stenami, zvislými nosnými trámami.

Meranie pôdorysov jednotlivých podlaží pozostávalo z dvoch častí. V prvej časti sa zameriali jednotlivé dĺžky medzi jednotlivými bodmi pôdorysu ručným elektronickým diaľkometerom. Merali sa dĺžky stien medzi nosnými trámami, rozmery okenných rámov potrebné pre ich konštrukciu, veľkosti zapustenia okenných rámov, priestory schodiska a výčnelky v stenách.

V druhej časti sa využila metóda tachymetrie, pri ktorej sa zameriali niektoré identické body (rohy pôdorysu podlažia, rohy trámov) na stenách pôdorysu a body na stredových trámoch. Identické body slúžili na transformáciu podrobných bodov pôdorysu z miestnej súradnicovej sústavy do súradnicovej sústavy S-JTSK.

#### 4.3.3.2 Meranie pozdĺžneho profilu a priečného rezu

Kôli vyjadreniu vertikálneho členenia budovy v pozdĺžnom a priečnom smere bolo potrebné zmerať pozdĺžny rez a priečny rez vedené celou budovou. Pozdĺžny rez bol vedený pozdĺž budovou všetkými tromi podlažiami a zachytával hlavne rozloženie drevených stropných trámov, okien, priestorov schodiska a v prípade prízemia aj rozloženie murovaných základov a trámov. Priečne rezy boli kolmé na pozdĺžne rezy. U dvoch nadzemných podlažiach boli vedené osou okenných rámov.

Rezy sa merali použitím ručného elektronického diaľkomeru Disto. Merali sa vzdialenosti medzi zmenami členenia povrchu, svetlé výšky podlaží, rozmery a umiestnenie okien a dverí, rozmery nosných zvislých trámov.

Pri meraní sa viedol meračský náčrt, do ktorého sa zapisovali namerané omerné miery, staničenia, príslušné rozmery. Z týchto nameraných hodnôt sa postupným spracovaním v programe Microstation V8 vytvorili pôdorysy, pozdĺžny rez a priečne rezy vedené celým objektom, pohľady.

#### 4.3.3.3 Meranie fasády

Ako geodetický základ pre zameranie fasády bolo využité pomocné bodové pole zriadené pre účely podrobného merania. Fasáda sýpky je jednoduchá bez zložitých architektonických prvkov. Na každej z fasád bolo zameraných niekoľko charakteristických bodov fasády (rohy okien, rohy strechy, rohy rýmsi, rohy operných stien), ktoré sa pri spracovávaní naimportovali do programu Microstation V8 a slúžili ako identické body pre transformáciu fotky danej steny. Bola použitá afinná transformácia. Po transformácii fotky sa zvektorizovali hrany, ktoré tvorili daný pohľad. Pohľad vyjadroval vonkajšie členenie budovy sýpky. Takto vznikli tri pohľady na budovu v mierke 1:50. Na obrázku *Obr. 5.1 Charakteristické body na budove sýpky (foto autor - upravené)*.



*Obr. 5.1 Charakteristické body na budove sýpky (foto autor - upravené)*

## 5 Spracovanie

### 5.1 Spracovanie nameraných dát

#### 5.1.1 Výpočet súradníc pomocných meračských bodov

Pomocné Meračské body boli zamerané aparátúrou GPS Trimble R4. Boli z nej stiahnuté namerané údaje vo formáte .txt a protokol, ktorý sa automaticky ukladal do pamäte aparátúry počas merania. Namerané údaje boli vo forme súradníc bodov. Každý bod bol zameraný dvakrát a výsledné súradnice boli určené ako aritmetický priemer z dvojice merania.

#### 5.1.2 Výpočet výšok pomocných meračských bodov

Pri vedení nivelačných ťahou, boli hodnoty zámera vzad a zámer vpred zapisované do nivelačného zápisníka. Zámery na určované pomocné meračské body boli určované ako zámery stranou. Po vyrovnaní hodnôt v zápisníku boli vypočítané výšky pomocných meračských stanovísk.

#### 5.1.3 Výpočet súradníc podrobných bodov

Výpočet prebiehal v programe Groma v.11. Pre výpočet súradníc podrobných bodov boli využité súradnice skôr určených pomocných bodov. Výška bodu 4007 bola určená trigonometricky z bodu 4008.

