

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra krajinného managementu

Vedoucí katedry: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Polohová a výšková detekce části areálu Jihočeské univerzity v Českých
Budějovicích**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Magdalena Maršíková

Autor diplomové práce: Bc. Vladimír Čtvrtník

České Budějovice, 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vladimír ČTVRTNÍK**

Osobní číslo: **Z15318**

Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**

Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Polohová a výšková detekce části areálu Jihočeské univerzity
v Českých Budějovicích**

Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je podrobně zaměřit, polohově i výškově, část areálu JU a výsledky měření graficky zpracovat v měřítku 1:500 pro další využití.

1. podrobná rekognoskace lokality, vyhledání a ověření stávajícího bodového pole.
2. volba, stabilizace a zaměření bodového pole.
3. danou lokalitu zaměřit vhodně zvolenými geodetickými metodami.
4. provést navazující výpočetní práce.
5. vyhotovit grafické přílohy s příslušnými náležitostmi.
6. vyhodnotit dosaženou přesnost grafického podkladu.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Hánek, P., a kol.: Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí. České Budějovice 2008
Ratiborský, J.: Geodézie 10. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005, 2. vydání.
Skořepa, Z.: Geodezie 10, 20. (Návody na cvičení) Doplnkové skriptum. Praha, 1999 Vydavatelství ČVUT
Huml, M., Michal, J.: Mapování 10. ČVUT, Praha, 2001
Vitásek, J., Nevosád, Z.: Geodezie I (Měření směrů a úhlů), Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1999
Nevosád, Z., Vitásek, J., Bureš, J.: Geodézie IV. Souřadnicové výpočty. CERM Brno, 2002
Schofield, W.: Engineering Surveying 1. Butterworths, Londýn 1984. Google Commerce Ltd
Fialovszky, L.: Surveying Instruments. Elsevier, Budapest 1991. Google Commerce Ltd
Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod. ČÚZK, Praha, Zákon č. 256/2013 Sb. o katastru nemovitostí
<http://www.cuzk.cz/>

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Magdalena Maršíková**
Katedra krajinného managementu

Datum zadání diplomové práce: **1. března 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2017**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studenteká 1898, 370 05 České Budějovice

L.S.


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan


doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 1. března 2016

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Magdaleně Maršíkové za odborné vedení práce a cenné rady k danému tématu bakalářské práce, dále geodetické kanceláři AGROPOZ CB, s.r.o. za zapůjčení měřických přístrojů a vybavení.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to- v nezkrácené podobě- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 1. dubna 2017

.....

Vladimír Čtvrtník

Abstrakt:

Cílem práce je podrobně zaměřit, polohově i výškově, část areálu JU a výsledky měření graficky zpracovat v měřítku 1:500 pro další využití. Práce představuje souhrn teoretických a praktických technických postupů nezbytných k získání kvalitních výsledků pomocí metod terestrických a GNSS. Výsledkem tohoto projektu je nově vytvořená mapa zachycující současný stav lokality.

Klíčová slova

Geodezie, měření, výškopis, polohopis, tachymetrie, GNSS, mapa

Abstract

The aim of this project is to horizontally and vertically survey part of the area of University of South Bohemia in České Budějovice and graphically process data in scale of 1:500. The project is comprised of the theoretical and practical technical process of obtaining results by terrestrial and GNSS methods. The final product of this project is newly created map showing the current status of the site.

Key words

Geodesy, surveying, altimetry, topography, tacheometry, GNSS, map

Obsah

1	Úvod	11
2	Zadání území	12
3	Přípravné práce	13
3.1	Geodetické základy.....	13
3.1.1	Polohopisné geodetické základy.....	13
3.1.2	Výškopisné geodetické základy	15
3.2	Rekognoskace bodových polí	16
3.3	Podklady pro práci	17
3.4	Měřický náčrt.....	18
3.5	Volba nových bodů.....	21
3.5.1	Číslování pomocných bodů	22
3.5.2	Stabilizace a signalizace pomocných bodů.....	22
3.6	Rekognoskace lokality.....	23
3.7	Charakter území:	24
3.8	Přístroje a pomůcky	25
4	Měřické práce	25
4.1	Vybudování pomocné měřické sítě	25
4.2	Přesnost bodů (náležitosti sítě).....	26
4.3	GNSS	27
4.3.1	GPS	27
4.3.2	WGS – 84	28
4.3.3	CZEPOS	29
4.3.4	Přesnost systému GNSS	29
4.4	Zaměření nově určovaných bodů metodou GNSS-RTK.....	29
4.5	Měření podrobných bodů	32
4.6	Zásady podrobného měření.....	32
4.7	Metody měření podrobných bodů	34
4.7.1	Metoda ortogonální	35
4.7.2	Konstrukční oměrné.....	35
4.7.3	Kontrolní oměrné.....	36
4.7.4	Tachymetrie.....	37
4.8	Volba podrobných bodů	37
4.9	Číslování podrobných bodů.....	39
4.10	Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu	40

4.11	Záznam výsledků měření	42
5	Výpočetní práce.....	42
5.1	Souřadnice bodů získané metodou GNSS-RTK	43
5.2	Popis a nastavení výpočetního programu GROMA.....	44
5.3	Podrobné body	44
5.4	Výpočet podrobných bodů	45
5.5	Přesnost bodů.....	49
6	Zobrazovací práce	50
6.1	Zásady tvorby účelových map.....	51
6.2	Popis programu Microstation.....	51
6.3	Tvorba obsahu účelové map	52
6.3.1	Polohopis	55
6.3.2	Výškopis.....	58
6.3.3	Popis.....	60
6.4	Kartografická generalizace	61
7	Závěr	62

Seznam použitých zkratk

Bpv	Balt po vyrovnání
ČR	Česká Republika
ČSNS	Česká státní nivelační síť
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GNSS	globální navigační satelitní systém
GPS	globální polohový systém
JČU	Jihočeská univerzita
NAVSTAR	navigation systém using time and ranging
PBP	polohové bodové pole
PPBP	podrobné polohové bodové pole
PDOP	position dilution of precision
S-JTSK	systém – jedná trigonometrická síť katastrální
WGS 84	world geodetic system 1984
ZhB	zhušťovací body
ZPBP	základní polohové bodové pole

1 Úvod

Tématem této diplomové práce bylo podrobné polohové i výškové zaměření části areálu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (JČU) a následné zpracování grafického plánu v měřítku 1:500 na základě těchto přímo měřených dat pro další využití. Jedná se o východní část areálu univerzity, který byl rozdělen na dvě poloviny ulicí Studentská. Do obvodu zájmového území však není zahrnuta budova Zemědělské fakulty a Fakulty rybářství a ochrany vod a její blízké okolí. Západní část areálu univerzity zpracoval ve své diplomové práci Bc. Filip Trapek. Výsledné grafické plány spolu tedy těsně sousedí. JČU se nachází v západní části Českých Budějovic na samotné hranici intravilánu v katastrálním území České Budějovice 2. Celková rozloha mapovaného území dosahuje přibližně velikosti 15 ha.

První provedenou prací bylo zjištění aktuálního skutečného stavu pochůzkou terénem, takzvanou rekognoskací. Během této činnosti byly zjištěny skutečnosti, které by mohly ovlivnit podrobné zaměření polohopisu a výškopisu, a současně bylo rozhodnuto o rozvržení pomocné měřické sítě potřebné k zajištění kvalitního připojení podrobného měření k referenčním souřadnicovým systémům, jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a Balt po vyrovnání (Bpv). Následně byly souřadnice pomocných bodů zjištěny metodou globálních navigačních satelitních systémů (GNSS). Body sloužily jako stanoviště, popřípadě jako orientace při následném podrobném měření.

Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu bylo převážně provedeno metodou tachymetrickou. Zbylé podrobné body byly doměřeny metodou ortogonální a metodou kontrolních oměrných měř. Výsledky měření byly matematicky zpracovány v programu GROMA, a následně transformovány do programu Microstation, ve kterém proběhly grafické práce. Výškopis byl, na podkladě měřených dat, vygenerován v programu Autocad Civil 3D. Následně byl vytvořen grafický plán znázorňující aktuální skutečný stav zadaného území v měřítku 1:500, doplněný o všechny nezbytné přílohy.

Toto téma jsem si zvolil na základě praxe s touto problematikou, neboť podobné práce jsem již dříve vykonával. Současně je toto téma velmi silně provázané s problematikou pozemkových úprav, jelikož polohová a výšková detekce skutečného stavu území tvoří v praxi základ pro mnoho projekčních aktivit či majetkoprávních změn v tomto oboru. Kvalitně zpracovaná geodetická část je tedy neopominutelným základním kamenem každé funkční a dlouhodobě udržitelné pozemkové úpravy.

Diplomová práce obsahuje stanovení cíle v zadaném území a podrobný postup směřující k jeho dosažení. Dále obsahuje metodický, legislativní a teoretický

základ, nezbytný k dosažení kvalitního výsledku. Výsledky projektu jsou podepřeny projektovou dokumentací a dalšími přílohami. Nezbytné formální části práce pak tvoří úvod, závěr a seznam použité literatury.

2 Zadání území

Pro realizaci praktické části diplomové práce byla zvolena část areálu JČU. Univerzita leží mezi sídlištěm Šumava na severu a parkem Stromovka na jihu, od sídliště Šumava je oddělena Branišovskou ulicí táhnoucí se ve směru východ/západ. Celý tento areál se pak nachází v katastrálním území České Budějovice 2.

Hranice areálu JČU pro tento projekt tvoří ulice Branišovská, Na Sádkách, Na Zlaté stoce, Lipová, K. Fleischmanna, na západě je tvoří budovy Biologického centra Akademie věd České Republiky (ČR) a spojovací komunikace tohoto areálu (viz Obr. č.1). Takto zvolená lokalita byla z realizačních důvodů rozdělena na dvě části, a to východní a západní. Východní část je předmětem této diplomové práce, západní částí se pak zabývá diplomová práce Bc. Filipa Trapka.



