



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**ZAMĚŘENÍ ÚČELOVÉ MAPY SADU SVOBODY VE
ZLÍNĚ**

THE MAPPING SURVEY OF SAD SVOBODY IN ZLÍN CITY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Venený

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Kuruc, Ph.D.

BRNO 2017



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, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Petr Venený
Název	Zaměření účelové mapy sadu Svobody ve Zlíně
Vedoucí práce	Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017
V Brně dne 30. 11. 2016	

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

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

PODKLADY A LITERATURA

Fišer, Z., Vondrák, J.: Mapování I – studijní opory FAST VUT v Brně, Brno 2005
Fišer, Z., Podstavek, J., Vondrák, J.: Výuka v terénu II – studijní opory FAST VUT v Brně, Brno 2005
Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK, Praha 2015
Norma ČSN 01 3410 – Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy
Norma ČSN 01 3411 – Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V zadané lokalitě – sad Svobody ve Zlíně navrhnete, vybudujete a zaměříte síť měřických stanovisek.

Uskutečnete měření potřebná pro vyhotovení polohopisného a výškopisného plánu lokality, použijte metodu tachymetrie.

Zpracujte měření s požadovanými přílohami a vyhotovte mapu lokality v závazném souřadnicovém a výškovém systému.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá tachymetrické zaměření a vyhotovení účelové mapy pro lokalitu sadu Svobody ve Zlíně. V první části jsou popsány práce přípravné a následně měřické práce v terénu. Druhá část popisuje zpracování naměřených dat a tvorbu účelové mapy. Výsledkem této bakalářské práce je vyhotovení účelové mapy v měřítku 1:500, která může být využita při rekonstrukci zámku a jeho nejbližšího okolí.

KLÍČOVÁ SLOVA

sad Svobody, účelová mapa, polohopis, výškopis

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with a mapping survey of Sad Svobody in Zlin, consisting of tachymetric surveying and an act of creating a thematic large scale map for the area of Sad Svobody in Zlin. The first part of the thesis describes preparatory work and survey work in terrain. The second part deals with processing of the data measured and creating a thematic large scale map of the area in scale of 1:500. The thematic map can be used for the purpose of reconstruction of the castle and its surroundings.

KEYWORDS

sad Svobody, thematic large scale map, planimetry, altimetry

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Petr Venený *Zaměření účelové mapy sadu Svobody ve Zlíně*. Brno, 2017. 38 s., 2 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie.
Vedoucí práce Ing. Michal Kuruc, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 28. 4. 2017

Petr Venený
autor práce

PODĚKOVÁNÍ:

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Michalu Kurucovi, Ph.D. za poskytnuté rady, předávání zkušeností a podporu během vypracovávání bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	POPIS MĚŘENÉ LOKALITY	9
3	PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	12
3.1	Rekognoskace lokality	12
3.2	Rekognoskace stávajícího bodového pole	13
3.3	Vytvoření měřické sítě	13
3.4	Použité přístrojové vybavení.....	15
4	MĚŘICKÉ PRÁCE	18
4.1	Technologie GNSS.....	18
4.2	Rajón	20
4.3	Podrobné měření	20
4.4	Měřický náčrt	22
5	ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÍ	25
5.1	Výpočet bodů pomocné měřické sítě	26
5.2	Vyrovnání sítě	27
5.3	Výpočet podrobných bodů	28
6	TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI	29
6.1	Testování souřadnic X, Y	29
6.2	Testování výšek.....	30
7	TVORBA MAPY	31
8	ZÁVĚR.....	32
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	33
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	36
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	37
11.1	Seznam obrázků.....	37
11.2	Seznam tabulek.....	37
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	38

1 ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je tachymetrické zaměření polohopisu a výškopisu zadané lokality. Jedná se o jednu z metod, která je používána pro tvorbu účelové mapy. Cílem této bakalářské práce je zpracování účelové mapy pro lokalitu sadu Svobody ve Zlíně.

Účelová mapa bude zpracována v měřítku 1:500, v souladu s normou ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy. Vyjádření prvků obsahu mapy je stanoveno dle normy ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky.

Polohopisná složka je v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškopisná složka v systému Baltském po vyrovnání (Bpv).

Měřená lokalita je již zmíněný sad Svobody ve Zlíně. Toto území se nachází v centru města Zlína. V jeho středu je zlínský zámek, který je využíván ke kulturním účelům. Zámek je obklopen parkem, jehož součástí je i kavárna. Konkrétní vyčlenění hranic pro měřenou lokalitu v bakalářské práci bylo vyjednáno s oddělením pozemkové a nebytové správy města Zlína a následně schváleno jejím vedoucím Ing. Michalem Kurucem, Ph.D. na základě kombinace hranic v katastrální mapě a přírodních hranic lokality.

Vypracování této bakalářské práce může dále sloužit při případné rekonstrukci zámku a jeho okolí. S tímto praktickým využitím byla lokalita vybrána.

Bakalářská práce je rozdělena do čtyř hlavních částí, které odpovídají průběhu prací potřebných pro tvorbu účelové mapy. Tyto části jsou přípravné práce, měřické práce, zpracování měření a tvorba mapy. Každá z částí detailněji popisuje její průběh, metody a použité přístrojové vybavení.

2 POPIS MĚŘENÉ LOKALITY

Měřená lokalita se nachází v centru města Zlína. Město Zlín leží na jihovýchodě Moravy, na rozhraní Valašska, Hané a Moravského Slovácka. Žije zde asi 75 tisíc obyvatel a jedná se o město krajské, které je centrem regionu. Zlín proslavil v první polovině dvacátého století zakladatel obuvnických závodů – Tomáš Baťa. Město je také význačné svojí funkcionalistickou architekturou, která nemá jinde ve světě obdoby. V roce 2001 zde byla založena Univerzita Tomáše Bati. [1] První písemná zmínka o městě se datuje do roku 1322. [2]

Měřenou lokalitou je sad Svobody. Jedná se o rekreačně využívaný prostor v centru města Zlína, jehož součástí je zlínský zámek. O jeho poloze ve středu města svědčí skutečnost, že sousedí s autobusovým nádražím a od radnice je vzdálen přibližně 100 metrů. Sad Svobody je vymezen ulicemi Soudní na straně východní, ulicí Bartošovou na straně severní, na jižní straně tržnicí a na západní straně je pak sad Svobody vymezen jednou z hlavních silničních tepen města – ulicí Gahurovou.

Měřená byla pouze část sadu Svobody. Toto vymezení vzniklo na základě již zmíněné kombinace hranic v katastrální mapě a přírodních hranic lokality po dohodě s vedoucím práce. Konkrétně hranice prochází opěrnou zdí a plotem, které oddělují tržnici a sad na jižní straně, na východní a západní straně tvoří hranici lokality chodník lemující sad a na severní straně hrana svahu. Vymezení hranic lokality je vykresleno na obrázku 2.1. Rozloha měřené lokality je přibližně 18 000 m².