Výsledkom boli súradnice podrobných bodov v súradnicovom systéme S-JTSK a výšky podrobných bodov v systéme Bpv. Pri jednoznačne identifikovateľných bodoch boli výsledné súradnice vypočítané ako aritmetický priemer z dvojice meraní.

### 5.2 Testovanie presnosti bodov

Po vypočítaní súradníc a výšok podrobných bodov nasleduje posúdenie ich presnosti. Presnosť výsledkov tvorby a údržby mapy sa stanoví pomocou charakteristík presnosti a kritérií presnosti. Charakteristika presnosti určení súradníc  $x$ ,  $y$  podrobných bodov je základná stredná súradnicová chyba  $m_{xy}$ . Stredná súradnicová chyba  $m_{xy}$  nesmie prekročiť kritérium  $u_{xy}$ .

Charakteristika presnosti určení výšok  $H$  podrobných bodov je základná stredná výšková chyba  $m_H$ . Výšky podrobných bodov v jednej trieden presnosti, musia byť určené

tak, aby charakteristika  $m_H$  neprekročila kritérium  $u_H$  u bodov na spevnenom povrchu,  $3x$   $u_H$  u bodov na nespevnenom povrchu. [15]

V tabuľkách *Tab 5.4 Testovanie presnosti súradníc - tabuľka* a *Tab 5.6 Testovanie presnosti výšok - tabuľka*, sú uvedené výsledky testovania presnosti súradníc a výšok. Tieto tabuľky sú jedny z príloh bakalárskej práce.

### 5.2.1 Testovanie presnosti súradníc

Dosiahnutie presnosti určenia súradníc podrobných bodov sa overuje:

- a) pomocou kontrolného zamerania priamych spojnic vybratých podrobných bodov a ich porovnaním s dĺžkami vypočítanými zo súradníc
- b) nezávislým kontrolným zameraním a výpočtom súradníc podrobných bodov a ich porovnaním s pôvodnými súradnicami

Ad a)

Pre testovanie dosiahnutej relatívnej presnosti určenia súradníc podrobných bodov jednej triedy presnosti sa určia rozdiely dĺžok,

$$\Delta d = d_m - d_k$$

kde  $d_m$  je dĺžka spojnice:

- a) vypočítaná z výsledných pôvodných súradníc, alebo
- b) určená z hodnôt odmeraných na mape

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 súradnicovou chybou  $m_d$  nepresahujúcou nasledujúce kritérium:

- a)  $0,3 U_d$  pre dĺžku vypočítanú z výsledných súradníc a
- b)  $0,5 U_d$  pre dĺžku určenú z mapy

Hodnota  $u_d$  sa vypočíta zo známeho vzťahu:

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

kde  $d$  je väčšia z porovnávaných dĺžok,  $u_{xy}$  dosahuje u bodov 3. triedy kvality hodnoty 0,14.

Presnosť sa považuje za vyhovujúcu vtedy, ak súčasne platí:

- a)  $|\Delta d| \leq 2ud k$  [m] (pre všetky testované dĺžky) a
- b)  $|\Delta d| \leq ud k$  [m] (pre najmenej 60% testovaných dĺžok),

kde koeficient k má hodnotu pre dĺžku spojnice vypočítanú zo súradníc  $k=1$ .

Tab. 5.2 Testovanie presnosti súradníc metódou kontrolných omerných

podmienka	spĺnenie kritéria
$ \Delta d  \leq u_d k$	vyhovuje
$ \Delta d  \leq 2 u_d k$	vyhovuje

Ad b)

K testovaniu presnosti určenia súradníc x, y podrobných bodov sú pre každý vybraný bod vypočítané rozdiely súradníc:

$$\Delta x = x_m - x_k \text{ a } \Delta y = y_m - y_k,$$

kde  $x_m$  a  $y_m$  sú výsledné súradnice podrobného bodu a  $x_k$  a  $y_k$  sú súradnice toho istého bodu z kontrolného merania.

Dosiahnutie stanovenej presnosti sa testuje pomocou výberovej strednej súradnicovej chyby  $s_{xy}$  vypočítanou podľa vzťahu:

$$s_{xy} = \sqrt{0,5 \cdot (s_x^2 + s_y^2)}$$

kde  $s_x$  a  $s_y$  sú stredné výberovchyby súradníc a určia sa na výberovom súbore N bodov:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2}, \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \cdot \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2},$$

kde koeficient  $k=2$ , pretože dve určenia bodov majú rovnakú presnosť.