Obr. č. 1.: Hranice zaměřovaného území. (www.google.cz/maps)

3 Přípravné práce

Přípravné práce zahrnovaly všechny činnosti týkající se zajištění potřebných výchozích legislativních, metodických, oborových a teoretických podkladů, na základě kterých bude možné vytvořit ucelený soubor základních informací týkající se dané problematiky a následně obhájit vlastní zpracované výsledky všech realizovaných činností.

Dalším obsahem přípravných prací bylo zajištění potřebných souborů popisných a geodetických informací, stejně tak jako grafických podkladů a v neposlední řadě také materiální zabezpečení projektu a pořízení měřických aparatur.

Posledním úkolem plánovacích prací bylo rozvržení časového harmonogramu, ve kterém všechny realizované práce proběhly.

3.1 Geodetické základy

Při zaměřování větších územních celků je potřeba si uvědomit, že při všech měřeních se vyskytují nevyhnutelné chyby. Proto se musí při měřických pracích, zejména většího rozsahu, dodržovat takový postup, který omezuje hromadění chyb nebo alespoň snižuje jejich vliv na nejmenší míru. Zásadně se musí postupovat z velkého do malého, tj z celku do podrobností. Každé měření se proto musí opírat o předem vybudovanou síť základních polohově a výškově (případně tíhově) určených bodů, které tvoří tzv. geodetické základy. (RATIBORSKÝ, 2000) Základním bodovým polem je soubor bodů tvořící geodetické základy polohové, výškové a tíhové na území ČR. (Zákon č. 200/1994 Sb.)

Geodetické základy tohoto projektu tvořila nově vytvořená síť pomocných bodů metodou GNSS-RTK. Tato síť byla navržena v referenčním polohovém souřadnicovém systému S-JTSK a v referenčním výškovém souřadnicovém systému Bpv.

3.1.1 Polohopisné geodetické základy

Polohopisné geodetické základy tvoří trigonometrické (trojúhelníkové) síť. Vrcholy těchto trojúhelníků se nazývají trigonometrické body a tvoří tzv. základní polohové bodové pole (ZBPB). Souřadnicový systém je systém určený údaji o referenční ploše, o orientaci sítě na ní, jejím měřítku, referenčním bodu a užitým kartografickým zobrazením.

Zaměření všech bodů probíhá v referenčním souřadnicovém systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). (RATIBORSKÝ, 2000).

Po roce 1918 vznikl požadavek na rychlé vybudování nové jednotné sítě. (CÍSAŘ, 1970) JTSK je definován na ploše Besselova elipsoidu a z něho na náhradní kouli. Z náhradní koule byla síť zobrazena na kužel. Vzhledem k protáhlosti území Československa a jeho pootočení ve směru jihovýchodním, byl kužel přiložen na náhradní kouli v obecné šikmé poloze a pak rozvinut do roviny. Kužel je velmi plochý a jeho vrchol je nad Finským zálivem ve vzdálenosti asi 131 km. Přitom kužel protíná zobrazené území Československa na kouli ve dvou kružnicích tak, aby délkové zkreslení bylo minimální. Mezní hodnoty zkreslení pro 1 km délky dosahují -0,10 m až +0,14 m, což je v katastrálních mapách v měřítku 1 : 2000 menší hodnota, než grafická přesnost 0,1 mm. V rozvinuté rovině kuželového zobrazení je zaveden pravotočivý souřadnicový systém y, x s počátkem ve vrcholu kužele. Osa x byla zvolena v poledníkové rovině procházející vrcholem kužele a má kladný směr na jih. Osa y je orientována na západ. Souřadnicový systém S-JTSK je záměrně umístěn tak, aby celé Československo leželo v jednom kvadrantu s kladnými souřadnicemi. Souřadnice x, y trigonometrických bodů jsou uváděny zpravidla v centimetrech. (VITÁSEK, 1998)

Polohové bodové pole (PBP) tvoří:

- a) ZPBP obsahuje:
 - body Astronomicko-geodetické sítě,
 - body České státní trigonometrické sítě,
 - body geodynamické sítě,
 - body referenční sítě nultého řádu.
- b) Zhušťovací body (ZhB)
- c) Podrobné polohové bodové pole (PPBP) (Vyhláška č. 31/1995 Sb.)

Body ZPBP - trigonometrické body a body PPBP - ZhB jsou vedeny databázově a jsou bezplatně přístupné na internetu. Evidenční jednotkou zůstává jeden triangulační list. Ostatní body PPBP jsou k dispozici na odpovídajících katastrálních úřadech. (BÁRTA, 2005)

3.1.2 Výškopisné geodetické základy

Výškové základy představuje na území ČR Česká státní nivelační síť (ČSNS) vypočítaná ve výškovém systému Bpv. Výchozím výškovým bodem je nula stupnice mořského vodočtu v Kronštadu. (VITÁSEK, 1998) Tento systém platí od roku 1957. Rozdíl mezi současným Baltským systémem a minulým Jadranským je přibližně - 0.400 m. (POKORA, 1984)

Základem ČSNS je nivelační síť I. řádu. Tato síť byla postupně zhušťována nivelačními sítěmi a pořady II., III., a IV. řádu. Body sítě jsou stabilizovány nivelačními značkami, které se prakticky dělí na čepové, hřebové a nivelační kameny. Nacházejí se nejhustěji ve městech a větších obcích, kde jsou osazeny na domech a jsou od sebe vzdáleny jen několik stovek metrů. Mimo obce jsou zpravidla stabilizovány podél komunikací (silnic, cest, řek, potoků a železnic) ve vzdálenosti od několika set metrů až do 1 km, případně 1,5 km. Výškový bod tvoří nejvyšší místo kovové značky, na kterou se klade při měření spodek nivelační latě. Výšky nivelačních bodů jsou uváděny v milimetrech. (VITÁSEK, 1998) Základní nivelační body jsou vhodně rozmístěny po celém území ČR. Z celkového počtu jedenácti bodů je nejznámější základní výchozí bod pro Českou republiku I Lišov, který se nachází cca 10 km od Českých Budějovic. Výšky všech základních nivelačních bodů byly určeny a pravidelně se ověřují pomocí velmi přesné nivelace. (BLAŽEK, 1997)

Výškové bodové pole tvoří:

- a) Základní výškové bodové pole obsahuje:
 - základní nivelační body,
 - body ČSNS I. až III. řádu .
- b) Podrobné výškové bodové pole obsahuje:
 - nivelační síť IV. řádu,
 - plošné nivelační sítě,
 - stabilizované body technické nivelace. (FIŠER, 2004)

Body ČSNS I. a. IV. řádu jsou vedeny databázově a jsou bezplatně přístupné na internetu. Nivelační body jsou číslovány v rámci nivelačních pořadů označením rozlišených podle jednotlivých řádů. Podrobná výšková bodová pole jsou k dispozici na odpovídajících katastrálních úřadech. (BÁRTA, 2005)

Výšky jsou důležitým údajem o geodetických bodech při zaměřování mapových podkladů pro projektování staveb a terénní úpravy pro konstrukci vrstevnic

v mapování, ve vytyčování staveb a terénní úpravy, pro konstrukci vrstevnic v mapování, ve vytyčovacích pracích a v inženýrské geodezii. (NEVOSÁD, 2000)

3.2 Rekognoskace bodových polí

Před zahájením jakýchkoliv měřických prací je vždy nutné vykonat tzv. rekognoskaci terénu, tj. podrobnou prohlídku celého zájmového území. Při rekognoskaci je nutno zjistit stav a využitelnost stávajícího polohového a výškového bodového pole a navrhnout případné zhuštění. (MARŠÍK, 2002) Body dané, určené k připojení, nebo pro orientaci se v terénu nejprve vyhledají. Body se vyhledávají pomocí místopisu v geodetických údajích, geodetickými metodami s využitím výsledků původních měření, nebo prvků vypočtených ze souřadnic, družicovými metodami. Pomocí místopisů se body vyhledávají nejčastěji. Je-li na bodě zřízeno ochranné zařízení je vyhledávání bodu velmi rychlé. (SOUKUP, 2004)

Pokud byl bod nalezen, případně ověřena jeho poloha, může být převzat k využití pro další měření. (SOUKUP, 2004) Rekognoskace na bodech ZPBP a ZhB a údržba ZhB se provádí pouze v rozsahu nezbytném pro rozvržení a zaměření bodů PPBP. (Návod pro obnovu, 2015)

Ze značek pevných PPBP, které jsou použitelné jako stanoviska, musí být z výšky měřického přístroje realizovatelné orientace na body ZPBP nebo PPBP téže nebo vyšší přesnosti. Určovací prvky (délka a směr) bodů PPBP se měří nezávisle nejméně dvakrát. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů. (FIŠER, 2005) U každého daného bodu se kontroluje povrchová stabilizace (značka) a ochranné zařízení. Nevhodné body se ze zhušťování vyřadí. (NEVOSÁD, 2005)

Prvním úkolem, který předcházela vlastní rekognoskaci bodových polí v terénu a samotnému měření, bylo zjištění charakteru rozložení a hustoty stávajících bodových sítí (výškopisných a polohopisných základů) v daném území. K tomuto účelu poskytuje internetový portál Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČUZK) možnost náhledu a využití databáze bodových polí ve formě seznamů souřadnic, místopisů a geodetických údajů. K tomuto účelu byly v dané lokalitě vyhledány body PPBP.

Rekognoskace bodových polí probíhala dne 8. 9. 2016 jako součást celkové rekognoskace lokality. Při vyhledání se ukázala nemožnost využití původně zamýšlených bodů, a to z důvodu jejich absence, nevhodného umístění, nebo nejednoznačného určení. Tyto komplikace přisuzují hlavně v poslední době

intenzivně probíhajícími stavebními a zemními pracemi, při kterých došlo k poškození nebo k přerušení viditelnosti bodů, čímž se staly pro další měření zcela nebo částečně nepoužitelnými.

