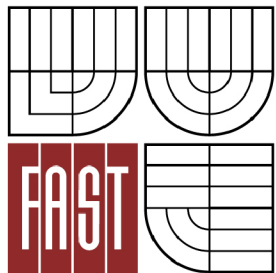


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ RENESANČNÍHO AREÁLU ZÁMKU PRO TVORBU ÚČELOVÉ MAPY HISTORICKÉ PAMÁTKY, 3. LOKALITA

SURVEYING OF A RENAISSANCE CHATEAU AREA FOR CREATING A THEMATIC MAP OF
A HISTORICAL MONUMENT, 3RD LOCALITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

IVANA BYRTUSOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAKUB FORAL

BRNO 2012

Bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690:

BYRTUSOVÁ, Ivana. Zaměření renesančního areálu zámku pro tvorbu účelové mapy historické památky, 3. lokalita: bakalářská práce. Brno 2012. 33 s., 24 s. příl. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav geodézie. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jakub Foral.

Abstrakt v českém jazyce:

Cílem této bakalářské práce je vytvoření účelové mapy areálu renesančního zámku v Rosicích u Brna v měřítku 1:500. Úvodní část práce je věnována předmětu měření a přípravným pracím jako je rekognoskace lokality nebo použité přístroje. Následující část pojednává o samotném zaměření lokality - obsahuje popisy doplnění stávajícího bodového pole a podrobného zaměření. Závěrečná část se zabývá zpracováním dat. Hlavním výsledkem práce je situační mapa s výškopisem a mapa vegetace. Také byla vytvořena sjednocená mapa areálu (s dalšími dvěmi bakalářskými pracemi).

Abstract in english language:

The objective of this Bachelor's thesis is a creation of a thematical map of a Renaissance chateau area in Rosice near Brno at scale 1:500. Opening part of the thesis is given to a subject of a surveying and to a preparatory works such as a reconnaissance of locality or used apparatuses. Next part deals with own surveying of locality – includes description of an addition of geodetic control and a detail surveying. Final part is about the data processing. Main result of the work is a thematical map with heights and a map of vegetation. Also was created unified map of area (with other two bachelor's thesis).

Klíčová slova v českém jazyce:

zámek, zaměření, účelová mapa

Keywords in english language:

chateau, surveying, thematical map

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat vedoucímu bakalářské práce, Ing. Jakubu Foralovi, za ochotu a rady poskytnuté při vypracovávání práce. Dále pak spolužačkám Věře Pavlíčkové, Kateřině Brátové a Darji Novákové za pomoc při měření. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým rodičům za podporu při studiu na VŠ.

V Brně dne

Obsah

1 Úvod	8
2 Předmět měření	9
2.1 Lokalita	9
2.2 Historie	9
3 Příprava	11
3.1 Rekognoskace terénu	11
3.2 Rekognoskace bodového pole	11
3.2.1 Polohové připojení	11
3.2.2 Výškové připojení	12
3.3 Použité přístroje	13
3.3.1 Totální stanice	13
3.3.2 Nivelační přístroj	14
3.3.3 GPS přístroj	14
4 Doplnění bodového pole	15
4.1 Polohové zaměření	15
4.1.1 Polygonové pořady	15
4.1.2 Rajóny	17
4.1.3 GNSS	18
4.2 Výškové zaměření	18
4.2.1 Nivelace	18
4.2.2 Trigonometrické určení výšky	19
5 Podrobné zaměření	20
5.1 Vedení náčrtu	20
6 Kancelářské práce	21
6.1 Výpočet	21
6.1.1 Stanoviska	21
6.1.2 Podrobné body	22
6.2 Tvorba mapy	22
6.2.1 Sjednocení se sousedními lokalitami	22
6.3 Stromy	25
6.4 Kontrola přesnosti	26

6.4.1	Polohopis	26
6.4.2	Výškopis	28
7	Závěr	30
A	Seznam příloh	33

1 Úvod

„Zatím nevím o zámku nic víc, než že si tam dovedou vybrat toho pravého zeměměřiče.“ (Franz Kafka – Zámek)

Náplní této bakalářské práce je zaměření části zámeckého areálu pro tvorbu účelové mapy. Zájmová lokalita se nachází v Rosicích u Brna, městě asi 15 km vzdáleném od Brna.

Cílem měření bylo především vhodně charakterizovat průběh terénní plochy pro tvorbu účelové mapy s vrstevnicemi. Mapování bylo prováděno pro měřítko 1 : 500 v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Iniciátorem vytvoření zadání bakalářské práce byl správce zámku pan Dytrych, který může výsledky (mapu celého areálu) využít pro potřeby správy zámku.

Měření probíhala ve třetí třídě přesnosti. Pro účelové mapování obecně nejsou předepsané žádné předpisy týkající se metodiky tvorby sítí a zaměřování. Proto mapování probíhalo v souladu s dokumentem Návod pro obnovu katastrálního operátu [3]. Požadavky na přesnost vycházely z normy ČSN 01 3410 [6].

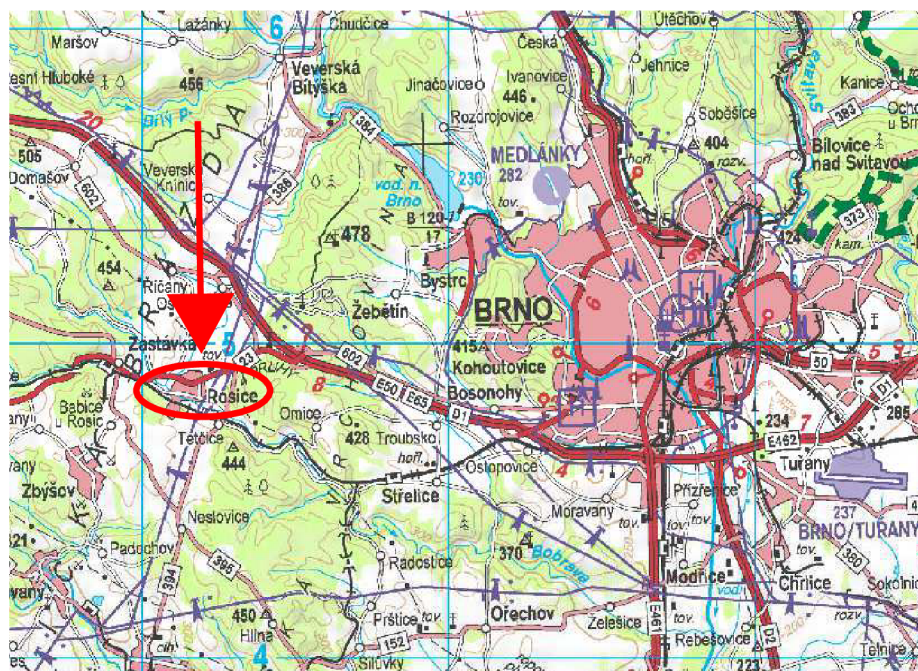
Kromě samotného mapování terénu byly na žádost také určovány veškeré stromy v areálu. U stromů se nezjišťovala jen jejich poloha, ale taky druh, obvod kmene a poloměr koruny. Klasifikace stromů vycházela z osobních znalostí v tomto oboru.

Stěžejními oddíly práce jsou kapitoly **Doplnění bodového pole**, **Podrobné zaměření** a **Kancelářské práce**. Veškerá činnost je zhodnocena v kapitole **Závěr**.