Presnosť určenia súradníc sa považuje za vyhovujúcu, keď:

1. polohové odchýlky  $\Delta p$  vypočítané zo vzťahu:

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2}$$

vyhovuje kritériu  $|\Delta_p| \leq 1,7 \cdot u_{xy}$ .

2. je priatá štatistická hypotéza, že výber prísluší stanovenej triede presnosti, tj, výberová stredná súradnicová chyba  $S_{xy}$  vyhovuje kritériu:

$$S_{xy} \leq \omega_{2N} \cdot u_{xy},$$

kde  $u_{xy}$  má hodnotu podľa 3. triedy presnosti, nabýva teda hodnotu  $u_{xy} = 0,14$ , hodnota  $\omega_{2N}$  pri voľbe hladiny významnosti  $\alpha = 5\%$  a pri počte  $N = 25$  má hodnotu  $\omega_{2N} = 0,83$  [17]

*Tab. 5.3 Testovanie presnosti súradníc*

podmienka	dosiahnuté hodnoty	splnenie kritéria
$ \Delta_p  \leq 1,7 \cdot u_{xy}$	$1,7 \cdot u_{xy} = 0,24 \text{ m}$ $\Delta_{p_{\max}} = 0,09 \text{ m}$	vyhovuje
$S_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{xy}$	$\omega_{2N} \cdot u_{xy} = 0,12 \text{ m}$ $S_{x,y} = 0,03 \text{ m}$	vyhovuje



Tab. 5.4 Testovanie presnosti súradnic - tabuľka

Testovanie presnosti súradnic

por. č. k.ú.	číslo bodu	Y <sub>m</sub>	X <sub>m</sub>	Y <sub>k</sub>	X <sub>k</sub>	ΔY [m]	ΔX [m]	Δp [m]	1. podmienka		ΔX <sup>2</sup>
									1,7* <u>u<sub>y</sub></u>	Δp  ≤ 1,7 . u <sub>y</sub>	
632520	153	610942,53	1197101,13	610942,51	1197101,11	0,02	0,02	0,03	vyhovuje	0,0004	0,0004
632520	191	611047,93	1197158,91	611047,87	1197158,91	0,06	0,00	0,06	vyhovuje	0,0036	0,0000
632520	397	611022,04	1197111,39	611022,10	1197111,41	-0,06	-0,02	0,06	vyhovuje	0,0036	0,0004
632520	221	611023,24	1197181,23	611023,21	1197181,25	0,03	-0,02	0,04	vyhovuje	0,0009	0,0004
632520	488	611021,42	1197128,59	611021,44	1197128,58	-0,02	0,01	0,02	vyhovuje	0,0004	0,0001
632520	672	611016,93	1197185,28	611016,91	1197185,30	0,02	-0,02	0,03	vyhovuje	0,0004	0,0004
632520	735	610979,51	1197177,86	610979,53	1197177,88	-0,02	-0,02	0,03	vyhovuje	0,0004	0,0004
632520	81	610967,35	1197170,34	610967,37	1197170,34	-0,02	0,00	0,02	vyhovuje	0,0004	0,0000
632520	698	611023,68	1197156,89	611023,68	1197156,86	0,00	0,03	0,03	vyhovuje	0,0000	0,0009
632520	665	611013,85	1197185,99	611013,83	1197186,03	0,02	-0,04	0,04	vyhovuje	0,0004	0,0016
632520	278	610959,49	1197110,93	610959,52	1197110,96	-0,03	-0,03	0,04	vyhovuje	0,0009	0,0009
632520	554	611004,45	1197138,37	611004,44	1197138,35	0,01	0,02	0,02	vyhovuje	0,0001	0,0004
632520	434	611014,04	1197143,51	611014,06	1197143,48	-0,02	0,03	0,04	vyhovuje	0,0004	0,0009
632520	234	610998,90	1197153,83	610998,90	1197153,80	0,00	0,03	0,03	vyhovuje	0,0000	0,0009
632520	421	611015,87	1197118,35	611015,88	1197118,32	-0,01	0,03	0,03	vyhovuje	0,0001	0,0009
632520	373	611002,53	1197101,80	611002,51	1197101,81	0,02	-0,01	0,02	vyhovuje	0,0004	0,0001
632520	151	610944,33	1197111,93	610944,32	1197111,96	0,01	-0,03	0,03	vyhovuje	0,0001	0,0009
632520	73	610923,93	1197134,67	610923,92	1197134,68	0,01	-0,01	0,01	vyhovuje	0,0001	0,0001
632520	72	610920,03	1197132,12	610920,02	1197132,10	0,01	0,02	0,02	vyhovuje	0,0001	0,0004
632520	92	610962,70	1197158,97	610962,70	1197158,98	0,00	-0,01	0,01	vyhovuje	0,0000	0,0000
632520	43	610973,42	1197181,38	610973,42	1197181,38	0,00	0,00	0,00	vyhovuje	0,0000	0,0000
632520	76	610970,73	1197173,16	610970,76	1197173,17	-0,03	-0,01	0,03	vyhovuje	0,0009	0,0001
632520	137	610957,13	1197130,84	610957,14	1197130,93	-0,01	-0,09	0,09	vyhovuje	0,0001	0,0081
632520	142	610952,75	1197120,63	610952,74	1197120,63	0,01	0,00	0,01	vyhovuje	0,0001	0,0000
632520	834	610998,11	1197154,01	610998,10	1197154	0,01	0,01	0,01	vyhovuje	0,0001	0,0001