Vzhledem k tomu, že jednou ze zadaných částí projektu bylo vybudování sítě pomocných bodů stabilizací a zaměřením metodou GNSS-RTK, ukázal se tento postup zajištění geodetických základů pro zaměření podrobných bodů do budoucna výrazně produktivnější. Takovýto postup navíc splňuje všechny predispozice a legislativní parametry tvorby bodového pole pro účely námi vyhotovovaného plánu. Proto bylo od využití stávajících bodových polí zcela upuštěno a projekt se dále zaměřil na budování vlastní sítě pomocných bodů právě metodou GNSS-RTK.

3.3 Podklady pro práci

Pro mapovací práce se využívá všech dosažitelných informací z dosavadních dokumentovaných děl, které vyhovují svou přesností. Získávají se tak údaje o daném bodovém poli (seznamy souřadnic a výšek, geodetické údaje, místopisy, přehledy bodů PPBP), měřické náčrty, využitelné grafické podklady, výpisy místního a pomístního názvosloví a další informace využitelné pro tvorbu mapy. Tyto údaje se zhodnotí vzhledem k jejich aktuálnosti jednak jejich rozborem, jednak se doplní a opraví při místním šetření. (MICHAL, 1985)

Podklady se dělí na polohopisné a výškopisné. Jsou tvořeny dříve vyhotovenými mapami velkých měřítek, plány a měřickými elaboráty, které po příslušném přezkoušení můžeme využít pro tvorbu účelové mapy. Jako podklady mohou také sloužit technické podklady od správců sítí a vedení, které jsou taktéž využitelné pro účelové mapy, a to především znázorněním podzemních a nadzemních vedení. (SOUKUP, 2004)

Za využitelné podklady se považují:

- a) data platného stavu SGI a SPI z ISKN,
- b) výsledky zeměměřických činností založené v měřické dokumentaci katastrálního pracoviště, včetně výsledků vyžádaných podle § 14 odst. 1 zvláštního předpisu a výsledků zeměměřických činností pro tvorbu jiných informačních systémů s ověřenou přesností,
- c) operáty dřívějších pozemkových evidencí pro doplnění pozemků dosud evidovaných zjednodušeným způsobem do SGI. (Návod pro obnovu, 2015)

Jako podklad bylo původně zamýšleno využít vhodného výřezu z katastrální mapy dostupné na portálu ČUZK, to se však při procesu zajišťování podkladů ukázalo jako velmi nevhodné, a to hlavně z důvodu výrazné nepřehlednosti katastrální mapy. Katastrální mapa obsahuje množství informací, které snižují její produktivní využitelnost. Nejvíce rušivě pak působí všudypřítomné vlastnické hranice, které zasahují do kresby polohopisu, čímž snižují přehlednost, a vzrůstá tak riziko vzniku chyb způsobených špatnou orientací. Celkově je také snížena rychlost práce.

Z těchto důvodů nastala potřeba zajištění vhodnějšího mapového podkladu pro další měření. Jako vhodné se nakonec ukázalo řešení zahrnující tvorbu vlastního mapového podkladu na podkladě výřezu mapy z portálu www.mapy.cz. Toto řešení zahrnovalo pořízení vhodného výřezu území ve formátu .jpeg a jeho následnou úpravu v programu Microstation. Rastrová mapa byla využita jako podklad pro tvorbu vlastního plánu, který posléze sloužil jako náčrt. V plánu byly znázorněny a ponechány pouze informace vhodné a potřebné k efektivnímu znázornění skutečného stavu tak, aby nesnižovaly přehlednost a zároveň umožnily následující doplnění o podrobné body při vlastním měření.

Výřez katastrální mapy byl využit pouze jako podklad pro volbu nových bodů, a tedy budování pomocné měřické sítě. V tomto případě byla kresba katastrální mapy vyhovující zejména z důvodu malého množství informací, které měly být do tohoto plánu zaznamenány.

Základ tvořila bodová síť pomocných bodů, které byly přímo zaměřeny v první etapě terénního měření metodou GNSS-RTK. Souřadnice těchto bodů následně sloužily jako základní geografický podklad pro následující etapu podrobného měření skutečného stavu polohopisu a výškopisu na zkoumaném území.

3.4 Měřický náčrt

Před zahájením vlastního mapování provedeme pochůzkou rekognoskací zájmového území. Zde porovnáváme založený náčrt se skutečností. Náčrt doplňujeme o aktuální změny polohopisu a rozvažujeme doplnění bodového pole pomocnými body. Pomocné body většinou zaměřujeme během podrobného měření. (FIŠER, 2005) Náčrt je jen přibližným obrazem menší části zemského povrchu, který naznačuje polohu bodů, průběh hranic, nebo terénních tvarů (pracovní schématické zobrazení mapového obsahu) Správná poloha bodů se na něm vyjadřuje buď číselně délkovými, směrovými či jinými údaji, nebo jen čísly bodů, k nimž se vztahují měřené údaje, zaznamenané jinde, například v polních zápisnících, na digitálních médiích

apod. Poměr zmenšení se v náčrtu nemusí dodržovat, i když se na něm uvádí. (PLÁNKA, 2006)

Měřický náčrt vyhotovuje současně při měření vedoucí pracovní skupiny. Přehledný náčrt se vyhotoví ve vhodném měřítku. Jako podklad měřického náčrtu může sloužit kopie nebo zvětšenina katastrální mapy, či jiné existující mapy vhodného měřítku. Často se vyhotovuje měřický náčrt na čistý papír až při měření. (MARŠÍK, 2002) Obsahuje mimo jiné nadpis, zákres správních hranic, názvy v rámci lokality dotčených a sousedních KÚ, legendu s vysvětlivkami, měřítko přehledového náčrtu, datum vyhotovení a jméno zpracovatele. (Návod pro obnovu, 2015)

Podrobné body využitelného podkladu se zpravidla nepřechíslovují a jejich čísla se v náčrtu neuvádějí. Nově zaměřené identické body využitelného podkladu se uvádějí v měřickém náčrtu i v zápisníku se svými původními čísly. (HUML, 2001) Podrobné body se zakreslují do měřického náčrtu zpravidla malým křížkem a číslovají se průběžně od 1 do 999. Kromě situačních čar se do měřického náčrtu zakreslují také charakteristické terénní tvary (terénní kostra, terénní stupně, náhlé změny sklonu apod.). Do měřického náčrtu se také zapisují tzv. kontrolní oměrné, což jsou přímo měřené vzdálenosti (např. pásmem) mezi dvěma sousedními podrobnými body (např. mezi dvěma rohy domu apod.), označení kultur a vše, co usnadní zpracování originálu mapy. (MARŠÍK, 2002)

Body PPBP, v tomto případě pomocné body, se v náčrtu zobrazí jen svým pořadovým číslem. Podrobné body polohopisu se označují jen svým pořadovým číslem. (FIŠER, 2004) Měřické náčrtu, seznam souřadnic užitých bodů polohových bodových polí a využitelných podkladů a zápisník podrobného měření obsahují údaje sloužící k výpočtu souřadnic pomocných a podrobných bodů, ke kontrole výpočtu a ke zpracování nového SGI (Soubor geodetických informací). Popis měřického náčrtu tvoří v levém horním rohu číslo ZPMZ (zpráva podrobného měření změn) a název katastrálního území, dále pak orientace blokového náčrtu k severu, čísla sousedních měřických náčrtů a dole uprostřed měřítko měřického náčrtu. Zpravidla v pravém dolním rohu se uvede popisové pole.

Body polohových bodových polí a pomocné body se zakreslují a číslovají červeně, stejně se zakresluje měřická síť a orientace k severu. Do měřického náčrtu je možné vyznačit pouze vybraná spojení a orientační směry měřické sítě tak, aby zůstal přehledný. Obvod měřického náčrtu se vyznačuje střídavou čarou žluté barvy podél hranic parcel. Nový obsah katastrální mapy a čísla měřených bodů se vyznačují černě, čísla bodů využitelných podkladů se vyznačují modře.

V místech využitelných podkladů se modře uvede jejich identifikace číslem ZPMZ a případně i převzaté oměrné míry. Pokud oměrnou míru nelze změřit, zapíše se v

náčrtu podél spojnice lomových bodů písmena „n. m.“. Pokud je oměrná míra zapsána v zápisníku podrobného měření nebo v registračním zařízení, vyznačí se v náčrtu podél změřené spojnice krátká čára. Oměrné míry se v náčrtu zapisují prostým číslem, pouze v případě, kdy míra vynechává vložený bod na přímce, použijí se krátké pomlčky před a za číslem. (Návod pro obnovu, 2015)

Nejprve byl vytvořen náčrt na podkladě výřezu katastrální mapy z internetového portálu ČUZK (viz. příloha č. 13). Tento výřez mapy nebyl dále nijak upravován a sloužil pouze jako doplňující předběžný plán pro tvorbu hlavního náčrtu, sloužícího pro doplnění pouze pomocných bodů, které budou využity k připojení dalšího měření k referenčním souřadnicovým systémům S-JTSK a Bpv. Přibližná poloha bodů byla spolu s čísly bodů zaznamenána do náčrtu ručním zakreslením přímo v terénu, při rekognoskaci lokality.

Aby hlavní náčrt splňoval všechny požadavky stanovené zkoumaným územím – byl vytvořen na podkladě výřezu mapy z internetového portálu www.mapy.cz ve formě formátu .jpeg (viz. příloha č. 14). Výřez byl následně připojen jako rastr do programu Microstation, ve kterém probíhaly všechny následující práce spojené s tvorbou náčrtu. Výřez mapy musel splňovat dostatečné podmínky rozlišení, aby bylo možné co nejpřesněji dokreslit všechny potřebný polohopis, který bude ve výsledku tvořit hlavní kostru kresby v náčrtu.