2 Předmět měření

2.1 Lokalita

Město Rosice (vidíme na obrázku 1) se nachází v jihomoravském kraji, v okrese Brno – venkov. Leží v Boskovické brázdě a je asi 15 km vzdálené západně od Brna. Dominantou tohoto města je zámek Rosice, situován na kopci nad soutokem Bobravy s Říčanským potokem.



Obrázek 1: Poloha Rosic (převzato z [7])

2.2 Historie

Následující informace jsou volně převzaty z [2] a naučné stezky „Rosickou historií“¹.

Město má bohatou architektonickou historii. Na náměstí se nachází empírová radnice z roku 1815 a u ní kamenný pranýř z 1. poloviny 17. století. Dále pak v Rosicích najdeme Románsko-gotický kostel sv. Martina z 12. století a Barokní faru z roku 1736. Nad jižním okrajem města se nachází barokní kaple Nejsvětější Trojice z konce 17. století a pod ní nádherná křížová cesta z poloviny 18. století.

První zmínky o hradu v Rosicích se datují k roku 1259. Z dobových listin se zjistilo, že prvními známými majiteli byli Bohuš a Hartman z Rosic. Původně gotický

¹Pro internetovou verzi naučné stezky viz <http://www.kic.rosice.cz/cs/turistika-a-pamatky/naucna-stezka>.



Obrázek 2: Čelní pohled na zámek (převzato z [1])

hrad byl v 16. - 17. století přestavěn na zámek s arkádovým nádvořím a opevněný příkopy a valy. O to se zasloužili Žerotínové, kteří důsledně odstranili všechny vnější znaky gotiky a přestavby provedli ve stylu renesance. Po požáru v roce 1641 byl zámek upravován barokně a empírově. Na obrázku 2 vidíme jeho současnou podobu. Zámek je nyní zčásti zpřístupněn a probíhají zde rekonstrukce, konkrétně se opravují fresky na nádvoří. Po rekonstrukci je již zámecká zahrada, pod kterou se nachází protiatomový kryt, který je v současné době ukazován v rámci druhého prohlídkového okruhu zámecké expozice.

Zámek obklopuje hodnotný renesanční park založený Janem st. ze Žerotína. Zahrada spolu se zámkem tvořila dominantu holého kopce (dnes les), pod nímž se rozkládaly dva rybníky (dnes kolbiště). Rybníky měly především ochrannou funkci a udržovaly se až do poloviny 19. století, kdy je zrušili Sinové.

V roce 2005 bylo na úpatí kopce, na prostranství u Říčanského potoka, vybudované kolbiště sloužící k různým kulturním aktivitám. Především se zde na konci srpna konají každoroční historické slavnosti Rytířské klání o srdce dívek a paní. Jedná se o jezdecké souboje, které mohou diváci pozorovat z tribun tvořených terénními stupni. Vstupy do tohoto amfiteátru jsou tvořeny stupni z kamenů zpevněných drátem, tzv. gabióny. Sehraná bitva probíhá v dřevěném opevnění vybudovaném o rok později.

3 Příprava

3.1 Rekognoskace terénu

V červnu roku 2011 proběhla s vedoucím bakalářské práce rekognoskace zájmového území. Při ní byl upřesněn způsob měření, předmět měření a jeho rozsah.

Celková rozloha zámeckého areálu cca 12 ha byla rozdělena přibližně na 3 lokality a to tak, aby do každého dílu zasahovala část budovy zámku a lesa. Tyto lokality na sebe navazují a místy se i vzájemně překrývají. Při rozdělování zaměřované plochy se také se zohlednila obtížnost terénu. Částmi zmíněného areálu jsou budova zámku, zámecká zahrada, zámecký park, zámecký les, kolbiště u potoka a zahrádka mateřské školky.

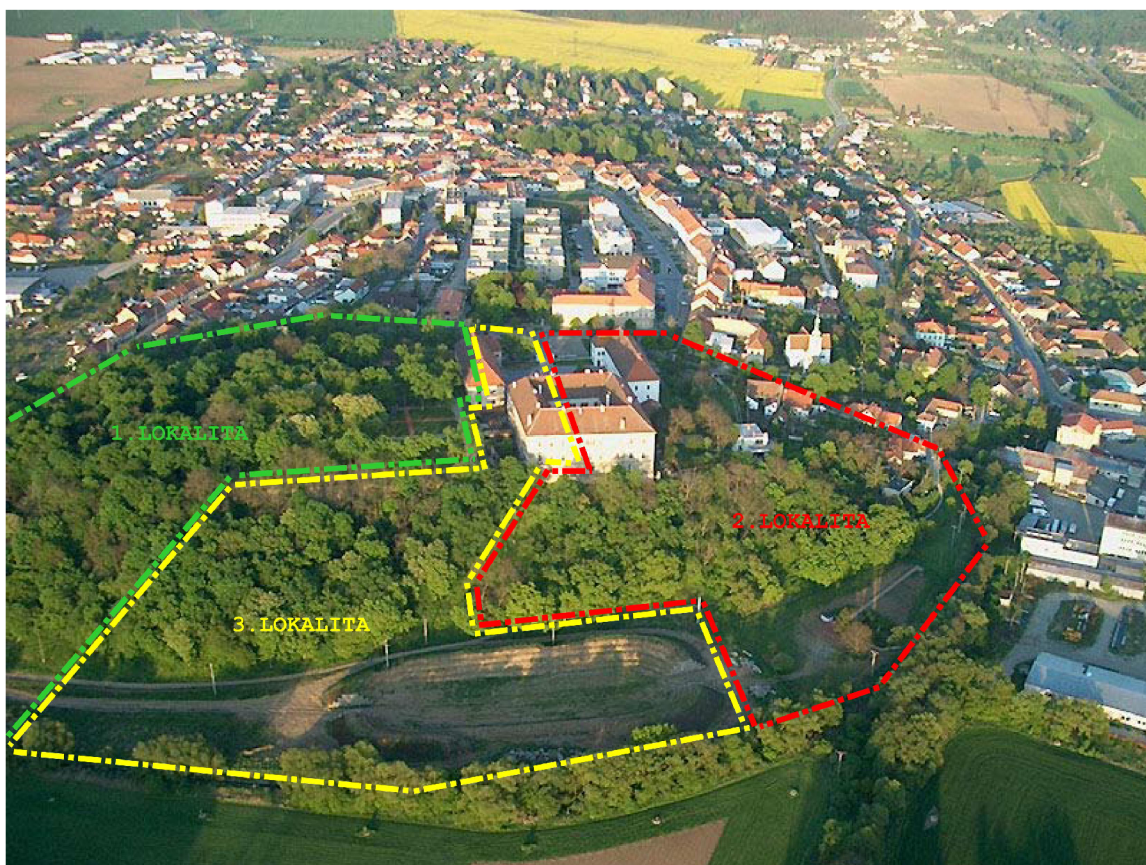
Dle obrázku 3 je patrné, že lokalita 3 je z poloviny zalesněná, také zde vidíme, že velkou část území tvoří uměle vytvořené kolbiště. Zajímavý kontrast, který je patrný jen přímo pochůzkou v terénu, tvoří udržovaná zámecká zahrada versus zarostlý neprostupný les. Zmíněné dvě části jsou od sebe odděleny asi 8 metrů vysokou zdí. Tato zeď také tvořila jeden z předělů mezi územími 1 a 3. Les nacházející se východně od zámku tvoří kromě vzrostlých stromů asi 100 let starých i spousta „náletových dřevin“ (mladých stromků výšky asi 2 metrů), které později značně komplikovaly měřické práce. Nejčastěji vyskytující se dřevinou je javor mlč. Terén je v těchto místech velmi svažité.