Obr. 2.1 Vymezení hranic lokality [zdroj podkladu: nahlizenidokn.cuzk.cz]

První písemná zmínka o zlínském zámku se vztahuje k malé gotické tvrzi v roce 1360. [4] O samotném sadu obklopujícím zámek se můžeme dovědět až z náčrtu tereziánské mapy z let 1780-1800. [5] Na obrázku 2.2 je pohled na zámek a část lokality z východní strany.



Obr. 2.2 Zlínský zámek z východní strany [6]

Zámek a jeho místnosti byly dříve využívány pro potřeby muzea Jihovýchodní Moravy a krajské galerie výtvarného umění. V prostorách zámku byla i zámecká restaurace. V současnosti je zámek využíván ke kulturním účelům a jeho součástí je i kavárna. V budoucnosti je v plánu revitalizace zámku a přilehlého sadu Svobody. Na obrázku 2.3 je vidět část lokality a zlínský zámek ze západní strany.



Obr. 2.3 Zlínský zámek ze západní strany [7]

3 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Přípravné práce před vlastním měřením se skládají z několika částí, které jsou nezbytné pro správné vyhotovení měřických prací. Jedná se o seznámení se s měřenou lokalitou a jejími přírodními zákonitostmi, dále o zjištění využitelnosti a připojení na polohové a výškové bodové pole a volbu přístrojů a pomůcek pro zaměření s požadovanou přesností. Na základě těchto zjištěných skutečností je nutné před samotným měřením vyhotovit měřickou síť v takovém rozsahu, aby z ní bylo možné zaměřit celou zadanou lokalitu.

3.1 Rekognoskace lokality

Před zahájením měření proběhla rekognoskace vymezeného území. Pojmem rekognoskace rozumíme: [8] „*Zjišťování stavu skutečností na místě, kde se mají konat geodetické práce v terénu.*“

Účelem rekognoskace bylo seznámit se s terénem zadané lokality a jeho specifiky vzhledem k následnému vybudování pomocné měřické sítě. Získané informace byly aplikovány při volbě měřické metody a výběru adekvátních měřických pomůcek a přístrojů. Na obrázku 3.1 je zobrazena část lokality s jejími přírodními zákonitostmi, jedná se o část východní, pohled od kavárny.



Obr. 3.1 Foto lokality [9]

3.2 Rekognoskace stávajícího bodového pole

Před započítím samotného měření byl zjištěn stav polohového a výškového bodového pole v měřené lokalitě a její blízkosti pro případné využití těchto bodů při budování PMS. Pro získání těchto údajů byl využit portál www.cuzk.cz.

Bylo zjištěno, že v blízkosti lokality se nachází bod PPBP č. 635561000003114 a bod PPBP č. 635561000003115. Ani jeden z těchto bodů nebyl využit pro vlastní měření. Bod č. 635561000003114 nebyl vůbec nalezen a bod č. 635561000003115 nebyl využit z důvodu špatné dosažitelnosti z měřené lokality.

3.3 Vytvoření měřické sítě

Pro podrobné měření se polohové bodové pole doplnilo pomocnými měřickými body tak, že takto vzniklá síť byla v hustotě nezbytné pro zaměření podrobných bodů.

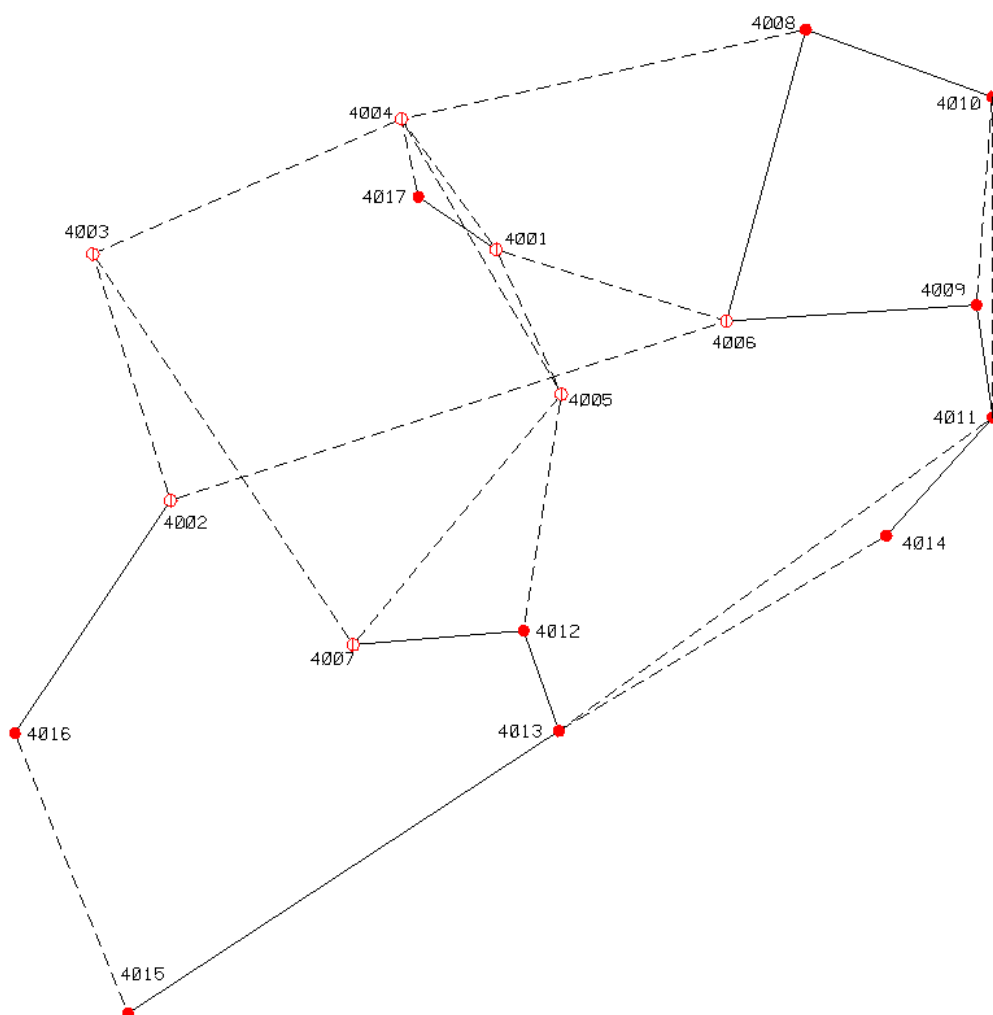
Pomocné body se určují:

- a) staničením na měřických přímkách mezi body polohových bodových polí a pomocnými body,
- b) rajóny,
- c) pomocnými polygonovými pořady,
- d) protínáním ze směrů, popřípadě z délek,
- e) jako volné polární stanovisko,
- f) technologií GNSS,
- g) plošnými sítěmi. [10]

Na základě místního rozložení polohového bodového pole byla měřická síť vybudována technologií GNSS. Dále byla měřická síť dobudována pomocí metody rajónů z bodů určených technologií GNSS.