Podle připojeného rastru byla vektorově dokreslena polohopisná kresba. Zaznamenány byly hlavně strategické orientační prvky, jako jsou budovy, ploty a cesty. Také byly zakresleny striktně definované hranice zadaného projektu, které budou nadále přesně určovat zájmové území, a tím vymezení všechny objekty a plochy pro zaměření skutečného stavu. Dále byly do náčrtu vloženy všechny potřebné pomocné body, které budou nadále využívány jako stanoviška a orientace. Kresba polohopisu byla dle metodiky tvořena černými liniemi, pro doplnění stanovisek a znázornění jednotlivě zvolených orientací byla použita barva červená.

Při podrobném měření polohopisu a výškopisu metodou tachymetrie byl dále náčrt již v terénu doplňován o další potřebné údaje, zejména o kresby budov, cest, chodníků apod., podle skutečného stavu v terénu. Doplněvány byly také průběžně měřené podrobné body pouze s jejich číslem. Z důvodu využívání takzvané kódované kresby vypadla potřeba zaznamenávání přílišného množství informací do náčrtu, čímž nedocházelo k zahlcování kresby informacemi. Všechny kódy byly přepisovány a automaticky zaznamenávány měřičem přímo do paměťového zařízení totální stanice tak, aby bylo možné při zpracování měření snadno rozlišit jednotlivé měřené prvky podle předem stanoveného kódovacího klíče. Díky tomuto způsobu měření také

odpadla potřeba do náčrtu zaznamenávat každý jednotlivý podrobný bod, pokud to místní situace umožňovala. Tímto způsobem byla sice mírně zpomalena a zkomplikována práce na stanovisku, ale velmi zrychlena a zjednodušena práce mapéra, čímž došlo k výraznému zrychlení měřických a následně také výpočetních a zpracovatelských prací.

Hlavní náčrt byl nadále využíván při doplňkovém měření polohopisu metodou konstrukčních oměrných délek a metodou ortogonální tam, kde místní podmínky neumožnily využití konvenčního měření metodou tachymetrickou. Takto vzniklé délky byly přímo do náčrtu číselně zaznamenávány v jednotkách metrů. Dále byly zaznamenány všechny potřebné kontrolní oměrné míry. Tyto hodnoty, společně s kresbou, posléze sloužily jako jediný podklad pro výpočet souřadnic potřebných bodů v programu GROMA.

3.5 Volba nových bodů

Poloha nových bodů se volí tak, aby body nebyly ohroženy, aby jejich signalizace byla jednoduchá a aby body byly využitelné pro připojení podrobného měření. (Vyhláška č. 357/2013 Sb) Dále výběr polohy nových bodů ovlivňuje snadné zaměření bodů, umístění stabilizace bodů na nejméně ohrožených místech, přístupnost bodů a souhlas majitele nemovitosti se stabilizací. Současně se stanoví druh stabilizace a ochrany bodů. Na základě rekognoskace vznikne konečný projekt sítě ZhB a jejich očíslování. (NEVOSÁD, 2005)

Pro potřeby podrobného měření se z bodů ZPBP, ZhB, bodů PPBP a bodů referenční sítě permanentních stanic určují pomocné měřické body. (Návod pro obnovu, 2015)

Měřická síť se buduje zpravidla samostatně před zahájením vlastního podrobného měření. Hustota sítě stanovisek je určena přehledností terénu. Stanoviska se volí na takových místech, aby z nich bylo možno určit co největší počet podrobných bodů. Síť hlavních stanovisek se u menších i velkých lokalit doplní v případě potřeby dalšími vedlejšími stanovisky, potřebnými k zaměření některých menších částí lokality, které nejsou dostupné z hlavních stanovisek (nepřehledný či vegetací zarostlý terén, okrajové části území apod.).

(BLAŽEK, 1997)

Pomocné body byly voleny tak, aby nebyly ohroženy normálním provozem a fungováním univerzity, stejně tak jako probíhajícími okolními stavebními pracemi, minimálně po kritickou dobu jejich potřebnosti v průběhu celého měření.

Umístění bodů muselo splňovat požadavky na viditelnost mezi jednotlivými body, a to z důvodu nutnosti orientací (počet orientací vždy musel být minimálně 2), zejména na připojení podrobného měření. Body tudíž musely být voleny tak, aby z nich při postavení stroje byla možnost zaměřit všechny, nebo alespoň co největší část podrobných bodů, a tím co nejvíce omezit nutnost využívání doplňkových metod konstrukčních oměrných měř a metody ortogonální. Viditelnost v lokalitě snižuje vysoké zastoupení okrasných dřevin, uměle vytvořených objektů (značky, cedule, lampy atd.), budov a také v některých hodinách velká hustota lidí a vozidel.

Body dále musely co nejvíce vyhovovat prostorovým parametrům sítě, proto byly voleny tak, aby splňovaly minimální počet orientací, a mohlo tak být při podrobném měření dodrženo pravidlo „z velkého do malého“, tedy že vzdálenost dvou sousedních bodů nepřesahuje 1000 m.

Dále musely být brány v potaz také specifické omezující okolnosti, které se vyskytují při měření souřadnic bodů metodou GNSS-RTK. Na každém bodě musel být dostupný prostor pro vhodný elevační úhel satelitů globálního polohového systému (GPS) zajišťující dostatečnou sílu signálu pro kvalitní zaměření.

3.5.1 Číslování pomocných bodů

Číslo bodu je dvanácticiferné. Prvních osm cifer je číslo skupinové a zbývající čtyři jsou číslo vlastní. (RATIBORSKÝ, 2000) Jednotkou číslování pomocných bodů je katastrální území a podrobných bodů měřický náčrt. Pomocné body se označují příslušností ke katastrálnímu území a devítimístním číslem ve tvaru 00000CCCC, kde CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001 včetně. Přitom je nutno zajistit, aby nedošlo k duplicitě s body určenými při budování či revizi a doplnění PPBP. (Návod pro obnovu, 2015)

Pomocné body byly v místní měřické síti číslovány od bodu č.4001 do bodu č.4035, v seznamech souřadnic se tedy vyskytují i s předčíslem 000004001 až 000004035.

3.5.2 Stabilizace a signalizace pomocných bodů

Pomocné body se mohou označovat dočasně dřevěným kolíkem, kovovou trubkou, hřebem, vyrytým křížkem apod. Zaměřují se před zahájením podrobného měření nebo současně s podrobným měřením (Návod pro obnovu, 2015)

V terénu byly pomocné body stabilizovány opracovaným hranatým dřevěným kolíkem s červeně barvenou hlavou o délce 25 cm. Samotný bod je tvořen černou

tečkou na horizontální ploše hlavy kolíku. Kolíky byly zatlukány kovovou palicí do adekvátně pevné půdy tak, aby pouze nepatrně čněly nad povrch (přibližně 2 – 3 cm), a to z důvodu ochrany před poškozením při případném sečení trávy, nebo aby nedošlo k jejich posunu při působení neočekávaných fyzických vlivů, jako je například zašlápnutí, přejetí kolíku či působení boční síly.

Signalizace pomocných bodů byla provedena formou 50 cm dlouhého opracovaného hranatého dřevěného kolíku s červeně barvenou hlavou. Tento kolík byl popsán číslem bodu a zatlučen tak, aby tímto číslem směřoval přímo k pomocnému bodu. Pokud bylo signalizační kolík nutno z různých důvodů (např. by snižoval průchodnost/průjezdnost cesty) umístit dále od stabilizačního kolíku, byla na něj napsána metrem změřená vodorovná vzdálenost mezi těmito dvěma kolíky pod číslo bodu v jednotkách metrů. Díky těmto opatřením byla zajištěna vždy snadná a rychlá lokalizace pomocného bodu.

Při terénních pracích samozřejmě pravidelně docházelo k poškození signalizace, neboť areál JČU je v průběhu dne velmi navštěvovaným místem, nejen studenty. Na některých kritických místech (hlavně v okolí rušných cest) musel být stabilizovaný bod metodou vytyčování opětovně vyhledán a signalizace několikrát obnovena, protože signalizační lať někdo zcela odstranil. Tyto komplikace pravidelně, ne však výrazně, brzdily měřické práce.

3.6 Rekognoskace lokality

Při plánování geodetických prací je potřebné se seznámit s danou lokalitou, zjistit charakter zájmového území, v intravilánu rozlišit druh a hustotu zástavby, v extravilánu druh a hustotu porostu, způsob využití pozemků, sklonitost terénu, viditelnost okolní krajiny a celou řadu informací, které mnohdy zásadním způsobem ovlivní volby metod měření a určení nových bodů. K tomuto úkolu je potřebné si zajistit mapové podklady vhodného měřítko. Hledí se na existenci a stav bodového pole (polohového i výškového) a promýšlí se volba vhodných použitelných bodů, případně volba nových bodů bodového pole. Do map se zakreslí stávající stav polohového bodového pole a pro vybrané body se zajistí geodetické údaje. (SOUKUP, 2004)

Z tohoto důvodu byl při rekognoskaci kladen velký důraz na účelnost průzkumu, zejména s přihlédnutím k požadavkům vyplývajících ze zadání a předpokládaným následným geodetickým pracím. Proto byla velmi ovlivněna nejen samotná rekognoskace, ale také následná volba pomocných bodů. Rekognoskace proběhla 8. 9. 2016.

