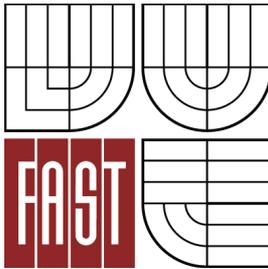


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEODESY

## ZAMĚŘENÍ RENESANČNÍHO AREÁLU ZÁMKU PRO TVORBU ÚČELOVÉ MAPY HISTORICKÉ PAMÁTKY, 2. LOKALITA

SURVEYING OF A RENAISSANCE CHATEAU AREA FOR CREATING  
THEMATICAL MAP OF A HISTORICAL MONUMENT, 2<sup>ND</sup> LOCALITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

VĚRA PAVLÍČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JAKUB FORAL

**Prohlášení:**

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

V Brně dne .....

.....  
podpis diplomanta

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala panu Ing. Foralovi, za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji svým spolužačkám Kateřině Brátové, Ivaně Byrtusové a Darje Novákové za pomoc při měření.

V Brně dne 15. 5. 2012



# 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** Pavlíčková Věra

**Název** Zaměření renesančního areálu zámku pro tvorbu účelové mapy historické památky, 2. lokalita

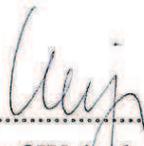
**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Jakub Foral

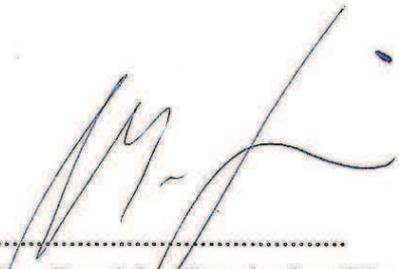
**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011



  
.....  
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.  
Vedoucí ústavu

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

### **Podklady a literatura**

1. ČSN 013410, ČSN 013411, ČSN 013420, 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. Kašička, F. : Stavebně historický průzkum. Praha: ČVUT, 2002. 122 s. ISBN 80-01-02498-9
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 zaměrování 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. : Geodezie I. Brno: Cerm, 1999. 87 s. ISBN 80-214-1152-X
10. Nevosád, Z. – Vitásek, J. : Geodezie III. Brno: Vutium, 2000. 140 s. ISBN 80-214-1774-9
11. Oficiální stránka Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního. Dostupná na [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)

### **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 nejvhodnějších variant měřické sítě.
5. Zaměření podrobných prvků ve stanoveném rozsahu a zpracování v grafickém systému MicroStation.
6. Souborné zhodnocení.

### **Předepsané přílohy**

1. Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací.
2. Výkresová dokumentace území - lokalizace území v širších vztazích, dostupné body bodových polí a způsob jejich doplnění.
3. Grafické výstupy návrhu měřické sítě v lokalitě.
4. Kontrolní kresba polohopisu a výškopisu lokality.

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

## **Bibliografické citace VŠKP**

PAVLÍČKOVÁ, Věra. *Zaměření renesančního areálu zámku pro tvorbu účelové mapy historické památky, 2. lokalita: bakalářská práce*. Brno, 2012. 34 s., 9 příloh. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Ústav geodézie. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jakub Foral.

## **Abstrakt v českém jazyce**

Cílem této práce bylo vyhotovit zadanou část účelové mapy renesančního areálu zámku v Rosicích u Brna. Podrobné měření proběhlo metodou tachymetrie a bylo navázáno na státní polohové bodové pole a státní výškové pole. Pro tvorbu pomocných měřických stanovisek byly využity metody GNSS, polygonový pořad a rajón.

Mapa je vyhotovena v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání v měřítku 1:500. Obsahuje polohopis a výškopis ve formě vrstevnic. Přesnost odpovídá 3. třídě přesnosti podle normy ČSN 01 3410.

## **Abstrakt v anglickém jazyce**

The main aim of this project was to create a thematical map of a renaissance chateau area in Rosice u Brna. Detailed measuring was made by tacheometry and it was joined to the Czech state positional point field and the Czech state vertical point field. Auxiliary observation stations were made by Global Navigation Satellite System, polygonal traverse and polar method.

The map is made in the coordinate system JTSK and the vertical system Bpv, Graphical scale is 1:500. The map contains planimetry and altimetry (contour lines). The accuracy of the map complies with the third classe of accuracy of the standard ČSN 01 3410.

## **Klíčová slova v českém jazyce**

Účelová mapa, tachymetrie, polohopis, výškopis.

## **Klíčová slova v anglickém jazyce**

Special map, tacheometry, planimetry, altimetry.

# Obsah

1. Úvod.....	9
2. Přípravné práce.....	10
2.1 Lokalizace.....	10
2.1.1 Rosický zámek.....	10
2.2 Rekognoskace.....	12
2.2.1 Hranice a rozdělení území.....	13
2.2.2 Stávající bodové pole.....	14
3. Tvorba a výpočet měřické sítě.....	15
3.1 Použité přístrojové vybavení.....	15
3.1.1 Totální stanice Topcon.....	16
3.1.2 Nivelační přístroj .....	16
3.1.3 Aparatury GNSS.....	17
3.2 Polohové určení .....	17
3.2.1 Metoda GNSS.....	17
3.2.2 Polygonové pořady.....	18
3.2.3 Rajóny.....	20
3.3 Výškové určení .....	20
3.3.1 Technická nivelace.....	21
3.3.2 Trigonometrické určení výšky.....	21
4. Podrobné body.....	23
4.1 Tachymetrie.....	24
4.2 Výpočet .....	24
4.3 Identické body a dosažená přesnost.....	24
4.3.1 Testování přesnosti souřadnic.....	24
4.3.2 Testování přesnosti výšek.....	26
5. Tvorba mapy .....	28
5.1 Polohopis.....	28
5.2 Výškopis.....	28
5.3 Spojení tří částí účelové mapy.....	29
5.4 Mapa vegetace.....	29
6. Závěr.....	31
Seznam použitých zdrojů.....	32
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	33
Seznam příloh.....	34

# 1. Úvod

Cílem této práce bylo vyhotovit přidělenou část (1/3) účelové mapy renesančního areálu zámku v Rosicích u Brna, ze které spojením s částmi studentek Kateřiny Brátové a Ivany Byrtusové vznikne mapa celého areálu. Mapované území zahrnuje budovu zámku a přilehlé prostory, zámecký park, který je ve svažitém terénu a louku pod parkem, kde se nachází kolbiště. Mapa splňuje požadavky pro potřeby správy zámku, a proto se její obsah řídí především těmito fakty. Obsahem mapy je polohopis i výškopis, navíc pro stromy zámeckého parku byl měřen poloměr koruny a průměr kmene.