3.2 Rekognoskace bodového pole

Před rekognoskací byly opatřeny dostupné grafické a číselné podklady.

3.2.1 Polohové připojení

Místopisy bodů ZhB A PPBP byly získány z internetových stránek Zeměměřického úřadu, z aplikace DBP [4]. Podle nich byly stávající body v terénu dohledány pomocí oměrných měř (geodetické údaje viz příloha 11). Některé body však nalezeny nebyly (např. bod 099000000866), ale ty které ano byly použity pro samotné měření. V tabulce 1 jsou uvedeny body použité pro polohové připojení.



Obrázek 3: Vymezení lokalit

Tabulka 1: Geodetické základy

Číslo bodu		Druh stabilizace
ZhB	PPBP	
000943072020		Rosice – kostel
000943072030		Rosice – radnice
000943072031		Rosice – žula
000943072032		Rosice – žula
000943072100		Ostrovačice – kostel
	099000000868	Rosice – žula
	099000001021	Rosice – sv. Trojice
	099000000917	Rosice – roh domu
	099000000970	Rosice – roh domu

3.2.2 Výškové připojení

Výškové připojení bylo realizováno nivelací ze dvou nivelačních bodů sítě druhého řádu (Ocd-8.1 a Ocd-8.2) v blízkosti lokality. Jejich geodetické údaje byly taktéž vy-

hledány na internetových stránkách Zeměměřického úřadu, v aplikaci DBP [4] a body byly v terénu nalezeny pomocí oměrných měr (geodetické údaje viz příloha 11). Všechna stanoviště polygonových pořadů byla výškově určena nivelací, stanoviště rajónů již byla výškově určena trigonometricky.

3.3 Použité přístroje

Při měřických pracích bylo použito pro polární měření Totální stanice Topcon (v kombinaci s duralovým stativem a odrazným hranolem). Výškově byla stanoviště polygonových pořadů zaměřena nivelačním přístrojem Sokkia (s teleskopickou latí a nivelační podložkou). Proběhlo i měření s GPS přístrojem Leica. Nezbytnými pomůckami byly také dvoumetr pro určování výšky stroje a 30 m pásmo pro nalezení bodů geodetického základu a pro tvorbu místopisů.

3.3.1 Totální stanice

Měřeno bylo s elektronickou totální stanicí Topcon GPT-3003N, v.č. 4DO515 (na obrázku 4). Technické parametry tohoto přístroje jsou měřický dosah u bezhranolového módu 1,5 m až 250 m a u hranolového módu až 3000 m. Přesnost úhlového měření této totální stanice je 3" (1,0 mgon). Zvětšení dalekohledu je třicetinásobné. Střední chyba měřené délky je u bezhranolového měření délek rovna při délce do 25 m 10 mm a nad 25 m 5 mm a u hranolového měření $m_s = 3 + 2$ ppm. Výška přístroje je 176 mm a jeho váha 5,1 kg. Informace byly čerpány z Návodu na použití elektronické pulzní stanice [8].



Obrázek 4: Totální stanice



(a) Nivelační přístroj



(b) GPS přístroj

Obrázek 5: Měřící technika

3.3.2 Nivelační přístroj

Byl použit přístroj Sokkia C41, v.č. 032983 (vidíme na obrázku 5a). Technické parametry tohoto kompenzátorového nivelačního přístroje jsou dvacetinásobné zvětšení dalekohledu a minimální zaostřovací vzdálenost 0,9 m. Rozlišovací schopnost je 4,5". Rozsah kompenzátoru je $\pm 12'$. Kilometrová chyba dvojice měření je $\pm 2,5$ mm. Uvedené informace mají původ v příloženém dokumentu u přístroje.

3.3.3 GPS přístroj

Na doporučení vedoucího bakalářské práce bylo realizováno statické měření. Pro tento typ určování polohy bylo použito přístroje Leica WILD CR233, GL-9501-CO001 s anténou SR399, GL-9501-AN002 (na obrázku 5b). Jedná se o asi 15 let starý dvoufrekvenční přístroj. Jeho částmi jsou vestavěný systém, baterie, anténa a kabely.

4 Doplnění bodového pole

Než se přistoupilo k podrobnému měření, muselo být stávající bodové pole zhuštěno. Po zhodnocení všech možných variant doplnění bodového pole se vybrala ta nejvhodnější a tou bylo zhustit stávající pole měřením GNSS, mezi těmito body vést areálem několik polygonových pořadů a do nepřístupnějších částí se připojit pro podrobné měření rajónem. Číslování pomocných bodů bylo voleno v rámci celého areálu, protože i celá síť byla tvořena společně pro území 1., 2. a 3. Podrobnější popis realizované varianty je v následující kapitole.

4.1 Polohové zaměření

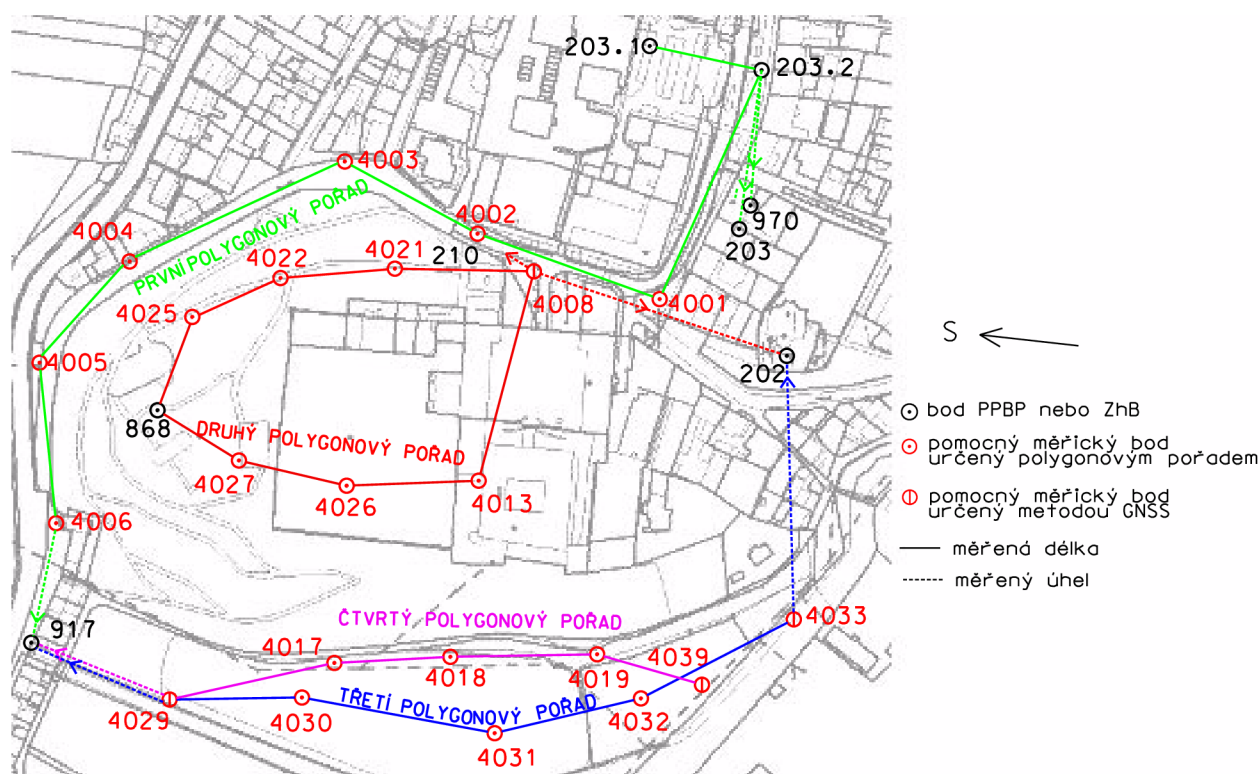
4.1.1 Polygonové pořady

Polygonový pořad lze definovat jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Částmi polygonového pořadu jsou polygonové strany tvořící spojnice polygonových bodů. Tyto body utváří jeho vrcholy. K určení polohy polygonových bodů se měří na polygonových bodech osnova směrů, z nichž se určí vrcholové úhly. Délky stran se měří dvakrát – tam a zpět. Máme různé typy pořadů, podle toho zda-li známe souřadnice koncových bodů a jejich orientací. Orientace pořadu se děje směrovým připojením z těchto koncových bodů pořadu na body ZBPP, zhušťovací body a body PPBP. Často se používá trojpodstavcová sestava pro větší přesnost. [10, s. 59].