3.7 Charakter území:

Celé území se nachází v intravilánu města České Budějovice a tomu také odpovídá jeho charakter. Sklonitost a komplexnost terénu je velmi nízká, a proto tento faktor tvoří minimální překážku v geodetických pracích. Zástavba budovami a jinými objekty je v areálu JČU nižší než v okolních městských čtvrtích, stále se však vyznačuje klasickou vysokou hustotou budov a technické i dopravní infrastruktury v intravilánu. Okrasná zeleň se vyskytuje v střídavě hustých shlucích i jako solitéra v celém zájmovém území. V areálu jsou však také zastoupeny parky či jen travnaté plochy. Rozhledové podmínky nejsou zdaleka ideální, na některých místech jsou velmi komplikované zástavbou nebo okrasnou zelení. Silným výskytem okrasné zeleně jsou charakteristické zejména v posledních letech renovované části areálu, u kterých dochází také k nepatrným terénním úpravám ovlivňujícím rozhled, a tedy také měření. Zeleň komplikuje práci nejen fyzickým přerušением viditelnosti mezi stanoviskem a cílem, ale také zhoršuje optické podmínky práce, hlavně pak zastíněním. Se zhoršenými světelnými podmínkami se měřické práce výrazně zpomalují. Dalším nemalým faktorem snižujícím viditelnost je hustá síť malých, uměle vytvořených prvků, jako jsou lavičky, informační a dopravní cedule, stojany pro kola, závory, sloupky a podobně. Tyto se nejhustěji vyskytují v okolí budov, cest a komunikací. Velké množství aut zaparkovaných v areálu vytváří další komplikace. Automobily bohužel nezhoršují rozhled jen na vyhrazených parkovištích, ale také v okolí většiny komunikací uvnitř areálu, jelikož jsou také využívány k parkování z důvodu nedostatečných vyhrazených kapacit. Tento problém je nejvýraznější ve všedních dnech, vrcholí v dopoledních hodinách. Pohyb vozidel tvoří překážku zejména na ulicích Branišovská, Na Sádkách, Na Zlaté stoce, Lipová a K. Fleschmanna. Z těchto důvodů nastala nutnost vytvoření dostatečně husté sítě pomocných bodů (stanovisek, orientací) pro následné podrobné měření polohopisu a výškopisu. Zřetel musel být brán také na hustotu pohybu lidí v místě měření. Intenzita pohybu lidí se také mění s denní dobou. Menší překážku, hlavně v omezení přístupu do určitých míst, tvořily také právě probíhající stavební práce, zejména pak v okolí Ekonomické fakulty.

Zájmové území, tedy areál JČU, pokrývá nová zástavba, která vznikala po roce 2000 (budova kampusu, budovy Jihočeského vědeckotechnického parku, nová budova Zemědělské fakulty). Starší zástavbu zastupují hlavně budovy kolejí, menza, budova Ekonomické fakulty, rodinné domy a další.

3.8 Přístroje a pomůcky

Všechny použité přístroje a pomůcky byly zajištěny s předstihem zapůjčením od JČU, konkrétně ze skladu geodezie Zemědělské fakulty a od geodetické firmy AGROPOZ v.o.s. v Českých Budějovicích.

Měřické aparatury a vybavení:

- Aparatura GNSS Trimble R4-2; v. č.: 5143475030
- Totální stanice Leica TC 1102; v. č.: 667101
- Stativ značky Trimble
- Odrazný hranol Leica GPR1
- Výtyčka Leica GLS111 min. délka 1,40 m, vysouvací na 2,60 m,
- Rámové měřicí pásma BMI Basic, 30 m, ocelové
- Dvoumetr

Další použité vybavení:

- Dřevěné kolíky stanoviskové, 25 cm s rudě barvenou hlavou
- Dřevěné kolíky signalizační, 50 cm s rudě barvenou hlavou
- Kladivo
- Zahradnické nůžky

4 Měřické práce

4.1 Vybudování pomocné měřické sítě

Pro podrobné měření se polohová bodová pole doplní pomocnými body. Síť pomocných bodů se volí 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,
- h) transformací souřadnic.

Délka rajónu může být nejvýše 1000 m a přitom nejvýše o 1/3 větší než délka měřické přímky nebo její delší části, je-li výchozí bod rajónu mezilehlý, na kterou je rajón připojen (orientován) nebo nesmí být větší, než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu. Největší přípustná délka volného polygonového pořadu (nejvýše tří na sebe navazujících rajónů) je 250 m. Délka měřické přímky a polygonového pořadu tvořeného pomocnými body nesmí být větší než 2000 m. Při zaměřování bodů měřické sítě se využívají zpravidla elektronické dálkoměry s optickými odraznými systémy. Určení bodů měřické sítě lze provést také technologií GNSS využitím měření v reálném čase nebo měření s následným zpracováním. Kontrola se provede opakovaným určením bodů technologií GNSS nebo určením bodů jinou měřickou metodou. (Návod pro obnovu, 2015)

Měřická síť složená z pomocných měřických bodů byla budována samostatně, předběžně před zahájením podrobného měření. Přibližná poloha všech nově zřízených a stabilizovaných bodů byla zaznamenána do pomocného měřického náčrtu na podkladě výřezu z katastrální mapy, dostupné na internetovém portálu ČUZK. Celkem bylo na celém území areálu JČU zřízeno 35 nových bodů, z nichž 26 bylo přímo použito pro mnou tvořený projekt. Ostatní body byly použity výhradně pro projekt mapující druhou část celého areálu JČU a v protokolech z výpočtů souřadnic podrobných bodů se již dále nevyskytují.

4.2 Přesnost bodů (náležitosti sítě)

Délky a směry se měří s takovou přesností, aby při opakovaném nebo kontrolním měření nebyly překročeny tyto mezní odchylky v rozdílech dvojího měření:

- a) $0,001 (d/2) + 0,05$ m pro délky v měřické síti,
- b) 0,08 m pro oměrné míry mezi jednoznačně identifikovatelnými podrobnými body,
- c) $4/d$ [gon] pro směry na pomocné body v měřické síti,
- d) $5/d$ [gon] pro směry na jednoznačně identifikovatelné podrobné body, kde d je délka v metrech. (Návod pro obnovu, 2015)

4.3 GNSS

Při určení souřadnic měření a jeho zpracování se použijí takové přijímače GNSS a takové zpracovatelské výpočetní programy, které zaručují požadovanou přesnost výsledků provedených měřických a výpočetních prací. Při měření i početním zpracování je nutné dodržovat zásady uvedené ve firemních návodech pro příslušné přístroje a použitý zpracovatelský výpočetní program. (Návod pro obnovu, 2015)

Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou. Opakované měření GNSS musí být nezávislé a musí být tedy provedeno při nezávislém postavení družic. K měření je možné využít signály všech zprovozněných a správně fungujících družic všech dostupných GNSS, které jsou založeny na obdobném principu jako americký systém GPS-NAVSTAR (Navigation System using Time and Ranging). (Vyhláška č. 31/1995 Sb)

4.3.1 GPS

Družicový navigační systém GPS, nazývaný též NAVSTAR – Navigační systém, užívající měření času (pseudovzdáleností) a fázových rozdílů k určování vzdáleností mezi přijímačem a družicí. Buduje se od roku 1973. Je budován jako vojenský systém umožňující určení polohy libovolného počtu uživatelů i rychlých objektů v reálném čase za každého počasí. Z výše uvedených požadavků se naskytla i možnost určování poloh pomalých a statických objektů, tedy i pro zeměměřictví. Systém GPS – NAVSTAR se úspěšně využívá v geodezii vyspělých zemí již řadu let před jeho plným dokončením. (RATIBORSKÝ, 1996)

V současnosti je GPS nejrozšířenějším globálním pozičním (navigačním) systémem na Zemi. (HÁNEK, 2008)

Systém GPS je spravován ministerstvem obrany USA. (HÁNEK, 2007) Je obecně tvořeny třemi základními segmenty. Kosmickým segmentem, řídicím segmentem, uživatelským segmentem (RAPANT, 2002).

Kosmický segment tvoří umělé družice Země tvoří základ systému GPS. Slouží jako nosiče radiových vysílačů, atomových hodin, počítačů a dalších zařízení, potřebných k zabezpečení fungování systému. (HÁNEK, 2008) Družice přijímá, zpracovává a uchovává informace předávané pozemními anténami (ŠVÁBENSKÝ, 2005)

Řídící segment je zodpovědný za řízení celého GPS. Z uživatelského hlediska je jeho hlavním úkolem aktualizovat údaje obsažené v navigačních zprávách vysílaných jednotlivými družicemi kosmického segmentu. (RAPANT, 2002).

Uživatelský segment tvoří přijímací stanice GPS jednotlivých uživatelů. (MARŠÍKOVÁ, 2005)

Poloha přijímače GPS je určena geometrickým protínáním z měřených vzdáleností mezi satelity a aparaturou, které se určují zpracováním družicového signálu. Pro výpočet existuje několik metod a výpočetních postupů. (HÁNEK, 2007)

Výsledkem zpracování družicových měření je 3D vektor udávající vztah dvou bodů v prostorovém systému obvykle world geodetic systém - 84 (WGS-84). Uvažovaný vektor můžeme rozložit na horizontální a vertikální složku. Horizontální složku i s odpovídající kovarianční maticí převedeme do zvoleného kartografického zobrazení, kde sestavíme úlohu a provedeme vyrovnání družicové sítě. (BÁRTA, 2005)

Aparatury GPS se využívají zejména při budování geodetických základů, při zhušťování polohového bodového pole, geodynamice, při zaměřování a vytyčování liniových staveb (komunikace, plynovody, ropovody atd.), navigaci, leteckém měřickém snímkování a tvorbě informačních systémů, přičemž se řeší problematika transformací výsledků měření s aparaturami GPS z WGS – 84 do S-JTSK. (RATIBORSKÝ, 1996)

4.3.2 WGS – 84

Pro účely GPS je v současnosti definován souřadnicový systém WGS – 84 definovaný geometrickými a dynamickými parametry. (RATIBORSKÝ, 1996)

Jedná se o vojenský souřadnicový systém používaný státy NATO. Referenční plochou je elipsoid WGS – 84. Použité kartografické zobrazení se nazývá Univerzální Transverzální Mercatorovo. Systém má počátek v hmotném středu země (s přesností cca 2 m) – jedná se o geocentrický systém. Počátek a orientace jeho os X, Y, Z jsou realizovány pomocí 12ti pozemních stanic se známými přesnými souřadnicemi, které nepřetržitě monitorují dráhy družic systému GPS – NAVSTAR. (PLÁNKA, 2006)