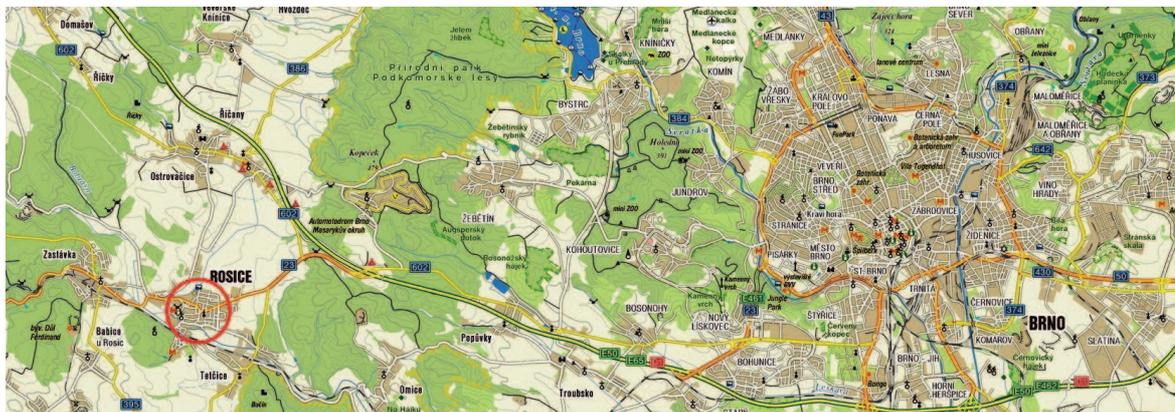
Požadované měřítko mapy je 1:500 a svou přesností by měla odpovídat třetí třídě přesnosti (střední souřadnicová chyba 0,14m a střední chyba výšky pro zpevněný terén 0,12m, pro nezpevněný terén 0,36m). Měření by mělo být navázáno polohově na System jednotné trigonometrické sítě katastrální (dále jen S-JTSK) a výškově na systém Balt po vyrovnání (dále jen Bpv).

Pro mapování byla jako nejvhodnější metoda vybrána tachymetrie s využitím totální stanice. Pro doplnění měřické sítě navíc metoda GNSS a pro výškové určení technická nivelace.

## 2. Přípravné práce

### 2.1 Lokalizace

Město Rosice se nachází asi 15km západně od Brna.



Obr. č. 1 – mapa – upraveno [6]

Rosice byly nejdříve poddanské město, později městys a roku 1907 byly povýšeny císařem Františkem Josefem I. na město a byl jim udělen znak.

#### 2.1.1 Rosický zámek

Zámek se nachází na kopci, nad soutokem řeky Bobravy s Říčanským potokem. „Byl vybudován přestavbou gotického hradu na přelomu 16. -17. století. Prvními známými majiteli hradu byli Bohuš a Hartman z Rosic, připomínání na listině z roku 1259. Ve 14. a první polovině 15. století patřily Rosice Hechtům z Rosic.“<sup>1</sup> Po nich panství drželo mnoho různých majitelů až do poloviny 16. století, kdy jej zdědil rod pánů z Lipé. „Za Pertolda z Lipé došlo pravděpodobně k zahájení přestavby hradu na zámek.“<sup>1</sup> Přestavbu hradu na renesanční zámek dokončili páni ze Žerotína, kteří po bitvě na Bílé hoře celé panství v důsledku protireformačních nařízení prodali. Od té doby se v Rosicích střídali různí majitelé až do doby, kdy po vzniku Československé republiky došlo k první pozemkové reformě a Rosické panství bylo zestátněno. [8]

Zámek je postaven převážně v renesančním stylu. „Objekt téměř čtvercového půdorysu využívá na severní a západní straně někdejší obvodovou zeď původního hradu.

1 Oficiální stránky města Rosice [online]. Citováno 2011-11-25. Dostupné z [http://www.rosice.cz/www/page.php?\\_id=104](http://www.rosice.cz/www/page.php?_id=104)

Vstup do nádvoří, obklopeného dvoupatrovou čtyřkřídlou budovou, vede po mostě přes bývalý příkop.<sup>2</sup> „Zámek má zvnějšku poklasicistní historizující novodobou fasádu, avšak na severním křídle a na nádvoří hlavní budovy byly objeveny pozůstatky renesanční sgrafitové omítky, která byla na nádvoří hlavní budovy zrestaurována. V části severního křídla, v přízemí a v prvním poschodí hlavní budovy, se dochovaly hodnotné klenby. Kamenné renesanční prvky jsou částečně zachovány v severním křídle (sloupy, portálky), ale především v hlavní budově. Zde jsou dominantním prvkem arkády z konce 16. století.“<sup>3</sup>

Zámecký park byl zřízen za panování rodu Hausperských (konec 17. a 18. století). Pod zámeckou zahradou se nachází protiatomový kryt z roku 1965. Na louce pod parkem bylo vystavěno kolbiště, kde se již od roku 1991 každoročně koná Rytířské klání o srdce dívek a paní. [1] [10]



Obr. č. 2 – Rosický zámek

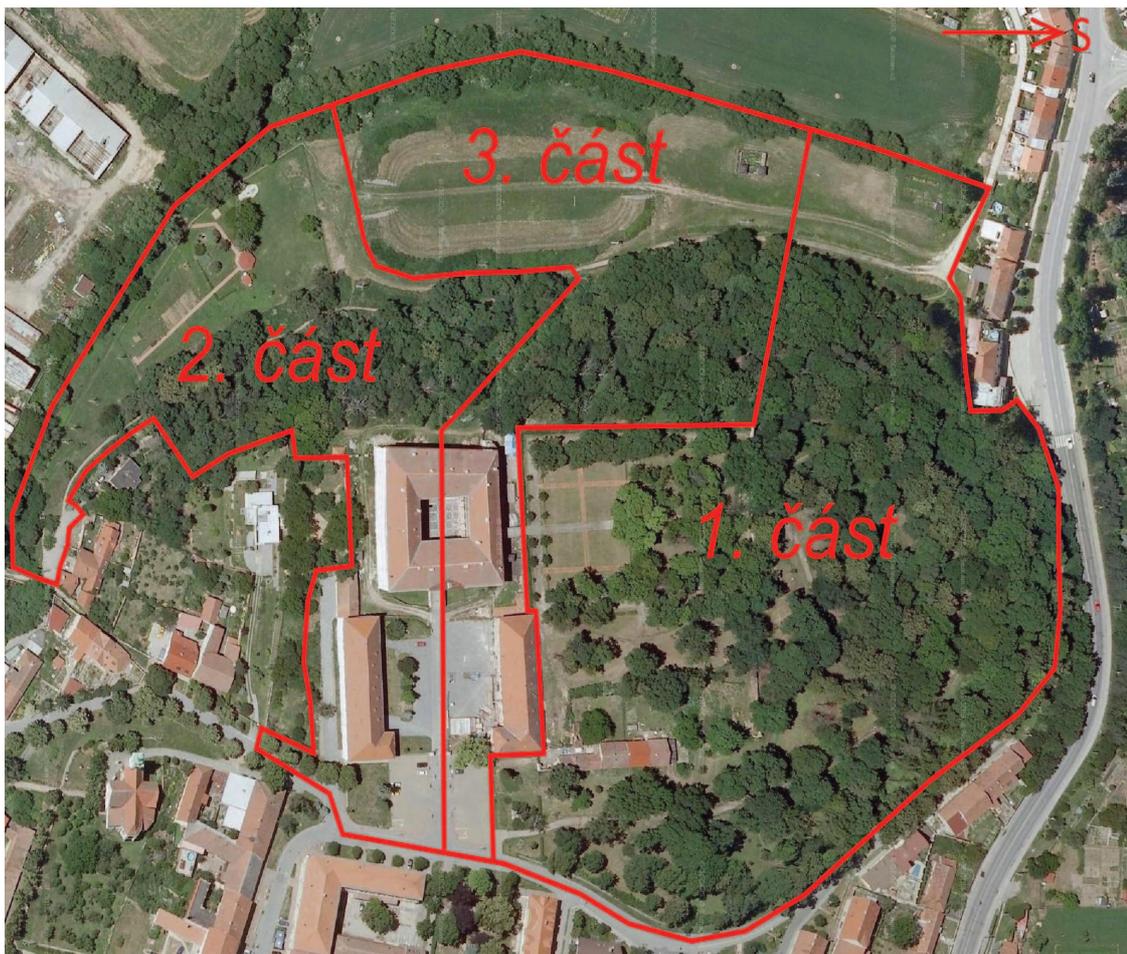
---

2 Castles.cz [online]. Citováno 2012-01-30. Dostupné z <http://www.castles.cz/zamek-rosice/>

3 Zámek Rosice (okres Brno - venkov), oficiální stránky [online]. Citováno 2012-01-30. Dostupné z <http://zamek.rosice.cz/index.php?str=6>