Stěžejní měřická síť je vytvořena pomocí polygonových pořadů. Areálem byly vedeny celkem čtyři viz obrázek 6. Slouží také jako terestrické ověření GNSS měření. Dodržovaly se geometrické parametry a kritéria polygonových pořadů dle [3]. Zejména, že délka strany polygonového pořadu má být větší než 50 m. Také nebyla nikde překročena maximální délka polygonového pořadu 2000 m. Poměr délek sousedních stran nepřekročil mezní hodnotu 1 : 3. Pro zhodnocení dosažené přesnosti byly spočteny odchylky v poloze a v úhlu, které byly porovnány s mezními odchylkami v uzávěrech pořadů

- polohová $\Delta_p = 0,005\sqrt{\sum s} + 0,10$ [m]
- úhlová $\Delta_w = 100\sqrt{n+3}$ [mgon].

První polygonový pořad je vedený podél asfaltové silnice ulicí Zámeckou směrem od Palackého náměstí z bodu 000943072032 k hlavní silnici Na Mýtě, kde končí na bodě 099000004006. Je vetknutý a jednostranně orientovaný. Jeho délka je 649 m. Dosažená polohová odchylka u tohoto pořadu je 3,2 cm (mezní je 22,7 cm).



Obrázek 6: Náčrt polygonových pořadů v lokalitě

Druhý polygonový pořad vede ze Žerotínova náměstí z bodu 099000004008 zámeckým parkem a následně zámeckou zahradou a končí zase na stejném bodě na náměstí. Délka pořadu je 532 m. Jedná se o polygon uzavřený s polohovou odchylkou pořadu 2,2 m (mezní je 21,5 cm) a úhlovou odchylkou 0,0018 g (mezní je 0,0316 g).

Třetí polygonový pořad se nachází u řeky, začíná na bodě 099000004029, poté vede přes kolbiště a zahrádku mateřské školky a končí na bodě 099000004033. Délka pořadu je 345 m. Jedná se o polygon vetknutý, oboustranně orientovaný. Zde polohová odchylka nabývá hodnoty 13,3 cm (mezní je 19,3 cm). Úhlová odchylka je 0,006 g (mezní je 0,0282 g).

Čtvrtý polygonový pořad je situován také u řeky, začíná na bodě 099000004029 a končí na bodě 099000004039. Délka pořadu je 287 m. Je polygonem vetknutým a jednostranně orientovaným. Polohová odchylka činí 9,6 cm (mezní je 18,5 cm).

Jelikož polygonové pořady splňovaly počáteční požadavky na přesnost, bylo možné tyto výsledky použít pro další určování bodů. Stanoviska polygonových pořadů byla stabilizována buď měřickými hřeby, pokud se jednalo o pořad na asfaltu nebo dřevě-



Obrázek 7: Pomocný měřický bod stabilizovaný roxorem

nými kolíky s křížkem v případě měkčího terénu. Poslední možností byla stabilizace roxorem, ty byly použity jen tři. Ukázka stabilizace viz obrázek 7. Jelikož se však jedná o stabilizaci nejtrvalejší, byly pro tyto body vytvořeny místopisy. Geodetické údaje těchto tří pomocných měřických bodů stabilizovaných roxorem nalezneme v příloze 12. Pro jistotu pozdějšího nalezení bodů při doměřování v jiném termínu byly vytvořeny místopisy pro všechna pomocná stanoviška, ty však již nejsou přílohou bakalářské práce.

4.1.2 Rajóny

Rajón je další metodou sloužící k určení nového bodu. Pod pojmem rajón se rozumí orientovaná a délkově zaměřená spojnice daného a určovaného bodu. Podrobně o této problematice viz [10, s. 57].

Při tvorbě rajónů se dodržovaly parametry podle Návodu pro obnovu katastrálního operátu [3]. A to, že délka rajónu může být maximálně 1000 m, přičemž nesmí být větší než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu. Největší přípustná délka tří na sebe navazujících rajónů (což je nejvyšší možný počet) je 250 m.

V lokalitě 3 se nachází celkem 15 pomocných stanovišek určených rajónem. Většina z nich je stabilizována dřevěným kolíkem s křížkem z důvodu převahy nebezpečného terénu. Rajóny byly tvořeny podle potřeby při podrobném zaměřování. Rajóny se mezi sebou propojovaly v síť.

4.1.3 GNSS

Všechna GNSS měření proběhla dne 18. 7. 2011. Dodržovaly se praktické zásady měření jako postavit stativ co nejvýše, aby anténa byla alespoň v úrovni hlavy. Také byla anténa orientována na sever (podle bílé svislé rysky z boku antény), to sloužilo především k tomu, aby se na všech bodech anténa orientovala stejným směrem.

K dispozici byly 2 přístroje na statickou metodu zapůjčené fakultou stavební v Brně. Původní záměr stát na bodech ZhB s ETRS-89 souřadnicemi jako na referenčních bodech ztroskotal, neboť žádné body v blízkosti lokality nebyly pro tyto účely vhodné (vadilo například nově přistavěné nadstřešení). Proto se přistoupilo na variantu použít jako referenci bod permanentní sítě CZEPOS – TUBO v Brně (Rosice jsou vzdálené jen asi 15 km od Brna, což postačovalo).

Měřilo se dvakrát v časovém odstupu (odstup v průměru dvě až tři hodiny) na bodech 099000004033, 099000004039, 099000004029 a 099000004008. Díky odstupu se změnila konstelace družic a tím se určení stalo nezávislým.