Dohromady bylo zřízeno 17 pomocných bodů, z nichž se uskutečnilo zaměření podrobných bodů. Technologií GNSS bylo vybudováno 7 bodů a zbylých 10 bodů bylo zřízeno metodou rajónů. Všechny nově zřízené pomocné body byly využity jako

stanoviska a také jako orientace při měření podrobných bodů. Nově vybudované body byly stabilizovány pomocí nastřelovacích hřebů do zpevněné plochy a v terénu pomocí dřevěných kolíků. Na obrázku 3.2 je zobrazeno schéma měřické sítě, další vysvětlivky a veškeré náležitosti ke schématu měřické sítě lze nalézt v příloze 3.1.1 PN_PMS.pdf



Obr. 3.2 Schéma měřické sítě

3.4 Použité přístrojové vybavení

Pro zaměření zadané lokality bylo použito několik přístrojů. Tyto přístroje jsou:

GNSS Přijímač: Trimble R4 GNSS 3. generace

Parametry přístroje [11]:

- 220 kanálů s podporou GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU
- Kompaktní přijímač – integrovaný GNSS přijímač, anténa, rádio modem a vyměnitelná Li-Ion baterie
- R-Track technologie
- Bluetooth komunikace
- Vícebodový vstup, sub milimetrová stabilita fázového centra i ve výšce
- Interní paměť v přijímači pro post procesní měření lze data ukládat přímo do přijímače
- Lze použít jako základnový přijímač s integrovaným vysílacím rádio modemem

Na následujícím obrázku 3.3 je GPS a přepravní kufřík s veškerým příslušenstvím.



Obr. 3.3 Trimble R4 GNSS 3. Generace [11]

Totální stanice: Topcon GPT-3003N

Parametry přístroje [12]:

Elektronická totální stanice Topcon GPT-3003N vybavená pulsním dálkoměrem, umožňujícím i měření bez odrazného hranolu. Podoba přístroje je představena na obrázku 3.4.

V níže uvedené tabulce 3.1 jsou popsány hlavní parametry přístroje Topcon GPT-3003N.

Tab. 3.1 Parametry přístroje [12]

Dosah bez odrazeného hranolu	1 200 m
Přesnost měření směrů dána střední chybou	1,0 mgon
Rozlišovací schopnost displeje	2 ^{cc}
Měření délek s přesností	3mm + 2ppm*D
Dosah dálkoměru na hranol	3 000 m
Zvětšení dalekohledu	30krát
Interní paměť	8 000 bodů



Obr. 3.4 Totální stanice: Topcon GPT-3003N [13]

Další použité pomůcky:

- Stativ
- Pásmo
- Svinovací dvoumetr
- Odrazný hranol a výtyčka

4 MĚŘICKÉ PRÁCE

Podrobné měření sadu Svobody a zlínského zámku probíhalo během dvou týdnů v červenci 2016. Konkrétně v rozmezí dnů 8.7. - 14. 7. 2016 a 24. 7. - 28. 7. 2016. Měřické práce byly prováděny v závislosti na okolních podmínkách, jako jsou například povětrnostní vlivy.

Měření bylo uskutečňováno většinou v odpoledních hodinách, kdy se teplota pohybovala v rozmezí 25 až 35 °C. Proto bylo nutné vždy před měřením zavést do totální stanice příslušné hodnoty teploty a tlaku, jejichž nesprávné nastavení by mohlo částečně ovlivnit měření.

4.1 Technologie GNSS

Pomocí technologie GNSS byla částečně zřízena síť pomocných měřických bodů (body 4001 až 4007) a dále síť pro nezávislé kontrolní zaměření výškopisu (body 5001 až 5004). Všechny zřízené body byly stabilizovány nastřelovacím hřebem do živičného povrchu. Měření byla provedena dvakrát na všech bodech metodou RTK. Aby bylo dosaženo nezávislého měření a tím tedy i rozdílného postavení družic, bylo měření provedeno s časovým odstupem 7 hodin.

Podle §18 vyhlášky č. 311/2009 sb., v příloze bod 9 odst. 9.5: [14]

„Opakované měření GNSS musí být nezávislé a musí být tedy provedeno při nezávislém postavení družic, tzn., že opakované měření nesmí být provedeno v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalech:

$$<-1 + n*k; n*k + 1> \text{ hodin}$$

kde:

k je počet dní a může nabývat pouze hodnot nezáporných celých čísel,

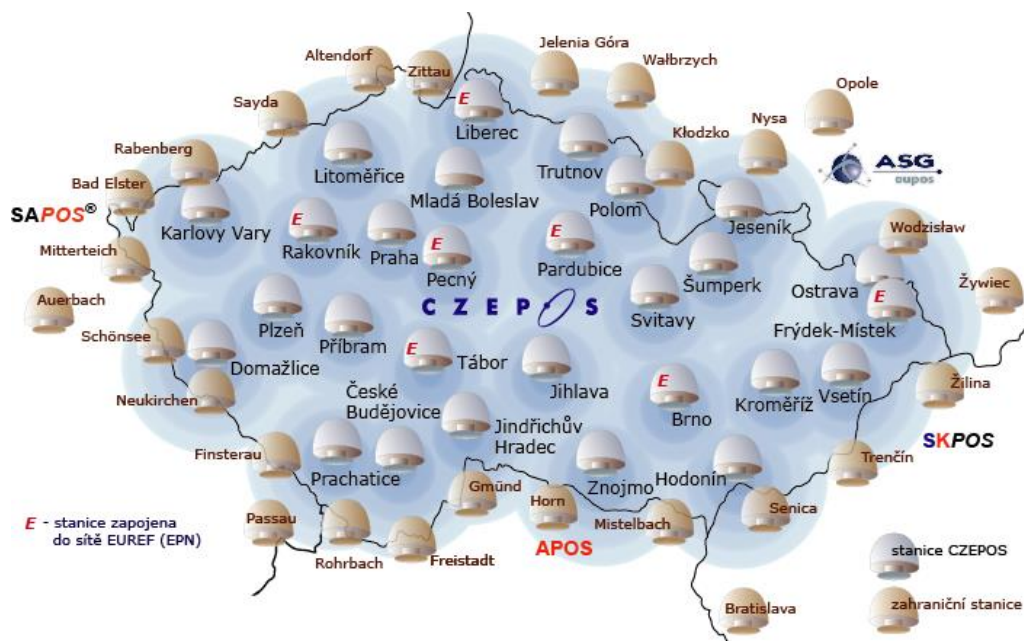
n = 23,9333 hodin (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS-NAVSTAR a 22,5000 hodin (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.“

RTK je kinematická metoda v reálném čase, která využívá přenosu korekcí fázových měření od referenčního k pohybujícímu se přijímači. Metoda je uplatňována při určování souřadnic podrobných bodů, bodů podrobného bodového pole a především při vytyčování.