- Legenda:
- Y<sub>m</sub>, X<sub>m</sub> súradnice z prvého merania
  - Y<sub>k</sub>, X<sub>k</sub> súradnice z kontrolného určenia
  - ΔY, ΔX rozdiely súradnic
  - Δp polohová odchýlka
  - u<sub>y</sub> 0,14 - kritérium pre 3. triedu presnosti
  - S<sub>y</sub>, S<sub>y</sub> výberové stredné chyby súradnic x a y
  - S<sub>x,y</sub> výberová stredná súradnicová chyba
  - ω2N koeficient odvodený z kritickej hodnoty rozdelenia χ<sup>2</sup>

2. podmienka	
S <sub>y</sub> ≤ ω2N . u <sub>y</sub>	vyhovuje

Σ	0,0139
S <sub>x</sub>	0,0267
S <sub>y</sub>	0,0231
S <sub>x,y</sub>	0,0250
ω2N . u <sub>y</sub>	0,1167

### 5.2.2 Testovanie presnosti výšok

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

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

kde  $H_m$  je výška podrobného bodu a  $H_k$  je výška toho istého bodu získaná z kontrolného merania.

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

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

kde koeficient  $k = 2$ , pretože dve určenia bodov majú rovnakú presnosť.

Presnosť sa považuje za vyhovujúcu keď:

1. výškové odchýlky  $\Delta H$  vyhovujú kritériu

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

2. je priatá štatistická hypotéza, že výber prísluší stanovenej triede presnosti, tj. výberová stredná výšková chyba  $s_H$  vyhovuje kritériu pre spevnený povrch

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

kde hodnota  $u_H$  pre 3. triedu presnosti má hodnotu  $u_H = 0,12$ , hodnota  $\omega_{2N}$  pri voľbe hladiny významnosti  $\alpha = 5\%$  a pri počte  $N = 24$  má hodnotu  $\omega_{2N} = 0,58$  [17].

Tab. 5.5 Testovanie presnosti výšok

podmienka	dosiahnuté hodnoty	splnenie kritéria
$ \Delta H  \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$	$2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k} = 0,24 \text{ m}$ $ \Delta H_{\max}  = 0,07 \text{ m}$	vyhovuje
$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$	$\omega_N \cdot u_H = 0,09 \text{ m}$ $s_H = 0,02 \text{ m}$	vyhovuje