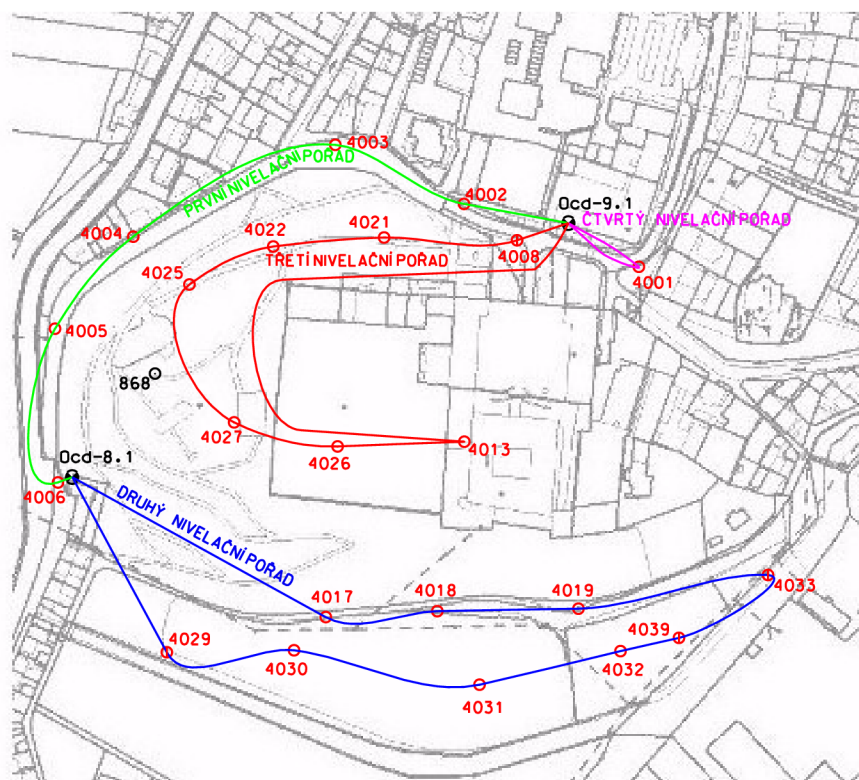
Před spuštěním vlastního měření se nastavily parametry jako úhel elevační masky 10° , frekvence záznamu dat 5 sekund, anténní offset 0,441 m a výška antény změřená pomocí „háku“ na milimetry. Během měření se kontroloval GDOP, který by měl být roven minimálně čtyřem. Na každém bodě se měřilo alespoň půl hodiny, během této observace se vyhotovovaly obzory viditelnosti.

4.2 Výškové zaměření

4.2.1 Nivelace

Princip geometrické nivelace ze středu spočívá v určování výškového rozdílu dvou bodů z rozdílu čtení na svisle postavených latích pod vodorovnou přímkou určenou zhorizontovaným nivelačním přístrojem. [11]

Všechna stanoviště polygonových pořadů byla výškově určena jako přestavové body technickou nivelací. Před samotným měřením pořadů byla provedena zkouška nivelačního přístroje, při které byla zjištěna chyba přístroje -1 mm na 11 m. Celkem byly měřeny 4 nivelační pořady – 1 vetknutý a 3 uzavřené viz obrázek 8. Nebyla překročena mezní odchylka technické nivelace pro rozdíl daného a měřeného převýšení $\Delta_{max} = 40 \cdot \sqrt{L}$ (pořady také splňují přísnější kritérium $\Delta_{max} = 20 \cdot \sqrt{L}$), kde L je délka nivelačního pořadu v km. Niveláčnické zápisníky jsou v příloze 3.



Obrázek 8: Schéma nivelační sítě

4.2.2 Trigonometrické určení výšky

Výšky rajónů a všech podrobných bodů byly určeny trigonometricky. Byl použit tento postup, protože spousta rajónů se nacházela na nivelaci nepřístupných místech a také byly mezi stanovisky velké výškové rozdíly. Tato metoda byla svou přesností pro dané účely, kdy se měřilo převážně na nezpevněném terénu, postačující. Také výšky všech podrobných bodů byly určeny trigonometricky. Při měření se data registrovala přímo do totální stanice. Jednalo se o číslo bodu a stanoviska, měřenou šikmou vzdálenost, výšku přístroje a cíle a vodorovný a zenitový úhel.

5 Podrobné zaměření

Během měření se používalo kódování pro ulehčení následné práce v softwaru. Zpevněnému terénu byl přiřazován kód P a stromům kód S. Celkem bylo zaměřeno 1 223 podrobných bodů.

Jelikož byl požadavek měřit veškeré stromy v areálu, v zámeckém lese nevyjímaje, nahrazovalo měření na stromy měření po spádnících. Kdyby tomu tak nebylo, počet bodů by příliš vzrostl a ve výsledku by se situace v mapě stala nepřehlednou. Celkem bylo stromů v lokalitě 3 naměřeno 352. V lese se v hojně míře používalo úhlové odsazování na střed kmene. V některých případech i délkové odsazování nebo žádné, a to z toho důvodu, aby byla co nejdříve zachycena výška prúniku středu stromu se zemí.

Co se týče mapování okolí zámku, tak to bylo prováděno místy až příliš podrobně, což bylo odhaleno až při tvorbě mapy, kdy byla vypuštěna řada bodů. Předpokladem bylo, že v mapě nerozlišíme čáry od sebe vzdálené 0,2 mm a méně a tudíž pro výslednou kresbu v měřítku 1 : 500 nemá smysl měřit výstupky menší jak 10 cm.

5.1 Vedení náčrtu

Byly vyhotovovány náčrty na listy papíru A4 bez podkladu katastrální mapy. Měření vždy organizovala osoba na jejímž zájmovém území se mapovalo. Celkem byly v lokalitě 3 vyhotoveny 4 náčrty a to náčrt okolí zámku, zámeckého příkopu a ohradní zdi, kolbiště, louky u kolbiště.

6 Kancelářské práce

6.1 Výpočet

Po vyrovnání sítě stanovisek v programu VKM s nadstavbou Gnet Mini se vyskytly velké odchylky na bodech, a proto bylo od tohoto postupu upuštěno. Stanoviska byla poté spočtena jako polygony a rajóny, bez vyrovnání. Důvodem vysokých odchylek mohlo být jak velké množství krátkých záměr (kvůli špatné viditelnosti skrz listnaté stromy), tak velké množství strmých záměr.

6.1.1 Stanoviska

Bylo použito geodetického výpočetního softwaru Groma verze 7. Křovákovy korekce do zobrazení byly zavedeny právě v této chvíli. Výsledný měřítkový koeficient byl nastaven na hodnotu 0,999849699941. Nejprve se vypočítaly polygonové pořady a poté rajóny.

Pro výpočet GPS vektorů bylo použito softwaru SKI Pro verze 1.1. Při zpracování (post processingu) měření GNSS byly ambiguity na měřených frekvencích určeny jako celá čísla – řešení fixed. Výpočty probíhaly na elipsoidu WGS 84. Pro převod výsledných souřadnic do S-JTSK byl použit globální transformační klíč v programu Geo link. U bodu 099000004029 vyšlo pouze první měření, u zbylých tří již vyšly obě dvě observace. Výsledné souřadnice vznikly průměrováním z těchto dvou měření. U stanovisek, které byly určeny metodou GNSS se použily souřadnice takto určené, ne výšky, ty byly určeny nivelací jakožto přesnější metodou. V tabulce 2 jsou uvedeny rozdíly mezi souřadnicemi v dvojím měření. Tabulka 3 ukazuje srovnání metody GNSS a nivelace. Zde patrně došlo k chybě při výpočtu výšky u metody GNSS, protože se hodnoty od technické nivelace liší až o 9 cm.

Tabulka 2: Porovnání dvojic měření GNSS

číslo bodu	1. měření		2. měření		ΔY [m]	ΔX [m]
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]		
099000004008	614283,34	1160402,21	614283,35	1160402,18	0,01	0,03
099000004033	614467,83	1160539,99	614467,84	1160540,00	0,02	0,01
099000004039	614502,43	1160491,25	614502,42	1160491,25	0,01	0,00
099000004029	614510,48	1160208,99	–	–	–	–

Tabulka 3: Porovnání výšky určené metodou GNSS a nivelací

číslo bodu	výška H [m]		ΔH [m]
	GNSS	nivelace	
099000004008	339,36	339,42	0,06
099000004033	305,19	305,28	0,09
099000004039	305,16	305,25	0,09
099000004029	307,09	307,18	0,09

6.1.2 Podrobné body

Výpočet také proběhl v programu Groma verze 7 se stejným měřítkovým koeficientem. Kódy P a S nebyly během měření důsledně přiřazovány všem bodům u kterých bylo plánováno že budou (zpevněný povrch a stromy), a proto už výsledný seznam souřadnic 10 je uveden bez nich. V tomto seznamu souřadnic (a také v mapě) jsou výšky na zpevněném terénu uváděny na centimetry a na nezpevněném na decimetry. Na nezpevněném povrchu totiž již nejsme schopni dodržet centimetrovou přesnost.