Ve WGS 84 jsou měřeny všechny družicové body nových geodetických polohových základ a ZhB. Družicové sítě jsou vedeny v ETRS 89 a jsou zpravidla transformovány do S-JTSK. Družicový systém WGS 84 slouží krom vojenských aplikací především k navigaci v letecké, lodní a pozemní dopravě. (NEVOSÁD, 2005)

4.3.3 CZEPOS

Czepos je síť aktivních permanentních stanic určených technologií GNSS, rovnoměrně rozmístěných na území ČR. Síť byla dobudována koncem roku 2005. Obsahuje 27 permanentních stanic rovnoměrně rozmístěných na území ČR (ve vzájemné vzdálenosti cca 60 km) a dále 27 stanic zahraničních sítí. Stanice poskytují korekční data, na základě kterých je vyhodnocena poloha a výška určovaného bodu. Czepos využívají zejména uživatelé přesných geodetických GNSS přijímačů, kde lze prostřednictvím služby dosáhnout centimetrové až subcentimetrové přesnosti. CZEPOS lze využít jak pro RTK aplikaci, VRS, DGPS, tak i pro postprocessing vyhodnocení (vyhodnocení v kanceláři, zpracování). Czepos spravuje a provozuje Zeměměřický úřad jako součást geodetických základů ČR. (<http://czeapos.cuzk.cz>)

4.3.4 Přesnost systému GNSS

Jako každé měření je i měření GPS ovlivňováno systematickými a náhodnými chybami. Systematické působení vykazují chyby vznikající při šíření signálu ionosférou a troposférou. V těchto vrstvách atmosféry samozřejmě není vakuum a tak zde dochází ke zpoždění signálu. K minimalizaci tohoto jevu se používají opravy vypočtené na základě troposférických a ionosférických modelů. Nahodilou chybou je tzv. multipath. Jedná se o vícenásobné šíření signálu GPS, způsobené odrazem o zemský povrch, střechy budov nebo jiné předměty. Přesnost určení polohy ovlivňuje geometrická konfigurace použitých družic během seance. Čím lepší konfigurace, větší přesnost. (HÁNEK, 2007) Přesnost družicových měření se udává obdobně jako u délek měřených elektrooptickými dálkoměry. (BÁRTA, 2005)

V současnosti se maximální dosahovaná přesnost v určení relativní horizontální polohy pohybuje v rozmezí 1 – 3 mm (v závislosti na vzdálenosti referenční stanice a době observace). (ŠVÁBENSKÝ, 2006)

4.4 Zaměření nově určovaných bodů metodou GNSS-RTK

Vlastní měření probíhá tak, že přijímač GNSS automaticky registruje naměřené údaje od jednotlivých družic do registrátoru, které buď zpracovávají jako měřené veličiny v reálním čase nebo po skončení měření na počítačích s využitím vhodného software. Body je nutno volit tak, aby byl, pokud možno, zaručen volný horizont nad 15°. K dosažení vyšších přesností je výhodnější využívat dvoufrekvenční aparaturu. Doba měření ovlivňuje také přesnost výsledku. Minimální počet

sledovaných družic při měření jsou 4 družice. Počet viditelných družic je zobrazen na displeji. (RATIBORSKÝ, 1996)

Počet viditelných družic se během dne pohybuje mezi 4 – 12, nejčastěji je možné přijímat signály od osmi z nich. Pokud by se pohybovaly na vypočtených drahách bez jakýchkoliv odchylek, bylo by zajištěno téměř stoprocentní pokrytí povrchu Země alespoň 4mi družicemi s hodnotou PDOP (Position Dilution of Precision) < 6. V důsledku nepřesnosti při vynesení družic na oběžnou dráhu a běžného posunu jejich drah se však skutečné dráhy liší od nominálních. Tyto odchylky pak vedou ke zhoršení pokrytí signálem GPS. Oblasti se zhoršeným pokrytím se posouvají. V okamžiku, kdy odchylka dráhy družice překročí stanovené meze, se provede korekční manévr. (HÁNEK, 2007)

Nově určovaná síť pomocných bodů byla zaměřena v dostatečném předstihu před podrobným měřením proto, aby tyto body sítě bylo možné využít pro následnou tachymetrii. Měření proběhlo dne 8. 9. 2016. Pro toto měření byla využita aparatura GNSS, zjištění souřadnic pomocných bodů proběhlo tedy metodou GNSS-RTK.

Aparatura GNSS je tvořena čtyřmi částmi důležitými pro funkci a obsluhu stanice:

1. Modem slouží pro navázání spojení ve formě internetového signálu pro propojení stanice s terestrickými stanicemi a příjem informací z těchto stanic. Tento modem zpřístupňuje data za úplatu ve formě kreditu.
2. Controller poskytuje služby mobilního PC či tabletu s dotykovým displejem. Software controlleru a jeho chod zajišťuje klasický operační systém Windows optimalizovaný pro podobná mobilní zařízení. Jedná se o hlavní ovládací panel stanice, ve kterém měřič spravuje jednotlivé zakázky a skrze něj ovládá chod celé stanice. Lze zde také nastavit prostředí a parametry jednotlivých měření. Součástí hardwaru je také paměťový disk s možností připojení přenosného paměťového zařízení ve formě USB pro stažení výsledků měření.
3. Receiver (přijímač) je zařízení sloužící ke komunikaci s kosmickým segmentem GNSS. Je vybaven silnou anténou schopnou přijímat signál současně z vícero satelitů a tyto informace převádět do controlleru, který je dále zpracovává. Anténa je umístěna v předem definované výšce a přesně vycentrována nad určeným bodem.
4. Výtyčka slouží k upevnění controlleru a receiveru. Je tvořena odlehčenou slitinou kovů, aby byla co nejvíce usnadněna manipulace, a přesto byla odolná vůči poškození. Je vybavena měřítkem pro přesné určení výšky receiveru a krabicovou libelou pro vycentrování receiveru nad bodem.

Před zahájením měřických prací na pomocných bodech bylo třeba nejprve nastavit prostředí a parametry projektu pomocí controlleru. Byla založena zakázka „GPS_souradnice“, do které se budou ukládat všechny naměřené souřadnice, při následující konfiguraci:

„Souradnicovy system: Pouzit transformacni modul zpresnene globalni transformace Trimble 2013 verze 1.0 schvaleny CUZK pro mereni od 1.7.2012.

Zona: Krovak_2013

Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Model kvazigeoidu: CR-2005“

Nastaven byl tedy Křovákův polohový souřadnicový systém S-JTSK a výškový systém Bpv. Tímto krokem bylo zajištěno, aby všechny výsledné polohové i výškové souřadnice, které budou po ukončení měření převzaty z aparatury GNSS a nadále používány, patřily právě do těchto dvou souřadnicových systémů.

Po těchto nezbytných krocích se mohlo přejít k samotnému měření pomocných bodů. Po přechodu do režimu měření bylo potřeba nastavit vhodnou síť CZEPOZ, aparatura automaticky připojila do výpočetního centra zvolené sítě a za nedlouho dosáhla inicializace. Tímto hlášením stanice upozornila na to, že od této chvíle přijímá ze stanice CZEPOZ přesné korekce.

Během měření docházelo pravidelně ke ztrátám inicializace, nejčastějším důvodem byl nedostatečný elevační úhel při přerušení přijímaného signálu vlivem zastínění budovami či stromy. Pro pokračování měření bylo potřeba vždy opětovné dosažení inicializace. Pokud docházelo ke ztrátám signálu, byl bod opětovně přeměřen a původní potencionálně špatné měření bylo (již v terénu) vymazáno. Problém nastal na několika bodech, kde nebylo možné dosáhnout kvalitní inicializace, protože rozdíly jednotlivých měření byly příliš velké. Tyto body nakonec nebyly z těchto důvodů zahrnuty do následných měřických prací, a nesloužily proto nikdy jako stanoviska při měření tachymetrie.

Po celou dobu byly pomocné body měřeny metodou podrobných bodů. Tato metoda je díky své přesnosti vhodná pro měření důležitých pomocných bodů, jako jsou stanoviska či orientace. Tato metoda provede během pěti vteřin tři nezávislá měření, naměřená data automaticky zprůměruje a uloží. Body musely být z kontrolních důvodů zaměřeny ještě jednou. Časový odstup mezi měřeními na týchž bodech musel přesahovat minimálně jednu hodinu proto, aby existoval dostatečný rozdíl mezi postavením vesmírných družic během prvního a druhého měření. GNSS stanice umožňuje automatické zprůměrování souřadnic těchto dvou měření při

dodržení správného postupu číslování průměrovaných bodů, proto byly vždy body doplněny o tečku a číslovku opakování (např. poprvé 4001.1, podruhé 4001.2). Tento postup byl z důvodu usnadnění následného zpracování praktikován po celou dobu měření pomocných bodů. Všem bodů pomocné měřické sítě byl přidělen identifikační kód „OR“.

Výška receiveru byla konstantní po celou dobu měření, a to 2 m k výšce jeho závitu. Při měření byla průběžně kontrolována síla signálu, ten byl na většině měřených bodů vyhovující. Počet používaných družic na použitých bodech nikdy neklesl pod minimální počet sedmi současně připojených.

Výsledky měření byly z aparatury GNSS staženy ve formě textových souborů. Tyto protokoly obsahovaly záznam nastavení aparatury, výsledků měření a současně zprůměrované hodnoty polohových a výškových souřadnic bodů pomocné sítě (viz. přílohy č. 1 a 2)

4.5 Měření podrobných bodů

Podrobné body se obvykle zaměřují polární metodou nebo technologií GNSS. Ostatní geodetické metody se používají k zaměření podrobných bodů, které není možné nebo účelné určit polární metodou nebo technologií GNSS (nepřístupné body, výstupky a rozhraní na budovách, stísněná zástavba apod.). (Návod pro obnovu, 2015)

Současné univerzální přístroje umožňují vysokou přesnost, velkou rychlostí měření, ukládání měřických výsledků na paměťová média, řadu programů a softwarů na zpracování výsledků atd. (NEVOSÁD, 2004)

4.6 Zásady podrobného měření

Úhlové údaje se měří a registrují (zapisují) s přesností alespoň na 0,001 gon. Orientace na stanovisku se provede vždy nejméně na dva body polohových bodových polí nebo na pomocné body. Nejméně na jeden z nich se měří také délka; výjimka je přípustná jen při orientaci na dva trvale signalizované nepřístupné body.