Tab. 5.6 Testovanie presnosti výšok - tabuľka

por. č. k.ú.	číslo bodu	$H_m$	$H_k$	$\Delta H$ [m]	2 . $u_{H, vk}$	1. podmienka	
						$ \Delta H  \leq 2 \cdot u_{H, vk}$	$\Delta H^2$
632520	153	181,84	181,77	0,07	0,24	vyhovuje	0,0049
632520	191	183,22	183,20	0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	397	182,46	182,45	0,01	0,24	vyhovuje	0,0001
632520	221	183,20	183,21	-0,01	0,24	vyhovuje	0,0001
632520	488	183,24	183,22	0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	672	183,12	183,09	0,03	0,24	vyhovuje	0,0009
632520	735	184,20	184,24	-0,04	0,24	vyhovuje	0,0016
632520	81	184,49	184,49	0,00	0,24	vyhovuje	0,0000
632520	698	183,07	183,07	0,00	0,24	vyhovuje	0,0000
632520	665	183,35	183,35	0,00	0,24	vyhovuje	0,0000
632520	278	182,41	182,39	0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	554	182,79	182,77	0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	434	183,11	183,13	-0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	234	183,10	183,05	0,05	0,24	vyhovuje	0,0025
632520	421	182,96	182,90	0,06	0,24	vyhovuje	0,0036
632520	373	182,45	182,47	-0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	151	182,89	182,85	0,04	0,24	vyhovuje	0,0016
632520	73	183,40	183,38	0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	72	183,37	183,37	0,00	0,24	vyhovuje	0,0000
632520	92	184,23	184,24	-0,01	0,24	vyhovuje	0,0001
632520	43	184,96	184,92	0,04	0,24	vyhovuje	0,0016
632520	76	184,55	184,59	-0,04	0,24	vyhovuje	0,0016
632520	137	183,80	183,82	-0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
632520	142	183,40	183,38	0,02	0,24	vyhovuje	0,0004
						$\Sigma$	0,0222
						$S_H$	0,0203
						$\omega N \cdot U_H$	0,0911
2. podmienka						$S_{xy} \leq \omega 2N \cdot u_{xy}$	vyhovuje

Legenda:

- $H_m$  výška z prvého merania
- $H_k$  súradnice z kontrolného určenia
- $\Delta H$  rozdiely výšok
- $\Delta H$  výšková odchýlka
- $U_H$  0,12 - kritérium pre 3. triedu presnosti
- $S_H$  výberová stredná výšková chyba
- $\omega N$  koeficient odvodený z kritickej hodnoty rozdelenia  $\chi^2$

## 5.3 Grafické spracovanie

Po získaní nameraných dát bolo potrebné tieto dáta spracovávať v geodetických programoch tak, aby vznikli grafické výstupy. Týmito grafickými výstupmi mali byť účelová mapa, rezy objektom sýpky a pohľady na tento objekt. Pre spracovávanie bola použitá hlavne norma ČSN 01 3411. Mapy veľkých měřítek, kreslení a značky.

### 5.3.1 Tvorba účelovej mapy

Pre vytvorenie účelovej mapy bol použitý program Microstation. Pomocou nadstavby MGEO boli so tohto programu načítané súradnice podrobných bodov. Pred samotným načítaním súradnic bolo potrebné nastaviť veľkosť čísel bodov vzhľadom k tomu, že mapa mala byť v mierke 1:250. Po importe bodov sa začala vytvárať čiarová kresba medzi bodmi za pomoci meračského náčrtu. Spojnice medzi bodmi na objektoch, rovných úsekoch cesty a chodníku boli spájané rovnou čiarou. V miestach, kde cesta a priesory chodníkov neboli rovné, boli body pospájané krivkou. Týmto spôsobom boli pospájané aj body terénnej kostry a následne vyhotovené šrafy a hektometrická sieť.

Po vytvorení kresby nasledovalo zakreslenie mapových značiek pomocou značkového kľúča. Týmito značkami sa zakreslovali znaky bodových polí, inžinierskych sietí, dopravného značenia, rozlíšenie kultúry a pod.

Po dohode s vedúcim bakalárskej práce bola účelová mapa kôli malému prevýšeniu lokality vyhotovená bez vrstevníc.

### 5.3.2 Tvorba rezov a pohľadov

Pre predstavu členenia interiéru boli vytvorené pozdĺžny profil a priečny rez. Najskôr bol vytvorený pozdĺžny profil vedený stredom stavby od čelnej steny po zadnú stenu. V mieste 1NP a 2NP je vedený krajnými oknami. Súčasťou pozdĺžneho profilu je aj pohľad z vnútra na severnú stenu sýpky. V tomto reze je vidieť priebeh a výšky okien, nosných drevených trávov a stĺpov, svetlé výšky u jednotlivých podlaží, polohu schodiska.

Ako nasledujúci bol vyhotovený priečny rez vedený stredom okien spolu s pohľadom na vnútro výhodnej časti sýpky. V tomto reze vynikne priebeh a výška okien, vstupných dverí, tvar a poloha drevených nosných trávov.