Princip RTK, který byl použit při měření technologií GNSS je následující: [14] „Na rover stanici se v reálném čase přijímají kromě vlastních dat ze satelitů také korekce nutné pro úspěšné řešení ambiguit. Korekce jsou opravy chyb hodin pro jednotlivé satelity a chyb z atmosféry (získané na základě známé polohy referenční stanice). Korekce jsou předávány buď ze satelitu – systém SBAS, v Evropě EGNOS, nebo z pozemních bází.“

Zdrojem korekcí z pozemních bází mohou být buď vlastní báze, vypočtené korekce nějaké sítě nebo báze nějaké permanentní sítě. Při použití korekcí u měření fázového hovoříme o RTK, u měření kódového o DGNSS (často používaný termín je DGPS). Prostorová přesnost metody RTK se pohybuje mezi 30-50 mm. [15]

Korekce potřebné pro technologii GNSS byly získány ze sítě permanentních stanic CZEPOS, která poskytuje korekční data pro přesné určení pozice na území České republiky uživatelům globálních navigačních satelitních systémů. Na území České republiky je rozmístěno celkem 23 permanentních stanic spadajících do sítě CZEPOS. [16] Jejich rozmístění je ukázáno na obrázku 4.1.



Obr. 4.1 Síť permanentních stanic CZEPOS [16]

4.2 Rajón

Pro zhuštění měřické sítě byla kromě technologie GNSS využita i metoda rajónu. Pomocí rajónů bylo zřízeno celkem 9 bodů (4008 až 4017). Body byly stabilizovány pomocí nastřelovacích hřebů do asfaltového povrchu, případně do dlažby. Na nezpevněné ploše byly body zajištěny dřevěným kolíkem.

Všech 9 bodů zřízených pomocí rajónů bylo využito jako měřické stanoviště pro podrobné měření, tak i jako bod orientační.

Rajón je definován jako: [17] „*Vektor dané délky a daného směru (orientovaná úsečka) sloužící ke geodetickému zaměření a určení polohy, příp. i výšky (pravoúhlých souřadnic, příp. i výšky) nového geodetického bodu z geodetických bodů, jejichž poloha již byla určena a dokumentována.*“

Při budování měřické sítě byl použit jak jednonásobný rajón, tak i dvou a trojnásobný rajón.

Délka rajónu může být nejvýše 1 000 m a přitom maximálně o 1/3 větší než je délka měřické přímky, na kterou je rajón připojen. Délka rajónu nesmí být větší, než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu. Délka volného polygonového pořadu, tedy nejvýše tří na sebe navazujících rajónů, je maximálně 250 m. [10]

Všechny výše uvedené požadavky na konstrukci rajónů dle Návodu pro obnovu katastrálního operátu byly při zhuštění pomocné měřické sítě dodrženy.

4.3 Podrobné měření

Na základě zadání proběhlo měření podrobných bodů pomocí metody tachymetrie. Měření bylo uskutečněno pomocí totální stanice Topcon GPT-3003N a téměř ve všech případech byl využit i odrazný hranol na výtyčce. Bezhranolového měření bylo využito pouze v případě měření několika bodů na obvodu zámku, které byly z důvodu vegetace nepřístupné. U těchto bodů je tedy určena jen jejich poloha. U bodů měřených na odrazný hranol je současně určena výška i poloha pomocí totální stanice.

Před zahájením měření bylo nutné pro splnění požadavku určení výšek podrobných bodů změřit výšku přístroje na každém měřickém stanovisku. Metodou tachymetrie bylo změřeno celkem 1022 bodů.

Tachymetrie je metoda kdy: [18] „*Poloha a výška jednotlivých bodů se získávají měřením polárních souřadnic tj. vodorovného, svislého úhlu a délky ze stanoviska k jednotlivým bodům. Převýšení mezi určeným bodem a stanoviskem se počítají z měřené délky a zenitového úhlu. Osnovy měřených vodorovných směrů se orientují pomocí směrnic vypočtených ze souřadnic stanoviska a daných bodů v okolí, jejichž souřadnice jsou také známy. Měří se totálními stanicemi. Dnes se již prakticky nesetkáme s použitím optických dálkoměrů. Okruh území, které lze zaměřit z jednoho stanoviska, je omezen dosahem dálkoměrů, tvarem terénu, porostem a zpravidla nepřesahuje několik set metrů.*“

Přesnost měření a registrace délek při podrobném měření by měla být na 0,01 m. U směrů je přesnost měření a registrace stanovena na hodnotu alespoň 0,0010 gon.

Na měřickém stanovisku se zaměří vždy orientace na nejméně dva body polohových bodových polí nebo na pomocné body a na nejméně jeden z nich se měří také délka. Výjimka je při orientaci na dva trvale signalizované nepřístupné body.

Vzdálenost určeného podrobného bodu od stanoviska musí být menší nebo rovna 1,5násobku délky nejvzdálenější orientace. V případě, že není možné zaměřit více než jeden orientační směr, se orientace ověří na kontrolně zaměřeném podrobném bodu určeném z jiného stanoviska. To je možné v případě, že se na měřickém stanovisku pro kontrolu zaměří nejméně jeden podrobný bod určený také u jiného stanoviska.