Vzdálenost určovaného bodu od stanoviska smí přesáhnout délku spojnice stanoviska s nejvzdálenějším orientačním bodem nejdříve o jednu polovinu. Nelze-li zaměřit více než jeden orientační směr, orientace se ověří na kontrolně zaměřeném podrobném bodu určeném z jiného stanoviska. Podrobné body, které není ze stanoviska vidět přímo, lze zaměřit s použitím polárních kolmic. Polární kolmice nesmí být delší než 1/2 délky od stanoviska k patě kolmice a nesmí přesáhnout délku 30 m.

Podrobné body, které není možno určit technologií GNSS nebo polární metodou se mohou určit také ostatními měřickými metodami s připojením na jednoznačně identifikovatelné podrobné body určené s kódem kvality 3 (popř. měřickou sítí), vždy však s nezávislou kontrolou (připojení na nejméně tři body, kontrolní míry na další podrobné body nebo na pomocné body). Určení jednoznačně identifikovatelných podrobných bodů se kontroluje oměrnými mírami nebo dalším nezávislým měřením. V případech, kdy oměrné míry nelze změřit vůbec nebo jen velmi obtížně, a nebo jsou delší než 50 m, změří se kontrolní míry vztažené k jiným jednoznačně identifikovatelným podrobným bodům (křížové míry). (Návod pro obnovu, 2015)

Měření délek: používány jsou komparované měřické pomůcky zajišťující dodržení střední chyby jednoho měření menší než 0,02 m. Délky v měřické síti měříme vždy dvakrát, ostatní délky (polární délky, konstrukční oměrné, kontrolní oměrné, polární kolmice, doměrky) stačí měřit jednou.

Měření směrů: v měřické síti jsou směry měřeny pouze v jedné skupině, při podrobném měření měříme pouze v jedné poloze dalekohledu. Směry zapisujeme na 0,01 gonu, při délkách nad 500 m na 0,001 gonu.

Orientace na dané body: na stanovisku je osnova směrů orientována vždy nejméně na dva dané body měřické sítě, alespoň na jeden z nich je měřena i délka. Není-li možné zaměřit nejméně dva dané body měřické sítě, je orientace ověřována kontrolním zaměřením bodu z jiného stanoviska. Vzdálenost určovaného bodu od stanoviska může přesáhnout vzdálenost stanoviska a nejvzdálenějšího orientačního bodu maximálně o polovinu vzdálenosti. Použití polární kolmice je omezeno její délkou (maximálně 30 m), přičemž její délka nesmí být delší než polovina délky od stanoviska k patě kolmice. Polární kolmice delší než 2 m je vytyčována vždy pomocí hranolu. Délka polární kolmice je uváděna vždy se znaménkem + respektive znaménkem – podle toho, směřuje-li kolmice napravo či nalevo od měřeného směru.

Doměrek: v zápisníku se u doměrku uvádí vždy znaménko + respektive znaménko -, záleží, zda je nutno doměrek přičíst či odečíst od měřené délky. Konstrukční oměrné: mohou být s výhodou použity u pravoúhlých budov. Výstupky (pravoúhlé), lze určovat do jejich celkové součtové hloubky 5 m.

Křivkové prvky polohopisu: volba podrobných bodů se řídí skutečným tvarem křivky. Rozlišován je kruhový oblouk, kružnice a obecná křivka. Na kruhovém oblouku jsou body voleny na počátku a konci oblouku a bod přibližně ve středu oblouku. Na kružnici jsou voleny buď tři rovnoměrně rozložené body nebo je zaměřen střed kružnice a v náčrtu uveden odměřený poloměr. Tvoří-li obecná křivka hranici parcely,

je zaměřena jednotlivými úsečkami. Délka těchto úseček je volena tak, aby se žádný podrobný bod na obecné křivce (hranici parcely) neodchýlil od zaměřené úsečky o více než 0,10 m. Běžná obecná křivka je zaměřována počátečním a koncovým bodem s dalšími mezilehlými body (min. 3), které vystihují změny zakřivení. (FIŠER, 2003)

Při podrobném měření výškopisu je třeba striktně dodržovat hlavní zásadu: zemský povrch – terén – idealizujeme. To znamená, že členitý povrch nahrazujeme zidealizovanými topografickými plochami. Vždy pečlivě zvažujeme měřítko vytvářené mapy a s ním úzce související hustotu podrobných výškových bodů (generalizujeme). (FIŠER, 2003)

4.7 Metody měření podrobných bodů

Vzájemné polohy bodů jak ve směru vodorovném, tak i ve směru svislém se určují vyzkoušenými a osvědčenými měřickými postupy pro jednotlivé úkony, měřickými metodami. Metody se volí se zřetelem na požadovanou přesnost výsledků mapování, měřítko map, povahu (typ) území, vždy však s přihlédnutím k nejvyšší hospodárnosti. (CÍSAŘ, 1970) Podrobné měření výškopisu lze uskutečnit základní geodetickou metodou tachymetrickou (polární metoda s výškami). (BLAŽEK, 2004)

Již ze zadání vyplývá, že hlavní zamýšlenou metodou, která měla být co nejvíce uplatněna v daném projektu při zaměření skutečného stavu, byla metoda tachymetrická. Na tuto metodu byl tedy při celkovém plánování prací i následném měření kladen největší důraz. Toto rozhodnutí ovlivnilo zejména strukturu rozložení pomocné měřické sítě, která byla navržena tak, aby následné podrobné zaměření polohopisu a výškopisu mohlo proběhnout co možná nejrychleji a bez komplikací. Nakonec bylo tohoto cíle dosaženo a drtivá většina podrobných bodů byla zaměřena právě metodou tachymetrie.

Problémy nastávaly v místech s omezenou viditelností, ve stísněných prostorech či tam, kde nebylo možné bezpečně umístit odrazný hranol tak, aby došlo ke správnému odečtení požadované vzdálenosti pomocí laserového dálkoměru. V případech, kdy nebylo možné použít klasický způsob zaměření podrobných bodů metodou tachymetrie, bylo tedy potřeba využít jiných geodetických metod a postupů k dosažení požadovaného výsledku. Těmito použitými metodami byly metoda ortogonální a metoda konstrukčních oměrných měř.

4.7.1 Metoda ortogonální

Při ortogonální metodě je poloha podrobného bodu dána pravouhlými souřadnicemi, staničením a kolmicí, vzhledem k měřické přímce. (SKOŘEPA, 1999) Metoda se s výhodou používá při zaměřování polohopisu v rovných úzkých ulicích, ve stísněné zástavbě apod. Podrobné body se určují pravouhlými souřadnicemi, vztaženými k měřické přímce připojené na pevné body měřické sítě. (MARŠÍK, 2002)

Při použití ortogonální metody nesmí být délka kolmice větší než $3/4$ délky příslušné měřické přímky. Jednoduchými měřickými pomůckami lze prodloužit přímku maximálně o $1/3$ její délky. Největší přípustná délka kolmice je 30 m. U budov, jejichž obvodové stěny svírají pravé úhly, lze výstupky do 5 metrů určit konstrukčními oměrnými mírami. (Návod pro obnovu, 2015)

Ortogonální metoda umožnila doměření několika bodů, které nebylo možné zaměřit klasicky, tedy metodou tachymetrickou. Hlavním důvodem tohoto problému byla nedostatečná viditelnost mezi stanoviskem stroje a kritickým podrobným bodem. Metoda ortogonální byla tedy použita jen jako metoda doplňková a pouze tam, kde to bylo nutné. Byla co nejvíce omezena hlavně proto, že nespĺňuje některé požadavky, které byly stanoveny v zadání projektu. Hlavním nedostatkem je nemožnost zaměření nadmořských výšek u podrobných bodů, tyto body pak nemohou být použity při tvorbě výškopisu. Dále se tato metoda ukázala jako velmi zdlouhavá a omezující ve svých nárocích na geometrické parametry měřické sítě, tím pádem nepraktická pro měření velkého množství podrobných bodů. Postup měření vždy vyžadoval dva známé (souřadnicemi a polohou dané) body. Mezi těmito body byla natažena vodorovná měřická přímka ve formě pásma, na kterém bylo odečítáno staničení jednotlivých pat kolmic, určujících přesnou polohu podrobných bodů. Takto odečítané hodnoty svým charakterem vždy tvořily místní souřadnicový systém vztažený k měřické přímce. Délky byly měřeny s přesností na centimetry.

4.7.2 Konstrukční oměrné

U pravouhlých budov lze výstupky do hloubky 5 metrů, popř. i čtvrtý hlavní roh budovy, určit konstrukčními oměrnými mírami. (Návod pro obnovu, 2015) Tato metoda se používá pro zaměřování pravouhlých výstupků objektů a neviditelných rohů. Dané body jsou vždy dva a to první a poslední, přičemž jsou dané v souřadnicích. První oměrná má vždy znaménko „+“, druhá oměrná již může mít

znaménko „+“ i „-“ podle toho, leží-li třetí bod od spojnice prvního a druhého vpravo či vlevo. (NEVOSÁD, 2000)

Metodu konstrukčních oměrných měř bylo nutné využít v místech, kde byly podmínky tak stísněné, že znemožňovaly využití odrazného hranolu pro přímé měření vzdálenosti ze stanoviska, nebo se kritický bod nacházel v místě, kam nebyl měřič schopný bezpečně zacílit. Současně byla tato metoda využita jen v omezeném rozsahu, to znamená jen v místech, kde to svým charakterem umožňuje. Zaměřeny touto metodou byly pouze některé body rohů budov a cest v místech, kde existovala jistota kolmosti hran objektů a kde bylo možné dodržet geometrické parametry měření. Měření vždy začínalo a končilo na známém bodě, čímž se zajistila bezpečná orientace celého měření. Tato doplňková metoda, stejně jako metoda ortogonální, neumožnila zaměření výšek podrobných bodů, a proto tyto body nemohly být při zpracování zahrnuty do tvorby výškopisu. Metoda zahrnovala pouze měření vodorovných délek třicetimetrovým pásmem. Délky byly měřeny s přesností na centimetry.