Pre horizontálne členenie sýpky boli vytvorené tri vodorovné rezy, každý na jednom podlaží. Boli vedené vo výške 1,3m nad podlahou. V prípade prízemia v nadmorskej výške 185,81m, 1NP v nadmorskej výške 188,33m a 2NP vo výške 190,93m. Avšak z dôvodu rozličnej výškovej úrovne niektorých okien nad podlahou musela byť v týchto miestach rezová rovina vo výške 1,7m. Vodorové rezy znázorňujú priebeh jednotlivých podlaží, rozmery priestorov okien, nosných trámov, hrúbky stien, prípadne vstupov dverí.

Rezy boli vytvorené v programe Microstation na základe výsledkov podrobného merania a omerných mier získaných ručným diaľkometerom.

Nakoniec boli pre vonkajšie členenie stavby vytvorené pohľady na tri strany sýpky. Postup merania je spomínaný v kapitole 4.3.3.3. Meranie fasády. U pohľadov vyniknú výčnelky na fasáde, poloha oporných múrov, poloha okien.

## Záver

Cieľom bakalárskej práce bolo vytvorenie účelovej mapy areálu sýpky, ktorá sa nachádza v areáli hospodárskeho dvora pri zámku v obci Drnholec. Okrem mapy je súčasťou stavebná dokumentácia, ktorá môže po kontrole spolu s účelovou mapou v mierke 1:250 slúžiť Národnému památkovému ústavu pre účely správy tejto pamiatky. Mapovaná lokalita zahŕňa areál sýpky, spolu s hospodárskym dvorom, prilahlou ulicou, a farou.

Prvá časť tejto práce sa zaoberá meračskými prácami. Na určenie polohy zvolených pomocných meračských stanovísk bola použitá metóda GNSS (Global Navigation Satellite System). Meranie bolo polohovo naviazané na systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (ďalej S-JTSK) a výškovo na systém Balt po vyrovnaní (ďalej Bpv). Ako najvýhodnejšia metóda merania podrobných bodov sa použila metóda tachymetrie, s využitím totálnej stanice. Na určenie polohy stanovísk vo vnútri sýpky bola použitá metóda voľného stanoviska a rajónu.

Ďalšia časť sa zaoberá výpočtom súradníc a výšok pomocných meračských bodov, podrobných bodov v programe Groma v.11, ich následnému spracovaniu v programe Microstation, posúdeniu presnosti merania a ich výsledkami, zameraniu fasády sýpky pre tvorbu pohľadov, zameraniu pozdĺžneho profilu a priečneho rezu a pôdorysov jednotlivých podlaží sýpky. Fasády, profily a pôdorysy sýpky sú súčasťou stavebnej dokumentácie objektu.

Predpokladom pre tvorbu výstupov bolo vytvorenie pomocnej meračskej siete v areáli sýpky a v jej vnútri. Meračská sieť v areáli sýpky slúžila pre zameranie podrobných bodov, potrebných pre tvorbu účelovej mapy. Táto sieť tiež slúžila na vytvorenie meračskej siete vo vnútri sýpky a takisto pre zameranie charakteristických bodov na fasáde sýpky, potrebných pre tvorbu pohľadov. Podrobné zameranie vo vnútri sýpky bolo prepojené so zameraním v areáli sýpky. Po podrobnom zameraní nasleduje spracovanie nameraných dát a tvorba výstupov.

Po spracovaní všetkých údajov a môžem zhodnotiť, že výstupy, ktoré sú súčasťou bakalárskej práce sú vyhotovené podľa pôvodného rozsahu a sú vyhotovené s dostatočou presnosťou a môžu byť predané na ďalšiu kontrolu národnému památkovému ústavu.