6.2 Tvorba mapy

Mapa byla kreslena v programu Microstation 95 v souladu s normou ČSN 01 3411 [5]. Atributy prvků byly převzaty ze školního materiálu vytvořeného Ing. Petrem Kalvodou, Ph.D. Použité atributy jsou uvedeny v tabulce 4. Dále byla použita knihovna buněk GEO1000_V7.CEL, přičemž do ní byly dokresleny buňky, které neobsahovala. Jedná se o šachtu bez rozlišení a odpadkový koš. Vrstevnice byly generovány v programu Atlas DMT.

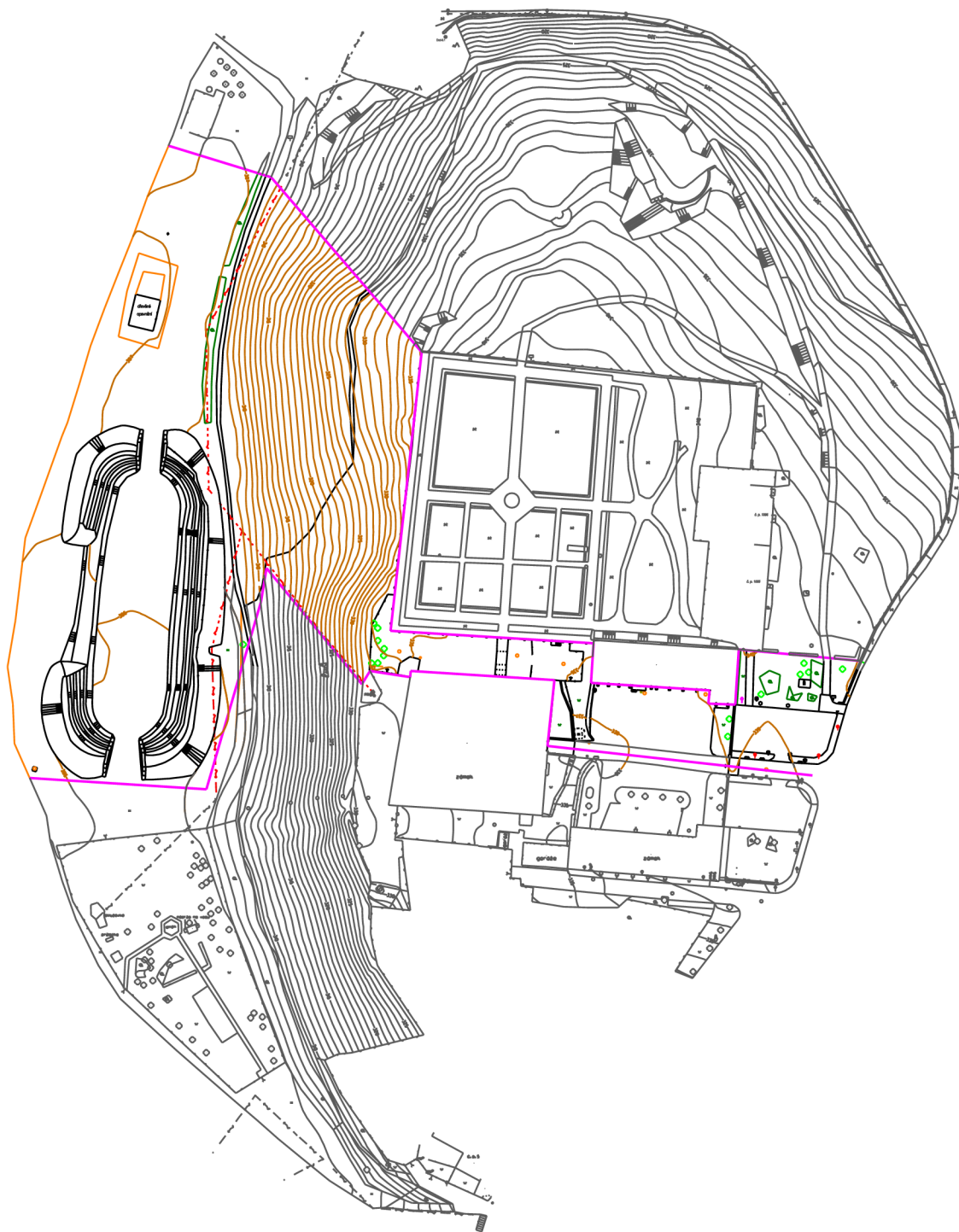
6.2.1 Sjedení se sousedními lokalitami

Výškopisné mapy všech tří lokalit byly spojeny do jednoho digitálního výkresu. V tomto celku se vyřešily překrytové oblasti a tím došlo i ke kontrole správnosti polohopisu a výškopisu. Kresba byla rozdělena do speciálního kladu mapových listů. Tak vznikly 4 mapy formátu A2 v měřítku kresby 1 : 500, které se doplnily legendou. Vytisknuté mapové dílo v této podobě bude předáno správě zámku v Rosicích.

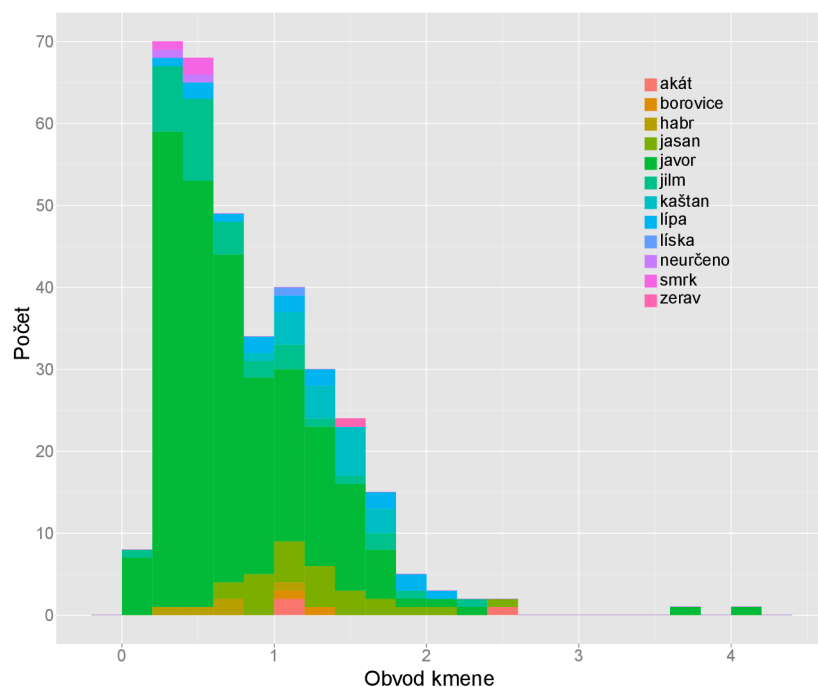
Na obrázku 9 nevidíme jeho popsanou finální podobu, ale verzi spojení kreseb obsahující stykové pásy mezi územími s barevným odlišením lokality 3.