Mezi měřené prvky řadíme také křivkové prvky polohopisu, dále budovy a vodní díla, různá rozhraní, apod. Jako křivkové prvky polohopisu označujeme kružnicový oblouk, kružnici a obecné křivky. Jejich zaměření probíhá následovně:

a) Kružnicový oblouk – 3 body, (začátek, střed a konec měřeného oblouku)

b) Kružnice

- třemi body rovnoměrně rozloženými na obvodu kružnice
- nebo středem kružnice a poloměrem (vyznačí se v měřickém náčrtu)

c) Obecné křivky

- nahrazují se úsečkami,
- jejich délka se volí tak, aby se žádný bod na úsečce od skutečného průběhu hranice neodchýlil o více než 0,1 m

Při měření je potřeba rozlišovat podrobné tvary předmětů polohopisu, pokud dosahuje délka přímé spojnice lomových bodů alespoň 0,10 m. [10] Předmětem podrobného měření jsou kromě křivkových prvků polohopisu také budovy a vchody do objektů a vstupy na pozemky. U budov je třeba zaměřit také výklenky a výstupky větší než 0,5 mm v měřítku mapy, což v tomto případě (1:500) odpovídá ve skutečnosti 25 cm. Vchody do objektů a vstupy na pozemky je třeba zaměřit ve skutečném umístění, nikoli jejich středem. Dále jsou předmětem měření rozhraní vozovky, chodníku a další rozhraní. [10]

Měření výklenků a výstupků bylo realizováno při měření strany zámku orientované na východ.

Hustota podrobných bodů byla volena s ohledem na splnění požadavku jejich rozestupu 2 až 3 cm v měřítku mapy.

Po zaměření podrobných bodů vystihujících charakter terénu a všech prvků polohopisu v celé zadané lokalitě bylo provedeno nezávislé kontrolní měření výšek jednoznačně identifikovatelných podrobných bodů. [10]

Jednoznačně identifikovatelným bodem je: [19] „*Bod označený v terénu měřickou značkou (mezíkem, kolíkem apod.), rohem zdi, rohem plotu apod., jehož polohu lze v terénu opakovaně identifikovat se střední souřadnicovou chybou, která nepřesahuje čtvrtinu hodnoty střední souřadnicové chyby stanovené pro podrobné polohové body v dané třídě přesnosti mapování.*“

4.4 Měřický náčrt

Během podrobného měření lokality byl veden výškopisný měřický náčrt. Měřický náčrt obsahuje grafické a dříve vždy i číselné vyjádření výsledků podrobného měření a šetření, které je podkladem pro zobrazování. [20] Celá lokalita byla vykreslena na celkem

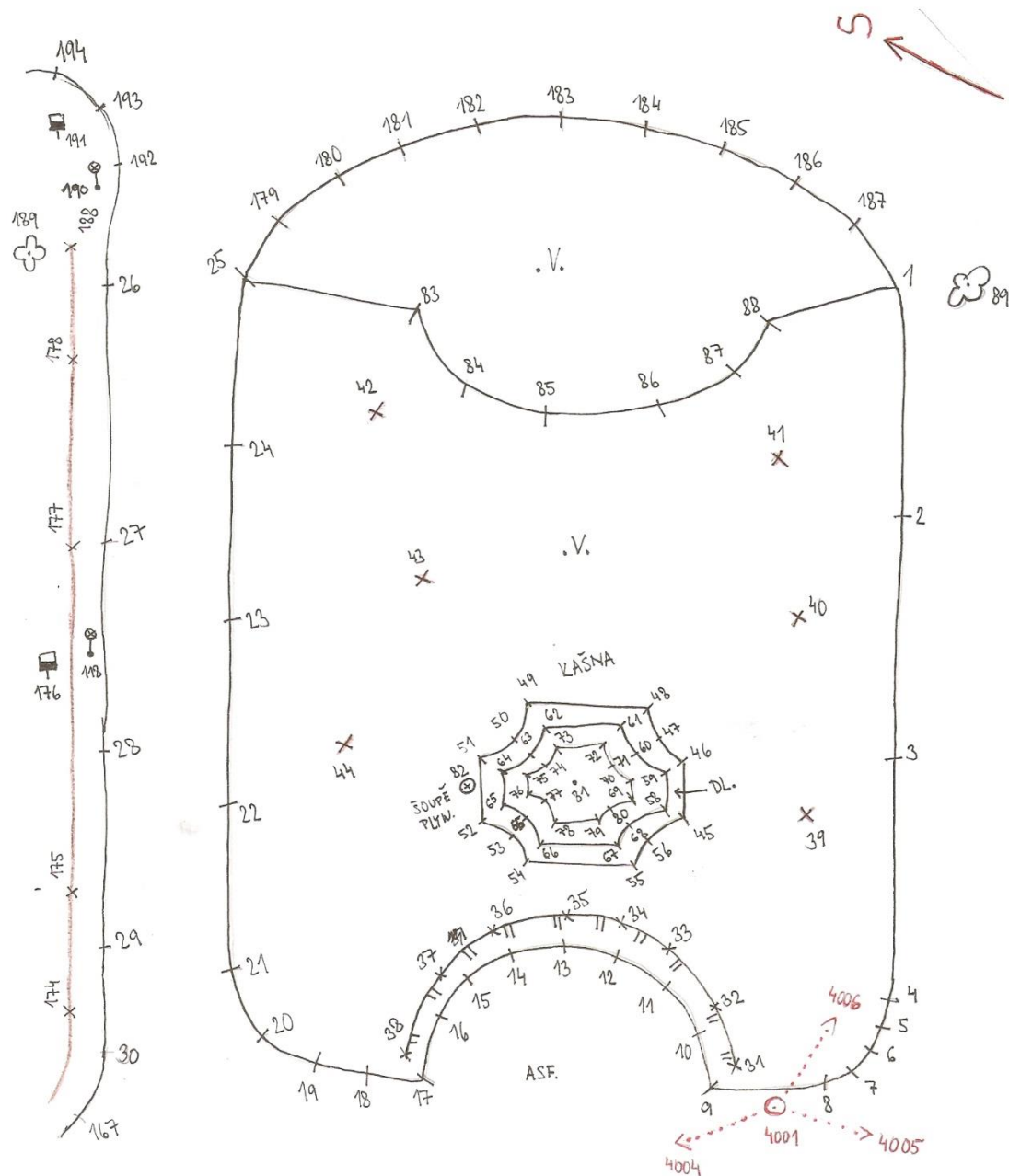
12 výškopisných měřických náčrtech. Vyhotovené náčrty jsou blokové, bez využití polohopisných podkladů.

Po skončení měřických prací byly náčrty adjustovány:

- **hnědě** byly vyznačeny údaje z tachymetrického výškopisného měření a hrany terénních stupňů
- **červeně** čárkovaně rajóny a řídce tečkovaně orientační směry, dále pomocné měřické body a jejich čísla a orientace náčrtu k severu
- **černě** byly zobrazeny typy kultur a povrchů příslušnou mapovou značkou a zkratkou, dále ostatní předměty měření příslušnou mapovou značkou

Podrobné body byly vyznačeny ležatým křížkem a svým pořadovým číslem v příslušné barvě. Podtržením čísla bodu se v náčrtu vyznačily opakovaně určené podrobné body. Součástí měřického náčrtu je také v levém horním rohu číslo náčrtu a název katastrálního území. V dolním rohu je umístěno popisové pole, které obsahuje poslední použité číslo podrobného bodu, datum a jméno vyhotovitele. [10] Ukázku adjustovaného náčrtu vyhotoveného současně s měřením lokality představuje obrázek 4.2.