## 7 Zoznam použitých informačních zdrojov

- [1] Estranky: [online], [cit. 2015-7.3.]  
Dostupné z: <http://www.ceska-republika.estranky.cz/clanky/jihomoravsky-kraj-.html>
- [2] Statistická ročenka Jihomoravského kraje. [online], [cit. 2015-7.3.]  
Dostupné z: <http://csugeo.i-server.cz/csu/2009edicniplan.nsf/krajkapitola/641011-09-2009-18>
- [3] Geoportál ČUZK: *Geoprohlížeč*. [online], [cit. 2013-7.12.]  
Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [4] Geoportál ČUZK: *Geoprohlížeč*. [online], [cit. 2013-7.12.]  
Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [5] Mapy Google: [online], [cit. 2015-7.3.]  
Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/@48.8582283,16.4856081,3655m/data=!3m1!1e3>
- [6] Mapy Google: [online], [cit. 2013-7.12.]  
Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/@48.8715421,16.5697731,12z>
- [7] Drnholec. *Obec Drnholec*. [online], [cit. 2013-7.12.]  
Dostupné z: <http://www.drnholec.eu/obec-a-okoli/historie>
- [8] Wikipédia: *Drnholec* [online], [cit. 2013-7.12.]  
Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Drnholec>
- [9] DATAZ: Databáze bodových polí. [online]. [cit. 2014-1.11.]  
Dostupné z: <http://dataz.cuzk.cz/>
- [10] TOPCON. [online] [cit. 2014-1.11.]  
Dostupné z: [http://www.geoserver.cz/zbozi\\_files/313/totalni-stance-topcon-GPT3000LN.pdf](http://www.geoserver.cz/zbozi_files/313/totalni-stance-topcon-GPT3000LN.pdf)
- [11] TOPCON. [online] [cit. 2015-4.25.]  
Dostupné z: <http://www.prin.ru/equipment/equipment/total-stations/101/archive/165/>
- [12] Nivelační přístroje. [online] [cit. 2015-4.25.]  
Dostupné z: <http://www.nivelacni-pristroje.cz/>
- [13] Nivelační přístroje. [online] [cit. 2015-4.25.]  
Dostupné z: <http://www.state.sc.us/forest/edutools.htm>
- [14] Ruční dálkomer. [online] [cit. 2015-4.25.]  
Dostupné z: <http://www.conrad.com/ce/en/product/821226/Bosch----DLE-40-Professional----Laser-rangefinder----Reading-range-max-40-m>
- [15] KALVODA, P. *Návod pro tvorbu účelové mapy*. VUT v Brně 2013

- [16] NEVODÁD, Z. – VITÁSEK, J. *Geodézie III*. Brno: Vutium. 2000. ISBN 80-214-1774-9
- [17] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Vydavatelství norem Praha, 1990



## 8.1 Zoznam obrázkov

Obr 2.1 Lokalizácia [1], [2], [3], [4], [5],.....	11
Obr. 2.2 Drnholec 1927 – pohľad na kostol, zámok a rieku Dyju .....	12
Obr. 3.1 Meraná lokalita [6] .....	13
Obr. 3.3 Bodové pole v danej lokalite [9] .....	13
Obr. 3.4 Varianta GNSS .....	17
Obr. 3.5 Obr. 3.5 Kombinácia metód GNSS polygónového ťahu a rajónov .....	18
Obr. 4.1 Prehľad meračskej siete .....	21
Obr. 4.2 Prehľad meračskej siete vo vnútri sýpky .....	22
Obr. 4.3 Prístroj Trimble R4 .....	23
Obr. 4.4 Prístroj TOPCON GPT 3003N [11].....	24
Obr. 4.5 Prístroj TOPCON AT-G7 [13].....	24
Obr. 4.6 Bosch DLE 40 Professional [14] .....	24
Obr. 5.1 Charakteristické body na budove sýpky (foto autor - upravené).....	27

## 8.2 Zoznam tabuliek

Tab. 3.1 Výsledok rekognoskácie polohového bodového poľa .....	14
Tab. 3.2 Výsledok rekognoskácie výškového bodového poľa.....	14
Tab. 4.1 Výsledok overenia správnosti fungovania aparatúry GPS Trimble R4 .....	19
Tab. 3.1 Kontrola určenia pomocných meračských bodov .....	20
Tab. 5.1 Posúdenie presnosti nivelačných ťahov .....	23
Tab. 5.2 Testovanie presnosti súradníc metódou kontrolných omerných .....	30
Tab. 5.3 Testovanie presnosti súradníc .....	31
Tab. 5.4 Testovanie presnosti súradníc - tabuľka .....	32
Tab. 5.5 Testovanie presnosti výšok .....	33
Tab. 5.6 Testovanie presnosti výšok - tabuľka .....	34