## 2.2 Rekognoskace

Dne 19.6.2011 proběhla s Ing. Jakubem Forelem (vedoucím práce), I. Byrtusovou a K. Brátovou rekognoskace terénu. Výsledkem bylo upřesnění mapovaného území, navrhnutí přibližného rozdělení na tři části a upřesnění obsahu budoucí účelové mapy.



Obr. č. 3 – rozdělení území – upraveno [6] (viz také v příloze 8.3)

## 2.2.1 Hranice a rozdělení území



Obr. č. 4 – lokalita, 2. část. (viz také v příloze 8.3)

Mapované území obsahuje budovu zámku (bez nádvoří) a přilehlé budovy, parkoviště před zámkem, nejbližší okolí zámku a zámeckou zahradu. Dále pak zámecký park, který pokrývá severní a západní část kopce, na kterém je zámek vystavěn. Většina parku je ve svažitém terénu, neudržovaná a zarostlá smíšeným lesem. Na severní straně je park zakončen skálou, na západní straně k němu přiléhá louka, na které se nachází kolbiště a zahrada mateřské školy. Území je ukončeno hranou svahu k Říčanskému potoku, na jižní straně koncem parku a koncem mostu přes řeku Bobravu.

Území celého areálu bylo rozděleno na tři části tak, aby rozloha všech částí byla přibližně stejná (cca 3ha) a aby v každé části bylo území se zpevněným povrchem a polohopisem (budovy zámku a přilehlé budovy, částečně zámecká zahrada) a území s nezpevněným povrchem (zámecký park).

Obsahem měření jsou pro polohopis – budovy (mimo dřevěných chýší u zámku), komunikace, povrchové znaky inženýrských sítí, jednotlivé stromy, hranice kultur, stromy v zámeckém parku, u kterých byl měřen obvod kmene, odhadován poloměr koruny a laicky určen druh stromu.

Výškopis byl měřen v třetí třídě přesnosti, pro zpracování ve formě vrstevnic, případně výškopisných šraf.

## 2.2.2 Stávající bodové pole

Aby mohla být mapa vyhotovena v S-JTSK (závazný oficiální polohový systém) a Bpv (závazný oficiální výškový systém), bylo měření polohově připojeno na zhušťovací body (ZhB) a jejich zajišťovací body a body podrobného polohového bodového pole (PPBP), výškově bylo měření navázáno na body České státní nivelační sítě III. řádu.

Podle místopisů byly v lokalitě hledány využitelné body. Body PPBP 866 a 1062 nebyly v terénu nalezeny, bod 971 neodpovídal geodetickým údajům. Ostatní body byly dohledány pomocí oměrných měř z místopisů, které jsou zdarma ke stažení na stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního.[11]

### Použité body

- ZhB: 000943072020 – kostel v Rosicích, 000943072030 – věž radnice, 000943062100 – kostel Ostrovačice
- PPBP: (předčísle 09900000) 868 – žulový hranol, 917 – roh domu, 970 – roh radnice, 1021 – věž Svaté Trojice
- Nivelační body: Ocd-8.1, Ocd-8.2

### 3. Tvorba a výpočet měřické sítě

Pomocná měřická stanoviška (PMS) byla volena tak, aby byla dobře využitelná pro podrobné měření a mohla být připojena na stávající polohové pole. Protože neexistuje závazný předpis pro tvorbu měřické sítě pro účelovou mapu, bylo využito Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod. [2]

Sít pomocných stanovisek je společná pro všechna tři území a sestává se z bodů polygonových pořadů a rajónů. Celkový počet PMS je 71 a byly číslovány průběžně. Některé body polygonových pořadů byly určeny metodou GNSS.

Stanoviška byla stabilizována několika způsoby:

- roxor
- hřeb
- hřebík
- dřevěný kolík

Pro body stabilizované roxorem byly vytvořeny geodetické údaje (viz příloha 1).

Mezi stanovisky byl změřen dostatečný počet nadbytečných měření, a proto by mohla být tato síť vyrovnána. Nakonec se tak ale nestalo, protože v některých místech jsou velmi krátké a strmé záměry, ze kterých by se vyrovnáním přenesly chyby do přesnějších měření (např. polygonové pořady, které mají strany delší než 50m).

Výpočet PMS i podrobných bodů proběhl v programu Groma verze 7. Korekce délek do zobrazení a z nadmořské výšky byly zavedeny při výpočtu a jejich hodnota byla 0,99985. Fyzikální korekce byly nastaveny v přístroji.

Výšky bodů polygonových pořadů byly určeny technickou nivelací, ostatní stanoviška trigonometricky.

Měření PMS proběhlo současně s měřením podrobných bodů, tedy ve dnech 1. - 18. 7. 2011 a 11. - 12. 11. 2011.

#### 3.1 Použité přístrojové vybavení

Kromě níže uvedených přístrojů bylo použito ocelové pásmo na vidlici (30m) a kovový metr pro určování výšky stroje.

### 3.1.1 Totální stanice Topcon

Použitý přístroj: totální stanice firmy Topcon, GPT-3003N, v.č.4D0515.

Softwarově byly zavedeny fyzikální korekce (na základě zadání tlaku, teploty a vlhkosti) a součtová konstanta.

Přístroj stál na stativu, cíl byl signalizován odrazným hranolem na tyči.

Přesnost udávaná výrobcem (základní střední chyba):

- úhlové měření ve dvou polohách: 3"
- úhlové měření v jedné poloze: 7"
- hranolové měření délek:  $\pm(3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \times D)$ ,  
D - měřená délka
- bezhranolové měření délek:  $\pm 10 \text{ mm}$  (D = 1,5-2,5 m)  
nebo  $\pm 5 \text{ mm}$  (D = 25 m a více) [9]



Obrázek č. 5 - Topcon GPT-3003N [9]

### 3.1.2 Nivelační přístroj

Použitý přístroj: optický nivelační přístroj s kompenzátorem Sokkia C41, v.č.032983.

Vybrané parametry:

Zvětšení: 30x

Clona objektivu: 30 mm

Minimální zaostřovací vzdálenost: 0,9m

Rozlišovací schopnost: 4,5"

Zorné pole (při 100 m): 1 ° 30 '(2,6 m)

Rozsah kompenzátoru:  $\pm 12''$

(Výše uvedené parametry jsou získány z výrobního štítku přístroje)

Použité pomůcky: Laminátová teleskopická lať, nivelační podložka, stativ.