1. ZLÍN



Poslední použité číslo bodu: 194
 vyhotovil: Venený Petr
 datum: 9.7.2016

Obr. 4.2 Ukázka měřického náčrtu

5 ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÍ

Pro započetí výpočetních prací, jejichž výsledkem byly vypočítané souřadnice všech zaměřených podrobných bodů v zadané lokalitě pro tvorbu účelové mapy, bylo nutné stáhnout patřičná naměřená data z přístrojů, kterými bylo měření provedeno.

Stažení dat bylo uskutečněno pomocí aplikace bluetooth z přístroje Trimble R4-3 a z totální stanice Topcon GPT-3003N pomocí programu GeomanW. Z přístroje Trimble R4-3 byl stažen soubor ve formátu *.txt a z totální stanice Topcon GPT-3003N byla naměřená data převedena pomocí programu GeomanW do formátu s koncovkou ZAP.

Veškeré výpočetní práce byly prováděny v programu Groma 11.0.

Před prováděním výpočetních operací bylo třeba nejprve správně nastavit prostředí programu Groma.

Správným nastavením se rozumí například příslušný počet desetinných míst pro výpis všech údajů, dále je nezbytné nastavení měřítkového koeficientu. Měřítkový koeficient nebo někdy také měřítkový faktor se používá pro určení korekcí délek z kartografického zobrazení a z nadmořské výšky. Tento měřítkový koeficient nebyl nastavován v totální stanici před měřením, ani při stahování dat pomocí programu GeomanW. Nastaven byl pouze jednou a to před výpočtem polární metody v programu Groma. Pro stanovení tohoto koeficientu byla spočítána průměrná souřadnice zadané lokality z bodů určených technologií GNSS.

Korekce fyzikální, dány teplotou a tlakem, byly zadány přímo do totální stanice ještě před započtím měření, takže jejich použití již nebylo nutné opakovat. Nakonec bylo nutné také nastavení tolerancí. Tyto tolerance jako minimální úhel protnutí u průsečíků a protínání, maximální oprava orientace, maximální oprava or. délky, maximální oprava or. převýšení, dále rozdíl v dvakrát měřené délce, úhlový uzávěr, polohová odchylka a maximální střední chyba transformačního klíče byly nastaveny dle návodu pro obnovu KO.

5.1 Výpočet bodů pomocné měřické sítě

Část pomocné měřické sítě byla vybudována pomocí technologie GNSS. Technologie GNSS metodou RTK nám umožňuje získání pravoúhlých souřadnic a nadmořské výšky přímo v reálném čase. Výsledkem této metody je soubor formátu *.txt, který obsahuje zprůměrované souřadnice určené z dvojího nezávislého měření tak, aby bylo dodrženo nezávislé postavení družic. Souřadnice bodů určené technologií GNSS jsou zobrazeny v tabulce 5.1.

Tab. 5.1 Seznam souřadnic bodů pomocné měřické sítě určené pomocí technologie GNSS

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
4001	521 304,23	1 165 088,46	219,68
4002	521 361, 53	1 165 132,53	218,85
4003	521 375,16	1 165 089,14	218,31
4004	521 320,91	1 165 065,49	219,19
4005	521 295,24	1 165 111,47	219,78
4006	521 263,74	1 165 100,99	220,01
4007	521 329,47	1 165 157,88	219,80

Výpočet dále pokračoval zpracováním zbývajících částí bodů pomocné měřické sítě určených metodou rajónů. Jejich výpočet byl uskutečněn v programu Groma pomocí funkce polární metoda. Výsledné souřadnice z programu groma určené metodou rajónů jsou uvedeny v tabulce 5.2.

Tab. 5.2 Seznam souřadnic bodů pomocné měřické sítě určených metodou rajónů

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H [m]
4008	521 249,81	1 165 049,77	219,69
4009	521 218,04	1 165 098,12	222,09
4010	521 217,04	1 165 061,58	220,49
4011	521 216,93	1 165 117,91	222,58
4012	521 299,46	1 165 155,40	220,92
4013	521 293,21	1 165 172,99	222,07
4014	521 235,68	1 165 138,71	222,43
4015	521 368,96	1 165 222,72	222,60
4016	521 388,88	1 165 173,49	220,15
4017	521 317,95	1 165 079,18	219,55

5.2 Vyrovnání sítě

Pro zpřesnění výsledků měření byla vybudovaná pomocná měřická síť vyrovnána v programu Groma. Souřadnice uvedené výše vstoupili do vyrovnání jako přibližné a síť byla vyrovnána jako volná. Způsob připojení sítě byl pomocí Helmertovi transformace.

Výsledek vyrovnání byl testován poměrem apriorní jednotkové střední chyby a jednotkové střední chyby aposteriorní, určené na základě vyrovnání. Uvedený poměr by se měl co nejvíce blížit k hodnotě 1. [21]

Z důvodu co největšího přiblížení k hodnotě 1, byly v průběhu vyrovnání některé měření vyloučeny a vyrovnání opakováno. Výsledný poměr apriorní a aposteriorní jednotkové střední chyby a výsledné vyrovnané souřadnice jsou uvedeny v příloze 3.4.2 Vyrovnání.pdf

5.3 Výpočet podrobných bodů

Zpracování měření pokračovalo výpočtem podrobných bodů za pomoci funkce polární metoda dávkou, která umožňuje vypočítat celý seznam naměřených hodnot. Při dávkovém výpočtu je nutné zadat vstupní a výstupní soubor. Při výpočtu automaticky vznikají protokoly o výpočtech, které jsou následně v textové formě ukládány. Výsledné seznamy souřadnic je možné uložit v libovolném formátu. V případě výpočtu podrobných bodů pro měřenou lokalitu sadu Svobody byl zvolen výstup do textového souboru. V textovém souboru byly souřadnice zobrazeny v pořadí Y a X v S-JTSK a na třetím místě byla uvedena výška v systému Bpv.

Pro výpočet podrobných bodů, které nebyly viditelné z vybudovaných měřických stanovisek podrobné měřické sítě, byla zvolena typová úloha konstrukčních oměrných.

Pomocí metody konstrukčních oměrných bylo vypočítáno 10 bodů a poloha 4 bodů byla na základě této úlohy opravena.