Tabulka 4: Atributy prvků

	Popis	Barva	Vrstva	Buňka nebo typ čáry	Tloušťka
Body	podrobné body	70	5	9.12	0
	čísla podrobných bodů	0	2	0	0
	výšky podrobných bodů	70	3	0	0
	pomocné body	3	8	1.07	0
	čísla pomocných bodů	0	6	0	1
	výšky pomocných bodů	70	7	0	1
Liniové prvky	budovy zděné	0	11	0, 0.02	1, 0
	vstupy do objektů a na pozemky	0	13	4.23	0
	cesty, pěšiny, chodníky, schody	0	15	0, 0.13	0
	hranice kultur	146	16	2	0
	ploty, ohradní zdi, podezdívky	0	17	0, 2.123, 2.103, 2.16, 2.143, 5.303	0
	ostatní objekty	0	14	0	0
	silové vedení	3	33	6.59	
Bodové prvky	budovy zděné	0	12	4.02	0
	druhy pozemků	146	16	3.06, 3.10, 3.11, 3.14	0
	jednotlivé stromy	2	18	3.13	0
	kanalizace	6	28	6.20, 6.30	0
	plyn	116	29	6.14	0
	veřejné osvětlení	3	32	6.56	0
	dopravní značky	5	20	5.27	0
	ostatní značky	0	19	4.14, 5.26, 6.10, 10.1, 10.2	0
Popisy	kovové sloupy	3	33	6.01	0
	popisy povrchů	0	35	0	0
	popisy objektů	0	36	0	0
Výškopis	názvy ulic	0	38	0	0
	šrafy	70, 0	22	0	0
	terénní hrany	6, 0	23	0	0
	základní vrstevnice	70	24	0	0
	hlavní vrstevnice	70	25	0	2
	doplňková vrstevnice	70	24	9.05	0
Nálezitosti	kóty vrstevnic	70	26	0	0
	legenda výkresu, okrajové náčrtky	0	61	0	0
	hektometrická síť, směrová růžice	0	62	0	0
	popisová tabulka, ohraničení výkresu	0	63	0	0



Obrázek 9: Sjednocení území



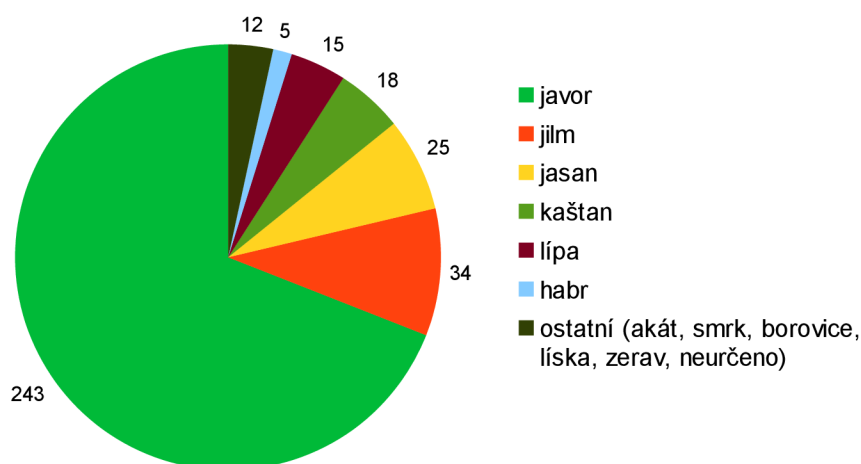
Obrázek 10: Histogram obvodů kmenů

6.3 Stromy

V zámeckém lese nebyl veden náčrt, ale tabulka stromů. Do ní se zapisovalo číslo stromu, jeho druh, obvod kmene a poloměr koruny. Obvod kmene změřený u každého stromu pásmem na centimetry je údaj přesný, oproti poloměru koruny, který byl jen zhruba krokováním odhadován. Každý změřený strom se v terénu pro lepší orientaci označil křídou. Byla zvolena tato varianta zapisování do tabulky neboť se zdála být v zámeckém lese praktičtější než vedení náčrtu.

Graf na obrázku 10 zobrazuje rozložení mohutnosti kmenů, zároveň lze z něj vyčíst i údaje druhově specifické. Nejmohutnějšími a nejčastěji zastoupenými stromy jsou jednoznačně javory. O podílovém zastoupení druhů názorněji informuje graf na obrázku 11. Stromem s největším obvodem kmene byl javor $o=4,01$ m a s nejmenším změřeným také javor $o=0,09$ m. Průměrný obvod je $o=0,85$ m.

Naměřené údaje byly naimportovány do kresby 18 ve formátu kódu: druh stromu / průřez v metrech / šíře koruny. Tato úprava se nejvíce blížila požadavku normy ČSN 01 3411 [5].



Obrázek 11: Zastoupení druhů stromů

6.4 Kontrola přesnosti

Některé podrobné body byly kontrolně určeny i z jiného stanoviska. Jedná se o tzv. identické body. Na každém stanovisku byly určeny minimálně 2 a tím byla stanoviska mezi sebou provázána. Pomocí identických bodů se testováním výsledků ověřovala dosažená přesnost. Testovala se statická hypotéza na hladině významnosti $\alpha = 5\%$, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti (třetí třída). Podrobné body se v terénu pro ověření přesnosti vybraly tak, aby:

- byly jednoznačně identifikovatelné
- tvořily reprezentativní výběr
- byly rovnoměrně rozmístěny po celém území

Rozsah reprezentativního výběru tvořil v tomto případě 12 % (147 bodů) z celkového počtu podrobných bodů (1228 bodů), minimum stanovené normou je 10%. Dosažená přesnost výsledku tvorby mapy se posuzovala podle kritérií plynoucích z normy ČSN 01 3410 [6]. Detailní postup je rozebrán v následujících kapitolách. V tabulce 5 je jen potřebný výtah z kritérií. Výpočty kontroly přesnosti se nachází v příloze 13.

6.4.1 Polohopis

A) Pro každý bod reprezentativního výběru byl spočten souřadnicový rozdíl

Tabulka 5: Kritéria přesnosti ([6])

Třída přesnosti	$u_{X,Y}$ [m]	u_H [m]
3	0,14	0,12

$$\Delta Y = Y_M - Y_K \quad (1)$$

$$\Delta X = X_M - X_K, \quad (2)$$

kde Y_M je souřadnice podrobného bodu polohopisu z prvního určení a Y_K je souřadnice téhož bodu určená z jiného stanoviska.

Prvním krokem bylo posouzení příslušnosti každého bodu ke třetí třídě přesnosti pomocí kritéria

$$m_{XY} < u_{XY} \quad (3)$$

kde m_{XY} je střední souřadnicová chyba spočtená ze středních souřadnicových chyb určení souřadnic X a Y podle vztahu

$$m_{XY} = \sqrt{\frac{m_X^2 + m_Y^2}{2}} \quad (4)$$

a základní střední souřadnicovou chybu u_{XY} [m] nalezneme v tabulce 5. Toto kritérium splnilo všech 147 bodů.

B) V dalším kroku byla přesnost určení souřadnic pokládána za vyhovující, jestliže se splnily tyto požadavky

- Polohové odchylky vypočtené ze vztahu $\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ vyhovovaly kritériu $|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{X,Y}$.
- Výběrová střední souřadnicová chyba $s_{X,Y}$ vypočtená ze středních souřadnicových chyb

vých chyb s_X, s_Y

$$s_X = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta X_i^2} \quad (5)$$

$$s_Y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta Y_i^2} \quad (6)$$

$$s_{XY} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (s_X^2 + s_Y^2)} \quad (7)$$

vyhovovala kritériu $s_{XY} \leq \omega_{2N} \cdot u_{XY}$. Hodnota koeficientu ω_{2N} v tomto případě (pro N rovno 31 až 300) je 1,10. Hodnota koeficientu k je rovna 2, protože druhé zaměření proběhlo se stejnou přesností jako původní.