Obr. č. 6 - nivelační přístroj Sokkia C41

### 3.1.3 Aparatury GNSS

Použité přístroje:

- WILD CR233 GL-9501-C0002  
s anténou SR399 CL-9501 AN002
- WILD CR233 GL-9501-C0001  
s anténou SR399 CL-9501 AN001

Aparatury jsou dvoufrekvenční a využívají družic GPS.



Obr. č. 6 - aparatura GPS

## 3.2 Polohové určení

Pomocná stanoviška byla polohově určena metodou GNSS, polygonovým pořadem nebo rajónem.

### 3.2.1 Metoda GNSS

Pro měření s pomocí GNSS byla využita rychlá statická metoda. Při této metodě se na určovaném a referenčním bodě měří více epoch. Využívá se fázového měření a při výpočtu se pro každou družici určuje ambiguita – celočíselný počet vlnových délek.

Na každém bodě bylo měřeno 20 až 30 minut a zároveň probíhalo měření na referenčním bodě. Jako referenční bod byl zvolen zajišťovací bod 202.1, jehož souřadnice byly určeny metodou GNSS v systému ETRS-89 (nutná podmínka pro využití). Na tomto bodě nejprve probíhalo měření, ale bohužel byla nad tímto bodem nově postavena garáž, která zakrývala většinu obzoru. Díky tomu byl počet družic, ze kterých byl přijímaný signál, nedostatečný, a proto nebylo toto měření pro výpočet použito. Pro výpočet byl jako referenční bod použit bod z permanentní sítě stanic CZEPOS v Brně. V přístroji byla nastavena elevační maska  $10^\circ$  a frekvence záznamu 5s.

Byly měřeny body 4008, 4029, 4033, 4039, každý dvakrát (v časovém odstupu 2 – 5 hodin). Výpočet proběhl v programu Ski-pro. Pro druhé určení bodu 4029 nebyly

spočteny ambiguity. Správnost určení bodu 4029 byla ověřena terestrickým měřením.

Tabulka 1: Porovnání dvojího určení souřadnic metodou GNSS

Porovnání dvojího určení souřadnic metodou GNSS									
č.b.	1. měření (m)			2. měření (m)			Rozdíly (m)		
	Y	X	H	Y	X	H	Y	X	H
4008	614283.34	1160402.2	339.36	614283.35	1160402	339.35	-0.009	0.028	0.010
4033	614467.83	1160540	305.19	614467.84	1160540	305.18	-0.017	-0.010	0.010
4039	614502.43	1160491.3	305.14	614502.42	1160491	305.17	0.006	0.002	-0.030
4029	614510.48	1160209	307.09						

Z programu Ski-pro byly získány souřadnice v systému ETRS-89, které byly pomocí globálního transformačního klíče transformovány v programu Geo-link do S-JTSK.

### 3.2.2 Polygonové pořady

Byly změřeny čtyři polygonové pořady. Všechny strany byly delší než 50m, délka strany nebyla větší než trojnásobek délky strany sousední. Mezní odchylky byly počítány ze vzorců  $(0,012d^{1/2}+0,10)m$  pro polohovou odchylku, kde  $d$  je délka polygonového pořadu,  $(0,02(n+2)^{1/2})gon$  pro úhlovou odchylku, kde  $n$  je počet vrcholů polygonového pořadu včetně připojovacích bodů.[2]

1. Větknutý, jednostranně orientovaný pořad z bodu 203.2 do bodu 917

- určeny body 4001-4006
- polohová odchylka 3,2 cm, mezní 40,6 cm

2. Uzavřený pořad z bodu 4008 přes bod 868

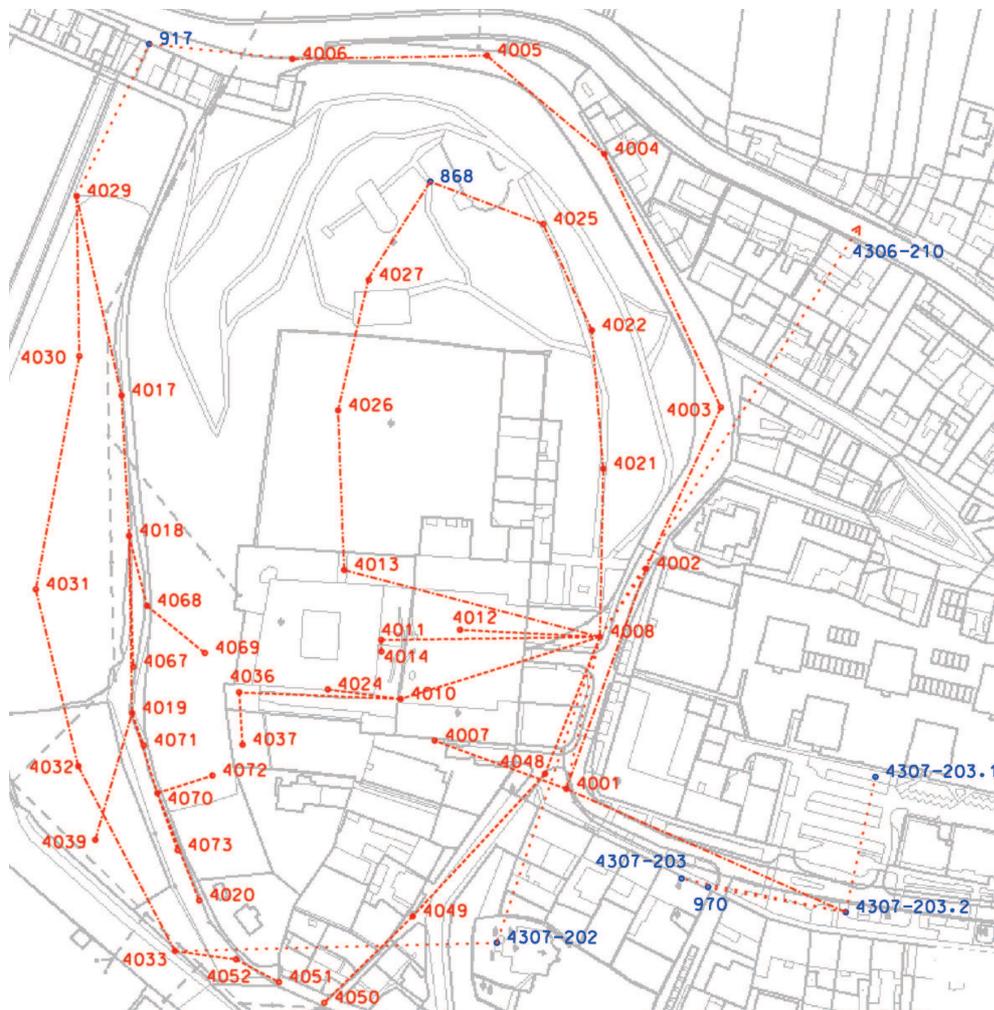
- určeny body 4021,4022,4025-4027,4013
- polohová odchylka 2,2 cm, mezní 37,7 cm
- úhlová odchylka  $-0,0018^g$ , mezní  $0,060^g$

3. Oboustranně orientovaný pořad z bodu 4029 do bodu 4033

- určeny body 4030-4032
- polohová odchylka 11,7 cm, mezní 32,3 cm
- úhlová odchylka  $0,006^g$ , mezní  $0,053^g$