Tato úloha je určena pro zaměřování pravoúhlých výstupků objektu, kdy dané body jsou vždy 2 a maximálně počet určovaných je 8. Lze určovat pravoúhlé výstupky do velikosti maximálně 5 metrů. Důležité je uvádět dané body jako první a poslední bod záznamu. [10]

6 TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI

6.1 Testování souřadnic X, Y

Výpočet rozdílů souřadnic identických bodů

$$\Delta x = x_m - x_k ; \Delta y = y_m - y_k$$

x_m, y_m ...souřadnice podrobného bodu polohopisu

x_k, y_k ...souřadnice téhož bodu z kontrolního určení

Výpočet středních chyb souřadnic

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{kN} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2} ; S_y = \sqrt{\frac{1}{kN} \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}$$

k...hodnota koeficientu = 2

N...počet identických bodů

Výpočet výběrové střední souřadnicové chyby

$$S_{xy} = \sqrt{0,5(S_x^2 + S_y^2)}$$

Výběrová střední souřadnicová chyba musí vyhovovat kritériu,

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

kde $\omega_{2N} = 1,1$ a $u_{xy} = 0,14$

Výpočet polohové odchylky

$$\Delta P = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

Polohová odchylka musí vyhovovat kritériu

$$|\Delta P| \leq 1,7 u_{xy}$$

6.2 Testování výšek

Výpočet rozdílů výšek identických bodů

$$\Delta H = H_m - H_k$$

Výpočet výběrové střední výškové chyby

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{kN} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2}$$

k...hodnota koeficientu = 2

N...počet identických bodů

Hodnota rozdílu výšek musí vyhovovat kritériu

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

Výběrová střední souřadnicová chyba musí vyhovovat kritériu,

$$S_H \leq \omega_N u_H \dots \text{na zpevněném povrchu}$$

kde $\omega_N = 1,1$ a $u_H = 0,12 \text{ m}$

Zvolené kontrolní body vyhovují všem kritériím podle ČSN 01 3410. [23] Jako kontrolně určené body byly zvoleny především jednoznačně identifikovatelné rozhraní druhů povrchů, rohy budov, apod.

Kompletní testování přesnosti je uvedeno v příloze 3.6 Testování.

7 TVORBA MAPY

Účelová mapa byla vyhotovena v programu Microstation PowerDraft V8i s pomocí využitelných nadstaveb. Nejprve byl založen výkres, dále definovány vrstvy a načteny vypočtená data. K jejich importu byla využita aplikace Groma MDL, kde byly nadefinovány atributy prvků podle zadané atributové tabulky.

Grafická stránka účelové mapy byla zpracována dle ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek – kreslení a značky. Prvky polohopisu a výškopisu byly vykresleny na podkladě měřických náčrtů vyhotovených v terénu současně s měřením. Kresba byla dále doplněna o značky, názvy a popisy povrchů a také o průsečíky sítě pravoúhlých souřadnic.

Součástí výsledné účelové mapy je také popisové pole, které je umístěno zpravidla v pravém dolním rohu. Popisové pole obsahuje název, měřítko, výškový a souřadnicový systém, datum zpracování a katastrální území, dále formát, měřiče a osobu, která provedla ověření. Nad popisovou tabulkou je umístěna legenda, která udává vysvětlení použitých symbolů ve výkresu. Nezbytnou součástí je i směrová růžice zobrazující směr kresby k severu.

Výškopis je vyjádřen pomocí výškových kót a vrstevnic. Interpolace vrstevnic proběhla v programu Kokeš, kde byl nejprve založen soubor s příponou *.vyk a následně importován seznam souřadnic pro interpolaci s příponou *.ss. Byl použit nástroj interpolace vrstevnic, kterou: [22] „*provádíme zpravidla u plánů a map velkých měřítek. Základní podmínkou použití této interpolace je požadavek, aby mezi nejbližšími výškovými body byl stejnoměrný sklon terénu. Tuto podmínku lze splnit právě u velkoměřítkového mapování.*“

Body vzniklé interpolací v programu Kokeš byly následně vytisknuty do textového souboru a nahrány do programu Microstation PowerDraft V8i, kde byly vykresleny vrstevnice a doplněny o jejich popis.

Na závěr byl upraven počet desetinných míst u výškových kót a to na 2 desetinná místa na zpevněné ploše a na nezpevněné na 1 desetinné místo. Všechny výškové kóty byly redukovány pouze na jednotky metru pro udržení přehlednosti výkresu.

8 ZÁVĚR

Stěžejním výsledkem této bakalářské práce je účelová mapa v měřítku 1:500 pro lokalitu sadu Svobody ve Zlíně.

Při měření bylo na rozloze přibližně 18 000 m² části sadu Svobody z důvodu nevyužitelnosti bodů bodových polí zřízeno 17 bodů pomocné měřické sítě. Technologií GNSS bylo vybudováno 7 bodů a metodou rajónů 10 bodů pomocné měřické sítě. Z těchto 17 bodů pomocné měřické sítě bylo celkem zaměřeno 1022 podrobných bodů v rozmezí dní 8.7. - 14. 7. 2016 a 24. 7. - 28. 7. 2016.

Veškeré výpočty byly uskutečněny v programu Groma 11.0. Polohopisná složka byla připojena do souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškopisná složka do systému Baltského po vyrovnání (Bpv). Pro vytvoření vrstevnic byl využit program Kokeš. Výsledná účelová mapa byla vykreslena se všemi náležitostmi v programu Microstation PowerDraft V8i. Přesnost a obsah výsledné účelové mapy je v souladu s normou ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy a s normou ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky.

Vyhotovená účelová mapa bude předána oddělení pozemkové a nebytové správy města Zlína.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Vítejte ve Zlíně — Turistický informační portál města Zlína. *Vítejte ve Zlíně — Turistický informační portál města Zlína* [online]. Copyright © 2017 [cit. 18. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.ic-zlin.cz/>
- [2] Historie a současnost Zlína. OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA ZLÍNA. *OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA ZLÍNA* [online]. Copyright © 2017 Magistrát města Zlína. [cit. 18. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.zlin.eu/historie-a-soucasnost-zlina-cl-5.html>
- [4] Zlínský zámek. *Zlínský zámek* [online]. Copyright © 2017 [cit. 18. 4. 2017]. Dostupné z: <http://zlinskyzamek.cz/historie.php>
- [5] O zlínských parcích a zeleni. *Zlínské eStránky* [online]. Copyright © 2017 eStránky.cz. [cit. 18. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.zlin.estranky.cz/clanky/pele-mele--odkazy/zlinske-parky-a-zelen.html>
- [6] Zlínský zámek. OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA ZLÍNA. *OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA ZLÍNA* [online]. Copyright © 2017 Magistrát města Zlína [cit. 18. 4. 2017]. Dostupné z: <https://www.zlin.eu/zlinsky-zamek-cl-277.html>
- [7] Budova zlínského zámku. *Home page* [online]. Copyright © 2017 [cit. 18. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.architekturazlin.cz/budova-zlinskeho-zamku>
- [8] Slovník VÚGTK. *VÚGTK, v.v.i.* [online]. Copyright © 2005.[cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/4534_rekognoskace-terenu
- [9] ODROČENO - Pád stromu u soudu - Zlínský deník. *Zlínský deník* [online]. Copyright © [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://zlinsky.denik.cz/zlociny-a-soudy/sledujte-on-line-pad-stromu-u-soudu.html>
- [10] NÁVOD PRO OBNOVU KATASTRÁLNÍHO OPERÁTU A PŘEVOD. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015.