## 9 Zoznam skratiek

<b>S-JTSK</b>	súradnicový systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
<b>Bpv</b>	výškový systém Balt po vyrovnání
<b>PPBP</b>	podrobné polohové bodové pole
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System
<b>RTK</b>	Real Time Kinematic
<b>CZEPOS</b>	sieť permanentných staníc GNSS České republiky
<b>ETRS-89</b>	Európsky terestrický referenčný systém 1989
<b>ČSNS</b>	Česká státní nivelační síť
<b>m<sub>r</sub></b>	stredná chyba meraného smeru
<b>m<sub>s</sub></b>	stredná chyba dĺžky
<b><math>\Delta h_{max}</math></b>	medzná odchýlka rozdielu medzi zameraným a daným prevýšením
<b>m<sub>x,y</sub></b>	základná stredná súradnicová chyba
<b>u<sub>x,y</sub></b>	medzná súradnicová chyba
<b>m<sub>h</sub></b>	základná stredná výšková chyba
<b>u<sub>h</sub></b>	medzná výšková chyba
<b><math>\Delta d</math></b>	rozdiel medzi dĺžkou spojnice vypočítanou zo súradníc a dĺžkou určenou z priameho kontrolného merania
<b>d<sub>m</sub></b>	dĺžka spojnice vypočítaná z výsledným pôvodných súradníc bodu
<b>d<sub>k</sub></b>	dĺžka spojnice určená z priameho kontrolného merania
<b>u<sub>d</sub></b>	medzná chyba dĺžky
<b><math>\Delta x</math></b>	rozdiel v súradnici x medzi pôvodným a kontrolným určením bodu
<b><math>\Delta y</math></b>	rozdiel v súradnici y medzi pôvodným a kontrolným určením bodu
<b>x<sub>m</sub>, y<sub>m</sub></b>	výsledné súradnice podrobného bodu
<b>x<sub>k</sub>, y<sub>k</sub></b>	súradnice podrobného bodu z kontrolného určenia
<b>s<sub>x,y</sub></b>	výberová stredná súradnicová chyba
<b>s<sub>x</sub>, s<sub>y</sub></b>	výberové stredné chyby súradníc x a y
<b>s<sub>h</sub></b>	výberová stredná výšková chyba
<b>N</b>	počet bodov vo výbere
<b><math>\Delta p</math></b>	polohová odchýlka
<b><math>\omega_{2N}, \omega_N</math></b>	koefficienty odvodené z kritickej hodnoty rozdelenia $\chi^2$
<b><math>\alpha</math></b>	hladina významnosti pri testovaní štatistickej hypotézy
<b><math>\Delta H</math></b>	výšková odchýlka
<b>H<sub>m</sub></b>	výška podrobného bodu
<b>H<sub>k</sub></b>	výška podrobného bodu určená z kontrolného merania
<b>s<sub>H</sub></b>	výberová stredná výšková chyba

## 10. Zoznam príloh

1. Zápisníky
  - 1.1 Zápisníky merania (digit. príloha)
  - 1.2 Zápisník merania technickej nivelácie (digit. príloha)
2. Protokoly a výpočty
  - 2.1 protokol o výpočte GNSS (analógová + digit. príloha)
  - 2.2 Protokol výpočtu podrobných bodov (digit. príloha)
3. Zoznamy súradnic
  - 3.1 Body bodového poľa (analógová + digit. príloha)
  - 3.2 Body pomocnej meračskej siete (analógová + digit. príloha)
  - 3.3 Podrobné body (digit. príloha)
4. Testovanie presnosti
  - 4.1 Testovanie presnosti súradnic pomocou kontrolných omerných (digit. príloha)
  - 4.2 Testovanie presnosti súradnic z dvojeho nezávislého určenia (digit. príloha)
  - 4.3 Testovanie presnosti výšok (digit. príloha)
5. Geodetické údaje
  - 5.1 Body bodového poľa (analógová + digit. príloha)
  - 5.2 Niveláčne údaje (analógová + digit. príloha)
  - 5.3 Body pomocnej meračskej siete (digit. príloha)
6. Adjustované meračské náčrty (analógová + digit. príloha)
7. Klad meračských náčrtov (digit. príloha)
8. Prehľadný náčrt bodového poľa (analógová + digit. príloha)
9. Tabuľka atribútov (digit. príloha)
10. Účelová mapa (analógová + digit. príloha)
11. Pôdorysy:
  - 11.1 Pôdorys 1NP (analógová + digit. príloha)
  - 11.2 Pôdorys 2NP (analógová + digit. príloha)
  - 11.3 Pôdorys 3NP (analógová + digit. príloha)
12. Pozdĺžny profil (analógová + digit. príloha)
13. Priechy rez (analógová + digit. príloha)
14. Pohľady:
  - 14.1 Pohľad 1 (južný pohľad) (analógová + digit. príloha)
  - 14.2 Pohľad 2 (čelný pohľad) (analógová + digit. príloha)
  - 14.3 Pohľad 3 (zadný pohľad) (analógová + digit. príloha)