4. Vetknutý, jednostranně orientovaný pořad z bodu 4029 do bodu 4039

- určeny body 4017-4019
- polohová odchylka 9,6 cm, mezní 30,3 cm



LEGENDA

- bod polohového bodového pole
- pomocný měřický bod
- strana pomocného polygonového pořadu
- - - orientace pomocného polygonového pořadu
- rajón

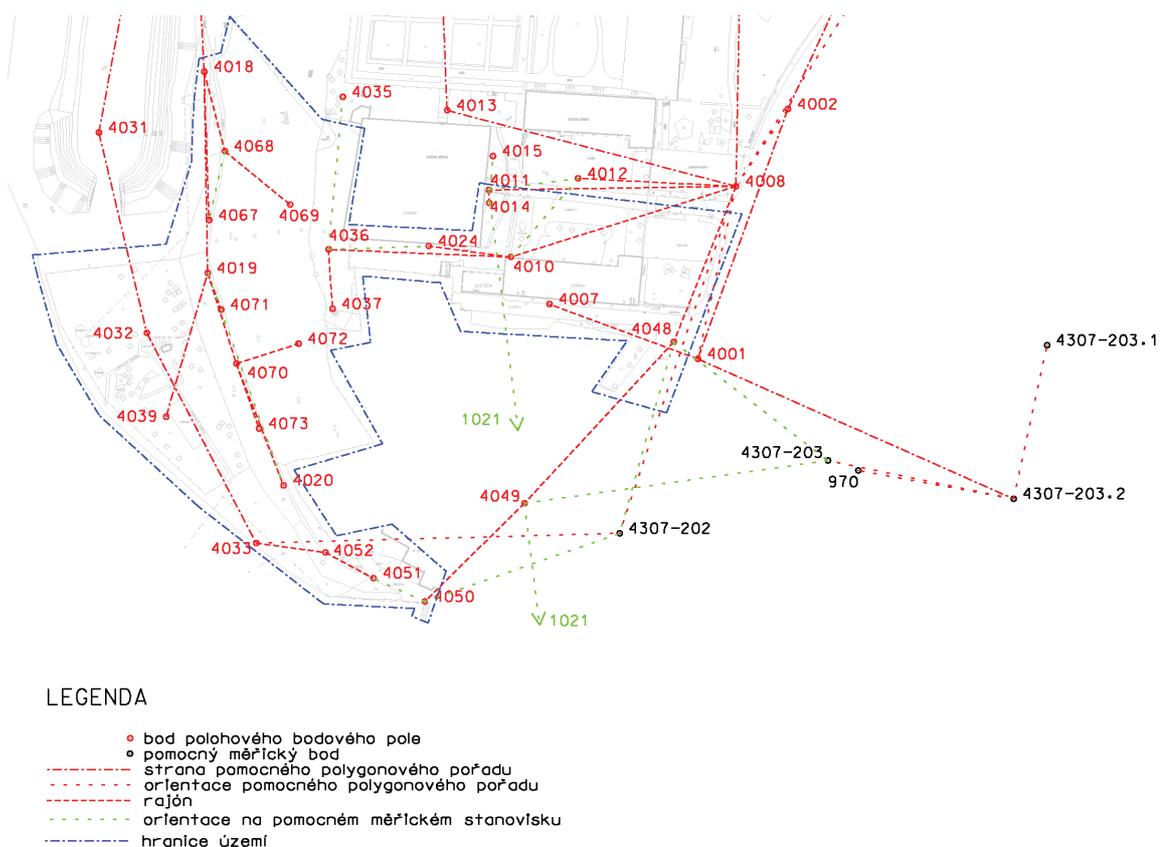


Obr. č. 7 - přehledný náčrt měřické sítě

### 3.2.3 Rajóny

Rajóny byly voleny tak, aby na sebe navazovaly nejvýše tři a aby součet jejich délek nebyl větší než 250 m. Každý rajón je nejvíce o 1/3 delší než jeho orientace. [2]

Celkem bylo rajóny určeno 49 stanovisek, v 2. části lokality to bylo 20 stanovisek. Podle Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod rozdíly v obousměrně měřených délkách v síti PMS nepřesáhly 5 cm a 0,08<sup>g</sup> v opravách orientace osnovy směrů.



Obr. č. 8 - přehled části sítě s orientacemi na PMS

### 3.3 Výškové určení

Body polygonových pořadů byly výškově určeny technickou nivelací, ostatní stanoviska trigonometricky.

### 3.3.1 Technická nivelace

Před měřením byla vykonána zkouška nivelačního přístroje. Přístroj byl od měřených bodů vzdálen 16m a byla naměřena odchylka -3 mm/32 m. Chyba přístroje je tedy -1 mm/11 m, vzdálenosti přístroje a přestavového bodu stačí krokovat.

Byly měřeny 4 nivelační úseky: 3 uzavřené a 1 vetknutý, kterým se zároveň ověřily nivelační body. Mezní chyba byla počítána ze vzorce  $20 \sqrt{R}$ , kde R je délka pořadu v km.

Tabulka č. 2: Úseky technické nivelace

Body úseků	$\Delta h$ (m)	$\Delta H$ (m)	Uh (m)	Mezní (m)	R (km)
Ocd-9.1,2,3,4,5,6,Ocd-8.1	-26.612	-26.618	-0.006	0.013	0.40
Ocd-8.1,29,30,31,32,39,33,19,18,17,Ocd-8.1	0.001	0.000	-0.001	0.014	0.47
Ocd-9.1,8,21,22,25,868,27,26,13,Ocd-9.1	0.008	0.000	-0.008	0.013	0.41
Ocd-9.1,1,Ocd-9.1	-0.001	0.000	0.001	0.005	0.06

Čísla PMS jsou zkráceny (4001=1 apod.).