- [11] Trimble R4 GNSS 3. Generace. GEOTRONICS Praha. *GEOTRONICS PRAHA - Váš GEOSHOP* [online]. Copyright © 2017 [cit. 20. 04. 2017]. Dostupné z: <http://geotronics.cz/geodezie/gnss/trimble-r4-gnss-3-generace-2/>
- [12] Totální stanice TOPCON GPT-3003LN, pulsní totální stanice + GPS GARMIN. Geoserver [online]. Copyright © 2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: https://www.geoserver.cz/totalni-stanice/totalni-stanice/totalni_stanice_topcon_gpt_3003ln_pulsni_totalni_stanice_gps_garmin_-965#popis
- [13] Technologie. R&M GEODATA s.r.o.. *R & M GEODATA s.r.o.* [online]. Copyright © 2017 [cit. 20. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.rm-geodata.cz/technologie>
- [14] Vyhláška, kterou se mění vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů - *Zákony.cz. Zákony.cz - Sbírka zákonů - Smlouvy - ČSN Normy - Judikatura* [online]. Copyright © 2017 Heagl, s.r.o. [cit. 24. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.zakony.cz/zakon-SB2009311>
- [15] ŘÍHA Jan. *Moderní přístrojová technika. Vybrané kapitoly GNSS*. Praha: 2014
- [16] Popis sítě. *Popis sítě* [online]. Copyright © 2017 [cit. 24. 4. 2017]. Dostupné z: <http://czepos.cuzk.cz/>
- [17] Slovník pojmů geodézie, kartografie a katastru nemovitostí. *Geodézie Pokorná - Polák* [online]. Copyright © 2001 [cit. 25. 4. 2017]. Dostupné z: <http://www.geodeziepp.cz/pojmy.htm>
- [18] VONDRÁK, Jiří. *GEODÉZIE II: GEODETICKÁ CVIČENÍ II*. Brno, 2004. VUT Brno

[19] Slovník VÚGTK. *VÚGTK*, v.v.i. [online]. Copyright © 2005 [cit. 28. 4. 2017].
Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/4125_uniquely-defined-point

[20] Slovník VÚGTK. *VÚGTK*, v.v.i. [online]. Copyright © 2005 [cit. 28. 4. 2017].
Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/1153_mericky-nacrt

[21] Menu síť. *Groma* [online]. Copyright © 2017 eStránky.cz. [cit. 16. 5. 2017]. Dostupné
z: http://groma.cz/cz/man/net_net.html

[22] Měření výškopisu. Mário Lenčes [online]. Copyright © [cit. 14. 05. 2017]. Dostupné
z: [http://lences.cz/skola/subory/-%20-%20PREDMETY%20%20\(semester%201%20-%202010\)%20-%20-%20-3-semester/BE01%20-%20Geodezie/vyukove_texty/1838.pdf](http://lences.cz/skola/subory/-%20-%20PREDMETY%20%20(semester%201%20-%202010)%20-%20-%20-3-semester/BE01%20-%20Geodezie/vyukove_texty/1838.pdf)

[23] ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy. Praha: Vydavatelství
norem, 2014.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné Trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Výškový systém Baltský - po vyrovnání
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GNSS	Global Navigation Satellite System (Globální navigační družicový systém)
GPS	Globální polohový systém
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema (Globální družicový navigační systém)
RTK	Real Time Kinematic (měření v reálném čase)
DGPS	Diferenční globální polohový systém
SBAS	Satellite Based Augmentation System
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
CZEPOS	Síť permanentních stanic GNSS České republiky
ČSN	Česká technická norma

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

11.1 Seznam obrázků

Obr. 2.1 Vymezení hranic lokality [zdroj podkladu: nahlizenidokn.cuzk.cz].....	10
Obr. 2.2 Zlínský zámek z východní strany [6].....	10
Obr. 2.3 Zlínský zámek ze západní strany [7].....	11
Obr. 3.1 Foto lokality [9].....	12
Obr. 3.2 Schéma měřické sítě.....	14
Obr. 3.3 Trimble R4 GNSS 3. Generace [11].....	15
Obr. 3.4 Totální stanice: Topcon GPT-3003N [13].....	16
Obr. 4.1 Sít' permanentních stanic CZEPOS [16].....	19
Obr. 4.2 Ukázka měřického náčrtu.....	24

11.2 Seznam tabulek

Tab. 3.1 Parametry přístroje [12].....	16
Tab. 5.1 Pomocné měřické body určené pomocí GNSS.....	26
Tab. 5.2 Pomocné měřické body určené metodou rajónů.....	27

12 SEZNAM PŘÍLOH

1. Přehledný náčrt bodového pole a pomocné měřické sítě
2. Účelová mapa
3. CD
 - 3.1 Přehledný náčrt bodového pole a pomocné měřické sítě
 - 3.1.1 PN_PMS.dgn
 - 3.1.2 Body.dgn
 - 3.2 Účelová mapa
 - 3.2.1 Účelová mapa.dgn
 - 3.3 Zápisníky měření
 - 3.3.1 GNSS.pdf
 - 3.3.2 GNSS_Průměry.pdf
 - 3.3.3 Zápisník měření polární metody.pdf
 - 3.3.4 Zápisník kontrolního měření.pdf
 - 3.4 Výpočetní protokoly
 - 3.4.1 GNSS.pdf
 - 3.4.2 Vyrovnání.pdf
 - 3.4.3 Výpočet podrobných bodů.pdf
 - 3.4.4 Kontrolní měření.pdf
 - 3.5 Seznam souřadnic
 - 3.5.1 Body pomocné měřické sítě.pdf
 - 3.5.2 Podrobné body.pdf
 - 3.6 Testování přesnost
 - 3.6.1 Ověření_XY.pdf
 - 3.6.2 Ověření_H.pdf
 - 3.7 Tabulka atributů
 - 3.7.1 Atributová tabulka.pdf
 - 3.8 Geodetické údaje
 - 3.8.1 Geodetické údaje.pdf