Obě dvě kritéria byla splněna. [6]

Kontrolní oměrné míry Mezi další kontrolu přesnosti polohopisu patří kontrolní oměrné míry a to v tomto případě míry budovy zámku a přilehlé budovy severovýchodně od něj. Změřené oměrné míry byly zapsány do náčrtu I. Tabulka porovnání délek změřených pásmem s délkami odměřenými z mapy se nachází v příloze 13.

Rozdíl délek $\Delta d = d_m - d_k$, kde d_m je délka určená z hodnot odměřených na mapě a d_k je délka spojnice určená přímým měřením pásmem, je porovnán s mezní hodnotou u_d .

$$u_d = 1,5 \frac{d + 12}{d + 20} u_{XY} \quad (8)$$

Změřené délky vyhovují kritériu. [6]

6.4.2 Výškopis

Pro každý bod reprezentativního výběru byl spočten výškový rozdíl

$$\Delta H = H_M - H_K, \quad (9)$$

kde H_Y je výška podrobného bodu polohopisu z prvního určení a H_K je výška téhož bodu určená z jiného stanoviska.

Opět byla testována příslušnost každého bodu k dané třídě přesnosti pomocí kritéria

$$m_H < u_H \quad (10)$$

kde $u_H [m]$ nalezneme v tabulce 5. U bodů terénního reliéfu (nezpevněného povrchu) charakteristika m_H nepřekročí $3u_H$. Tímto kritériem neprošly 2 body a ty již do následujících rozborů přesnosti nebyly zahrnuty.

Přesnost určení výšek byla považována za vyhovující, jestliže se splnily následující požadavky

- Hodnoty výškových rozdílů odpovídaly $|\Delta H| \leq 2u_H \cdot \sqrt{k}$. Kritérium splnilo 144 ze 145 bodů.
- Výběrová střední chyba

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2} \quad (11)$$

vyhovovala kritériu $s_H \leq \omega_N \cdot u_H$, kde u_H nalezneme v tabulce 5 a hodnota ω_N je rovna 1,1 pro N od 80 do 500 bodů. Kritérium bylo splněno. [6]

7 Závěr

Náplní této bakalářské práce byla tvorba účelové mapy s výškopisem v měřítku 1 : 500. Zájmovou lokalitou pro tuto činnost byl areál zámku v Rosicích u Brna. Měřické práce v lokalitě probíhaly od 1. do 19. července 2011.

Prvním krokem byla rekognoskace území při níž byl zjištěn charakter lokality a upřesněn předmět měření. Po pochůzce bodového pole byla navržena a zrealizována měřická síť. Doplnění bodového pole sestávalo z měření GNSS, polygonových pořadů a rajónů. Výškopisné připojení bylo zajištěno technickou nivelací z nejbližších nivelačních bodů. Podrobné měření probíhalo metodou tachymetrie s využitím registrace dat v elektrooptickém přístroji.

V dalším kroku se provedená měření zpracovávala. Souřadnice stanovišek a podrobných bodů se vypočetla a následně načetla do programu Microstation 95, kde byla v souladu s normou ČSN 01 3411 [5] nakreslena mapa (příloha 15). Výkres byl v programu Atlas DMT doplněn vrstevnicemi. Kromě účelové mapy jsou dalšími grafickými výstupy mapa vegetace (příloha 18) v zaměřovaném lese a před zámkem, přehledný náčrt pomocné měřické sítě (příloha 16), přehled kladu náčrtů (příloha 17) a místopisy pomocných stanovišek stabilizovaných trvalou stabilizací (příloha 12). Na závěr grafických prací byla vytvořena účelová mapa (tvořící třetinu celkového zámeckého areálu) spojena s výkresy kolegyně Brátové a Pavlíčkové, aby vznikl požadovaný celek pro správu zámku.

Nezbytnou součástí práce jsou zápisníky z měření (přílohy 1, 2, 3), protokoly o výpočtech (přílohy 4, 5, 6, 7), seznamy souřadnic (přílohy 8, 9, 10), lokalizace území v širších vztazích (příloha 14), měřické náčrty (příloha 19) a kontrola přesnosti (příloha 13).

Zda-li bylo dosaženo dané třídy přesnosti závisí na přesnosti určení souřadnic a výšek bodů na něž se připojovalo a podrobných bodů. Na základě dosažených výsledků při testování přesnosti lze usuzovat, že kvalita zaměření odpovídá třetí třídě přesnosti.

Seznam zdrojů

- [1] Mikroregion Kahan [online]. [cit. 4. prosince 2012]. Dostupné z: <http://www.mikroregionkahan.cz>.
- [2] Město Rosice - oficiální internetové stránky [online]. [cit. 4. prosince 2011]. Dostupné z: <http://www.rosice.cz>.
- [3] Návod pro obnovu katastrálního operátu ve znění dodatku č. 1 a č. 2, ČÚZK č.j. 6530/2007-22.
- [4] Odbor geodetických základů [online]. [cit. 27. června 2011]. Dostupné z: <http://bodovapole.cuzk.cz/>.
- [5] ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek: Kreslení a značky. 1989.
- [6] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek: Základní a účelové mapy. 1990.
- [7] Internetový zobrazovač geografických dat [online]. [cit. 1. dubna 2012]. Dostupné z: <http://izgard.cenia.cz/>. duben 2012.
- [8] *Elektronická pulsní stanice – návod na použití*. květen 2005.
- [9] Kalvoda, P. *Pokyn pro tvorbu účelové mapy*. 2011.
- [10] Nevosád, Z.; Vitásek, J. *Geodézie III*. Vutium Brno, 2000.
- [11] Nevosád, Z.; Vitásek, J. *Geodézie II*. Vutium Brno, 2004.
- [12] Švábenský, O.; Vitula, A. *Inženýrská geodézie I*. Brno VUT, 1990.
- [13] Švábenský, O.; Vitula, A. *Inženýrská geodézie II*. Brno VUT, 1991.

Seznam zkratek

Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DBP	Databáze bodových polí
GDOP	Parametr geometrické přesnosti (Geometrical Dilution of Precision)
GNSS	Globální družicový polohový systém
GPS	Vojenský globální družicový polohový systém provozovaný Ministerstvem obrany USA
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
TUBO	Permanentní GNSS stanice umístěná na střeše budovy B fakulty stavební VUT v Brně
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
ZhB	Zhušřovací body
ZPBP	Základní polohové bodové pole

A Seznam příloh

1. Zápisník z podrobného měření *
2. Zápisník z měření polygonových pořadů *
3. Nivelační zápisníky *
4. Výpočet bodů polygonového pořadu *
5. Výpočet bodů určených rajónem *
6. Výpočet podrobných bodů *
7. Protokol o výpočtu GNSS *
8. Seznam souřadnic stávajícího bodového pole
9. Seznam souřadnic a výšek pomocných měřických stanovisek
10. Seznam souřadnic a výšek podrobných bodů *
11. Geodetické údaje stávajícího bodového pole *
12. Geodetické údaje pomocných měřických stanovisek
13. Kontrola přesnosti
14. Lokalizace území v širších vztazích
15. Účelová mapa
16. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
17. Přehled kladu náčrtů
18. Mapa vegetace
19. Měřické náčrty – ukázka přiložena

* - pouze digitálně