$\Delta h$  ... měřené převýšení

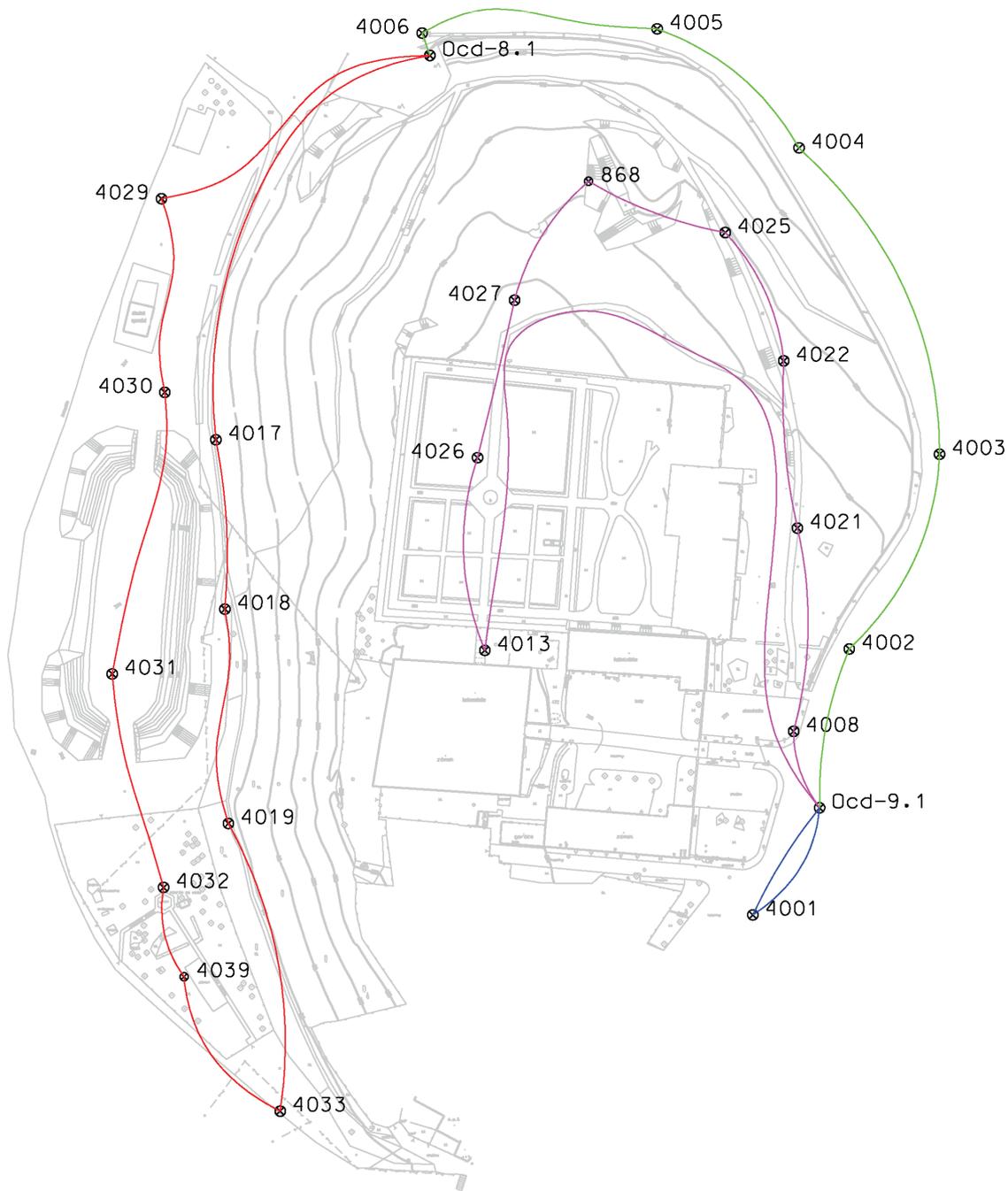
$\Delta H$  ... převýšení vypočtené jako rozdíl výšek koncového a počátečního bodu

$$U_h = \Delta H - \Delta h$$

### 3.3.2 Trigonometrické určení výšky

Trigonometrické určení výšky je vhodné pro měření velkých převýšení na krátkou vzdálenost, kde by se na dlouhém nivelačním pořadu nashromáždilo více chyb. Navíc je potřeba pouze totální stanice a metr. Proto byla tato metoda zvolena pro měření výšek PMS.

Pro trigonometrické určení výšky byl měřen zenitový úhel (přístroj má pro urovnání kompenzátor), šikmá vzdálenost a výška stroje a cíle (měřeny kovovým dvoumetrem).



1:2000

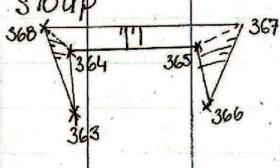
Obr. č. 9 – přehled technické nivelace

## 4. Podrobné body

Zaměření podrobných bodů proběhlo ve dnech 1. - 18. 7. 2011 a 11. - 12. 11. 2011. Lokalita byla rozdělena na dva náčrty a podrobné body byly číslovány pro každý náčrt zvlášť (klad náčrtů viz v příloze 8.1). Část území (park na příkrém svahu porostlý neudržovaným lesem) byla doměřena v listopadovém termínu z důvodu vegetačního klidu rostlinstva – lepší viditelnost.

Podrobné body byly měřeny tachymetrií (polární metodou) nebo metodou staničení (body, pro které by byla polární metoda nevýhodná). Vedle klasického náčrtu byl pro lesnatou část veden tabulkový zápisník, který usnadnil zapisování hodnot obvodu kmene, poloměru koruny a laického určení druhu stromu.

Celkem bylo zaměřeno 1142 bodů, kontrolně bylo zaměřeno 126 bodů. Souřadnice sloupu nadzemního elektrického vedení v průseku byly převzaty z měření 3. části lokality.

Č.B.	OBVOD KMENE	POLOMĚR KORUNY	DRUH	Č.B.	OBVOD KMENE	POLOMĚR KORUNY	DRUH
354	1,07	3	JAVOR	386	terén		
355	0,47	2	JAVOR	387	terén		
356	1,46	4	AKÁT	388	0,23	1	AKÁT
357	terén			389	0,26	2	JASAN
358	0,63	3	AKÁT	390	0,73	4	JAVOR
359	0,59	2	AKÁT	391	0,96	3	JILM
360	0,23	1	JASAN	392	0,32	1	JAVOR
361	1,30	3	JAVOR	393	0,69	2	LÍPA
362	sloup			394	1,72	5	-  -
363				395	0,45	1	SVÍDA
364				396	1,53	5	JAVOR
365				397	0,26	1	-  -
366				398	0,37	2	-  -

Obr. č.10 - tabulkový zápisník – ukázka (viz příloha č.6)

## 4.1 Tachymetrie

„Tachymetrie je jednou ze základních metod mapování, používaná pro velká měřítka. Relativní poloha a výška podrobných (mapových) bodů se zaměřuje polární metodou.“<sup>2</sup>

Podrobné body jsou určeny:

- šikmou délkou
- horizontálním směrem
- zenitovým úhlem [7]

## 4.2 Výpočet

Výpočty zápisníků polárního měření a souřadnic podrobných bodů byly provedeny geodetickým softwarem Groma verze 7. Fyzikální korekce byly matematicky zavedeny v přístroji, délkové zkreslení (korekce z nadmořské výšky a kartografické korekce) bylo zavedeno při výpočtu – měřítko: 0,99985. Souřadnice identických bodů jsou průměrem z dvojího určení bodu.

## 4.3 Identické body a dosažená přesnost

Dosažená přesnost byla ověřena pomocí identických bodů (body určené dvakrát, pokaždé z jiného stanoviska). Identické body byly voleny tak, aby byly rozmístěny rovnoměrně po celém území a jejich počet odpovídal 10% z celkového počtu podrobných bodů.

### 4.3.1 Testování přesnosti souřadnic

Pro každý identický bod se vypočtou rozdíly ve dvojím určení souřadnic  $\Delta y = y_2 - y_1$  a  $\Delta x = x_2 - x_1$ . Z nich se vypočte polohová odchylka bodu  $\Delta p = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}$  a střední výběrové chyby souřadnic  $s_x$  a  $s_y$ .

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N (\Delta x_i)^2} \quad , \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N (\Delta y_i)^2} \quad , \quad \text{kde } N \text{ je počet identických bodů,}$$

---

<sup>2</sup> Nevosád, Zdeněk, Vitásek, Josef: Geodézie III. Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIAM. 140s. 2000.

$k$  je koeficient, pokud mají obě určení stejnou přesnost, jeho hodnota je  $k=2$ .

Ze středních výběrových chyb souřadnic se pomocí vztahu  $s_{x,y} = \sqrt{\frac{1}{2}(s_x^2 + s_y^2)}$

vypočte výběrová střední souřadnicová chyba  $s_{x,y}$ .

Měření splňuje požadovanou přesnost (v tomto případě přesnost 3. třídy přesnosti stanovené střední souřadnicovou chybou  $u_{x,y}=0,14$  m) s rizikem  $\alpha=5\%$  pokud:

1. Pro každý identický bod platí  $\Delta p \leq 1,7 \cdot u_{x,y}$
2. Výběrová střední souřadnicová chyba odpovídá  $s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}$ , kde koeficient  $\omega_{2N}$  závisí na počtu identických bodů:

Tabulka č. 3: Koeficient  $\omega_{2N}$

N	$\omega_{2N}$
$\leq 10$	1,25
11 – 20	1,20
21 – 50	1,15
51 – 300	1,10
$\geq 300$	1,05

[3]

#### Výsledky testování:

Bylo změřeno 126 identických bodů (11% z celkového počtu podrobných bodů).

Požadovaná střední souřadnicová chyba  $u_{x,y}=0,14$  m.

Tabulka č. 4: Výsledky testování přesnosti souřadnic

	Dosažená hodnota	Mezní hodnota
$S_{x,y}$	0,02 m	0,15 m
Maximální $\Delta p$	0,15 m	0,24 m

Podmínky 3. třídy přesnosti byly splněny.

### 4.3.2 Testování přesnosti výšek

Pro každý identický bod se vypočte rozdíl ve dvojitěm určení výšky  $\Delta H = H_2 - H_1$ .

Z nich se vypočte výběrová střední chyba výšky podle vzorce  $s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N (\Delta H_i)^2}$ ,

kde N je počet identických bodů, k je koeficient, pokud mají obě určení stejnou přesnost, jeho hodnota je k=2.

Měření splňuje požadovanou přesnost (v tomto případě přesnost 3. třídy přesnosti stanovené střední chybou výšky  $u_H = 0,12$  m pro zpevněný terén a  $u_H = 0,36$  m pro nezpevněný terén) s rizikem  $\alpha = 5\%$  pokud:

1. Pro každý identický bod platí  $\Delta H \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$
2. Výběrová střední souřadnicová chyba odpovídá  $s_H \leq \omega_N \cdot u_H$ , kde koeficient  $\omega_N$  závisí na počtu identických bodů:

Tabulka č. 5: Koeficient  $\omega_N$

N	$\omega_N$
$\leq 10$	1,35
11 – 20	1,30
21 – 30	1,25
31 – 40	1,20
41 – 80	1,15
81 – 250	1,10
$\geq 250$	1,05

[3]

### Výsledky testování:

Bylo změřeno 126 identických bodů (11% z celkového počtu podrobných bodů).

Tabulka č. 6: Výsledky testování přesnosti výšek

	ZPEVNĚNÝ TERÉN		NEZPEVNĚNÝ TERÉN	
Požadovaná střední chyba	$u_H=0,12$ m		$u_H=0,36$ m	
Počet id. bodů	N=72		N=54	
	Dosažená hodnota	Mezní hodnota	Dosažená hodnota	Mezní hodnota
$s_H$	0,01 m	0,14 m	0,02 m	0,41 m
Maximální $\Delta H$	0,06 m	0,34 m	0,013 m	1,02 m

Podmínky 3. třídy přesnosti byly splněny.

## 5. Tvorba mapy

### 5.1 Polohopis

Pro tvorbu polohopisné kresby byl použit program Microstation 95 s nástavbou Mgeo. Mapové znaky byly vkládány jako buňky z knihovny geo1000.cel, znaky pro odpadkový koš a šachtu bez rozlišení byly nově vytvořeny. Obsah polohopisu byl rozdělen do vrstev, z nichž některé jsou pro tisk vypnuty. Každý prvek mapy má 4 atributy – vrstvu, barvu, styl a tloušťku čáry. Rozdělení obsahu mapy do vrstev a přiřazení atributů je v příloze č. 7. U textů je navíc uveden použitý font a výška písma v mm. Tabulka rozdělení do vrstev byla převzata od Ing. Petra Kalvody Ph.D. a upravena.

Kresba byla vytvořena v souladu s ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – kreslení a značky. [4]

### 5.2 Výškopis

Vrstevnice byly vygenerovány v programu Atlas. Zde byl z měřených bodů vytvořen digitální model terénu, kde byly pomocí referenčně připojené kresby označeny hrany terénu. Dále pak byla označena místa, kde vrstevnice nebudou vykresleny (např. budovy).

Pro správné vykreslení vrstevnic byl redukován počet bodů použitých pro digitální model terénu tak, aby body vystihovaly průběh terénu. Na svahu, kde jsou zaměřeny všechny stromy, byly ponechány body terénních čar a hran, na pravidelném svahu byly použity body na spádnících vzdálených asi 10 až 15 metrů.

Vrstevnice základní jsou vykresleny po 1m, vrstevnice zdůrazněné v intervalu 5m.

Z programu Atlas byly vrstevnice vyexportovány ve formátu \*.dxf , následně připojeny referenčně do prostředí Microstationu, kam byly zkopírovány a upraveny jejich atributy.

Vrstevnice na rovinatém terénu (louka a nádvoří) byly upraveny ještě po exportu do programu Microstation.

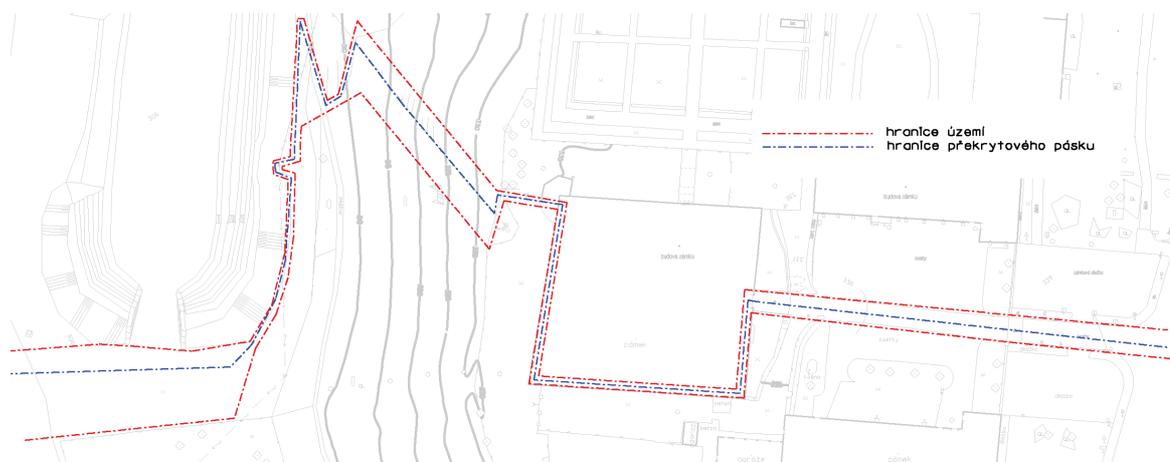
### 5.3 Spojení tří částí účelové mapy

Pro vznik účelové mapy celého zámeckého areálu bylo potřeba spojit všechny tři části mapy dohromady. Protože byly měřeny překryty, bylo ke spojení kresby využito překrytových pásků. Napojení proběhlo v prostředí Microstationu, s využitím připojení referenčního výkresu.

Část druhá a třetí měly překryt v místě komunikace vedoucí k zámku, v průseku nadzemního elektrického vedení a části louky mezi kolbištěm a plotem zahrady.

Polohopis byl napojen tak, že každý kraj komunikace byl převzat z polohopisu jiné části. Kresba, která spojovala kraje komunikace byla pozměněna. Kresba nadzemního elektrického vedení byla převzata z výkresu 3. části, stejně tak dolní hrana kolbiště. Plot zahrady byl převzat z kresby 2. části.

Napojení vrstevnic proběhlo pozměněním průběhu vrstevnic v místě překrytového pásku.



Obr. č. 11 - překrytový pásek

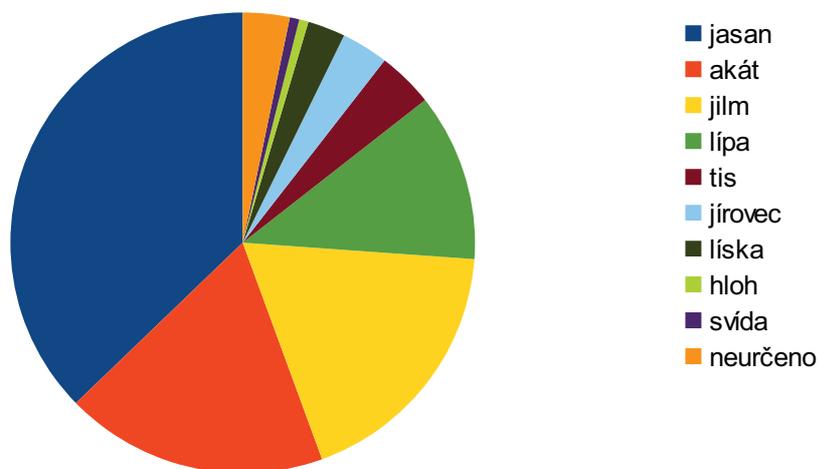
### 5.4 Mapa vegetace

Pro vyznačení údajů o stromech měřených v zámeckém parku byla zvolena účelová mapa v měřítku 1:250. Do této mapy byly pomocí nástavby Groma v prostředí Microstationu naimportovány body s popisem. Mapa vegetace je vytvořena pouze na lesnatém území.

Popis je ve tvaru: zkratka druhu stromu / průměr kmene [m] / průměr koruny [m]. Průměr kmene byl přepočten z pásmem měřeného obvodu kmene, poloměr koruny byl odhadnut v terénu. Celkem bylo takto změřeno 292 stromů.

Největšími stromy podle průměru kmene (84 cm) byly jasan a javor, největší průměr koruny byl zjištěn u akátu (18 m). Průměrná hodnota průměru kmene je asi 25 m, průměr koruny se pohybuje okolo 6,5 m.

Graf zastoupení druhů stromů



Obr. č. 12 - graf zastoupení druhů stromů

## 6. Závěr

Mapování proběhlo metodou tachymetrie s využitím totální stanice. Pro určení měřických stanovisek bylo použito metody GNSS, polygonových pořadů a rajónů, pro určení výšky byla využita technická nivelace a trigonometrické určení výšek.

Z naměřených dat byly vytvořeny dva mapové výstupy: Situační a výšková mapa (měřítko 1:500), která obsahuje polohopis, výškopis a popis a mapa vegetace, která zobrazuje lesnatou část území, obsahuje polohopis, popis a údaje o vegetaci (měřítko 1:250).

Situační a výšková mapa i mapa vegetace je vyhotovena v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv). Kontrola přesnosti byla provedena pomocí identických bodů (10 %). Zjištěná výběrová střední souřadnicová chyba je 0,02 m, výběrová střední chyba výšky je 0,02 m. Měření bylo napojeno na body podrobného polohového bodového pole a zhušťovací body, výškově na nivelační body druhého řádu České státní nivelační sítě. Lze tedy předpokládat, že přesnost podrobných bodů odpovídá 3. třídě přesnosti podle normy ČSN 01 3410. Mapové značky jsou použity v souladu s ČSN 01 3411.

Vzhledem k charakteru vytvořených map se předpokládá, že po kontrole budou moci být využity pro potřeby správy zámku.

## Seznam použitých zdrojů

- [1] Castles.cz [online]. Citováno 2012-01-30. Dostupné z <http://www.castles.cz/zamek-rosice/>
- [2] Český úřad zeměměřický a katastrální. Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatku č. 1 a 2. Vydal: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2009. 55s. Ke stažení na [http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=10376&AKCE=DOC:10-NAVODY\\_CUZZK](http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=10376&AKCE=DOC:10-NAVODY_CUZZK), 2011-12-01. Strana 11 odst. 2.5.1.1, strana 32 odst. 4.3.5.1.2 a) b)
- [3] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy
- [4] ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky
- [5] Geoportál ČÚZK, [online]. Citováno 2012-03-07. Dostupné z <http://geoportal.cuzk.cz/>
- [6] Mapy.cz [online]. Dostupné z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)
- [7] Nevošád, Zdeněk, Vitásek, Josef: Geodézie III. Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM. 140s. 2000.
- [8] Oficiální stránky města Rosice [online]. Citováno 2011-11-25. Dostupné z [http://www.rosice.cz/www/page.php?\\_=104](http://www.rosice.cz/www/page.php?_=104)
- [9] Topcon [online]. Citováno 2011-12-25. Dostupné z <http://www.topcon.com.sg/survey/gpt30.html>
- [10] Zámek Rosice (okres Brno - venkov), oficiální stránky [online]. Citováno 2012-01-30. Dostupné z <http://zamek.rosice.cz/index.php?str=6>
- [11] Zeměměřický úřad [online]. Geodetické údaje staženy 2011-06-23. Dostupné z <http://bodovapole.cuzk.cz/>

## **Seznam použitých zkratek a symbolů**

Bpv – Balt po vyrovnání (výškový systém)

CZEPOS – Česká síť permanentních stanic pro určování polohy

ČSN – Česká státní norma

ČÚZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

GNSS – Globální navigační satelitní systém

PMS – Pomocné měřické stanoviště

PPBP – Podrobné polohové bodové pole

system JTSK = S-JTSK – Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

ZhB – Zhušřovací bod

## Seznam příloh

1. Geodetické údaje
  - 1.1 ZhB
  - 1.2 PPBP
  - 1.3 Nivelační body
  - 1.4 Pomocné body (T 1xA4)
2. Zápisníky měření
  - 2.1 Polygonové pořady
  - 2.2 Podrobné body
  - 2.3 Nivelace (T ukázka 1xA4)
  - 2.4 GNSS
3. Protokoly
  - 3.1 GNSS
  - 3.2 Polygonové pořady
  - 3.3 Rajóny
  - 3.4 Podrobné body
4. Seznamy souřadnic
  - 4.1 Dané body
  - 4.2 Měřická síť
  - 4.3 Podrobné body
5. Ověření přesnosti
  - 5.1 Ověření přesnosti souřadnic (T 2xA4)
  - 5.2 Ověření přesnosti výšek (T 2xA4)
6. Měřické náčrty (T ukázka 1xA4)
7. Tabulka atributů pro výkres (T 1xA4)
8. Přehledné náčrty
  - 8.1 Přehled kladu náčrtů (T 1xA3)
  - 8.2 Přehledný náčrt měřické sítě (T 1xA3)
  - 8.3 Mapa zámeckého areálu – spojení 3 částí (T 1xA2)
9. Mapy
  - 9.1 Situační a výšková mapa 1:500 (T 1xA1)
  - 9.2 Mapa vegetace 1:250 (T 4xA4)

Všechny přílohy jsou elektronické, tisknuté přílohy označeny (T formát).