4.7.3 Kontrolní oměrné

Kontrolní oměrné jsou přímo měřené vzdálenosti (zpravidla pásmem) mezi dvěma podrobnými body určenými jinou metodou. Záznam kontrolních oměrných je možno provádět zápisem řetězce oměrných, které vzájemně souvisí svými koncovými body, nebo zápisem vzájemně nezávislých oměrných. (MARŠÍK, 2002)

Kontrolní oměrné míry byly zaměřeny na samotném závěru celého terénního měření. Jednalo se pouze o kontrolní měření vodorovných délek pásmem, které mělo sloužit k ověření správnosti tachymetrického zaměření podrobných bodů. Bylo vybráno několik náhodných délek mezi dvěma tachymetricky zaměřenými body, které bylo možné jednoduše dopočítat ze souřadnic. Tyto délky byly opětovně kontrolně zaměřeny pásmem, čímž vznikly dvě různé délky mezi stejnými body (jedna přímo měřená, druhá vypočtená ze souřadnic), které mohly být následně porovnány se stanovenými mezními odchylkami. Kontrolní oměrné délky byly voleny a měřeny na hranách budov tak, aby byly splněny všechny potřebné podmínky. Délky byly měřeny s přesností na centimetry.

4.7.4 Tachymetrie

Tachymetrie je metoda měření, při které se získávají prvky nutné k sestavení vrstevnicového plánu a polohopisného plánu. (POKORA, 1984) Její název je řeckého původu a značí v doslovném překladu rychloměřictví. Vyjadřuje poměrnou rychlost měřických prací v terénu. Všechny podrobné body jsou zaměřeny ze sítě tzv. tachymetrických stanovišek (bodů PPBP a pomocných bodů), a to polohově polární metodou, tj. směrníkem orientovaným ke spojnici dvou sousedních stanovišek a vzdáleností, výškově jsou určeny trigonometricky. (BLAŽEK, 2004)

V současnosti jsou v tachymetrii využívány téměř výhradně elektronické dálkoměry. (FIŠER, 2003) Elektronické tachymetry (dálkoměry) mají řadu předností. Vyznačují se vysokou přesností délkového měření (1 až 3 cm podle způsobu signalizace bodu – výtyčka s odrazným hranolem je držena volně v ruce nebo upevněna ve speciálním stojánku) a velkým dosahem (až 3 km). Umožňují měřit buď polární souřadnice nebo relativní pravouhlé souřadnice a převýšení včetně automatické registrace naměřených dat. Vodorovná délka se pomocí elektronického tachymetru určuje již s fyzikální redukcí a součtovou konstantou. (ČADA, 2009)

Body, na něž se nemůže postavit lať přímo, se určí ortogonálním doměřováním krátkou kolmicí k spojnici vhodně zvoleného a polárně určeného bodu se stanoviškem, nebo doměřením vzdálenosti od polárně určeného bodu, zvoleného na paprsku k určovanému bodu od stanoviška, anebo od bodů určených polárně v prodloužení zaměřované hranice. Body nedosažitelné ani z jednoho stanoviška, nebo vynechané se doměří ortogonální metodou napojením měřické přímky na body spolehlivě určené. (CÍSAŘ, 1970)

4.8 Volba podrobných bodů

Správný výběr podrobných bodů, které se polohově i výškově zaměří a jsou základem pro vlastní vyhotovení výškopisného plánu, hraje u tachymetrie velkou roli, neboť výrazně ovlivňuje výslednou kvalitu výškopisu. Podrobné body je třeba volit:

- a) Nejprve na význačných čarách terénní kostry, jimiž jsou hřbetnice, údolnice, úpatnice (paty) svahu a hrany, ať již přirozené či umělé, tvarové čáry apod.
- b) Na význačných bodech terénní kostry, k nimž patří vrchol kupy, dno dolíku, vrchol sedla, body spočinku apod.
- c) Všude tam, kde terén mění svůj sklon především ve směru největšího spádu (spádnice) a situační čára svůj směr.

- d) V pravidelném, málo členitém terénu, kde jsou čáry a body terénní kostry jednoznačně patrné a kde nelze uplatnit předchozí zásady pak v pravidelných vzdálenostech ve formě čtvercové sítě. Vzdálenosti podrobných bodů jsou pak odvislé od měřítka vyhotovovaného plánu. Tak např. pro měřítko 1: 1 000 ve vzdálenostech 30- 40m, pro měřítko 1: 500 ve vzdálenostech 15- 20m apod.

Množství podrobných bodů je závislé především na členitosti terénu a dále na měřítku požadovaného výškopisného plánu. Správný a ekonomický výběr podrobných bodů, umožňující při jejich minimu co nejlépe vyjádřit výškové poměry v dané lokalitě. (BLAŽEK, 1997)

Kvalitní volba podrobných bodů byla nejpracnějším úkolem celého projektu, jehož výsledek měl sloužit jako základní podklad ke správnému a dostatečnému zobrazení skutečného stavu zvoleného území, a to formou výškopisného plánu tak, aby tento plán splňoval všechny zadané skutečnosti a zobrazoval potřebné jevy.

Podrobné body byly voleny v dostatečné hustotě a na všech kritických místech tak, aby co nejlépe zachycovaly reálný stav terénu i všech určovaných objektů, které se ve zkoumaném areálu vyskytují. Body byly vybírány tak, aby se dosáhlo co nejkvalitnějšího zaměření ze stanovisek v rámci dříve určené, stabilizované sítě pomocných bodů.

Volba podrobných bodů ve volném, přírodě blízkém terénu se velmi lišila od užitých postupů volby bodů v intravilánu, kde existuje mnoho specifických skutečností a jevů, které bylo nutné zahrnout do procesu rozhodování o jejich umístění. Volný terén tvořil významnou část celého zkoumaného území. Byl tvořen převážně loukami s okrajovým, či jen ojediněle vnitřním, výskytem vyšších porostů ve formě křoví a stromů. Umělé objekty se zde nacházely jen sporadicky. Na volném prostranství byly body voleny tak, aby tvořily co možná nejpřesnější čtvercovou síť o délkách stran 10 – 15 metrů, pokud to rozhledové podmínky umožňovaly. Toho bylo docíleno přibližným krokováním vzdáleností mezi body. Výrazné terénní prvky se v zadaném území nevyskytují, a proto zde byla volba bodů usnadněna. Jedinými terénními jevy byly občasné, mírně svažité meze, které byly zaměřeny třemi body: jedním na počátku terénní deformace, druhým na koruně meze a posledním na její patě. Takto byl dostatečně kvalitně zachycen její průběh. Dále byly zaměřeny všechny hranice různých na sebe navazujících povrchů. Nejčastěji hranice cest, silnic, chodníků a luk. Na takových místech musely být body voleny v logickém intervalu tak, aby co nejlépe sledovaly linii hranice. V přímých úsecích hustota bodů klesala, v místech oblouků či

jiných změn hustota bodů naopak stoupala. Totéž platilo o všech liniových prvcích v krajině, kterými byly ploty, zábradlí nebo zídky. Obyčejné kúlové ploty většinou vyžadovaly kvůli své nepravidelnosti výraznější množství bodů pro zachycení jejich průběhu než například cesty či silnice. Volba bodů na budovách, přístřešcích či budkách byla poměrně jednoduchá a to hlavně díky pravidelnosti a souměrnosti těchto objektů. Zde byly podrobné body voleny vždy na jednotlivých rozích, čímž bylo bezpečně zajištěno zobrazení jejich půdorysů. Body byly vždy voleny na průsečíku rohu budovy, nebo budky s terénem. Poslední, však nejpočetnější skupinou podrobných bodů, byly body jednorozměrně zobrazující drobné nemovité objekty, které reprezentovaly stromy, keře, sloupy veřejného osvětlení, jiné sloupy a sloupky, koše, lavičky, kanály, cedule, závory, vodní a plynové uzávěry, hydranty, stojany na kola, šachty, kameny a dopravní značky. Aby byly tyto objekty klasifikovány jako nezbytné pro zaměření, musely být pevně spojeny se zemským povrchem. Výjimečnou skupinou byly podrobné body ohraničující plošky shluků okrasných dřevin a záhonů či plochy odvodňovacích struh. Strouhy byly reprezentovány příčnými profily o třech bodech, dva byly na začátku terénní deformace, jeden v nejnižším bodě strouhy.

Body byly voleny tak, aby vlastním prostorovým rozložením co nejlépe charakterizovaly zkoumanou plochu a současně bylo celé měření ekonomické a časově co nejméně náročné. Rozložení bodů a jejich umístění na objektech muselo splňovat podmínky pro správné a logické zobrazení těchto jevů v krajině.

Měření na takto otevřeném terénu probíhalo poměrně rychle nejen z důvodu malého výskytu objektů, které bylo třeba zaměřit, ale také díky dobrým rozhledovým podmínkám.

4.9 Číslování podrobných bodů

Podrobné body se označují příslušností ke katastrálnímu území a devítimístným číslem ve tvaru ZZZZZCCCC, kde ZZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 3999. (Návod pro obnovu, 2015)

Pravidla a struktura číslování podrobných bodů vychází z návodu pro obnovu katastrálního operátu. Celkový počet podrobných bodů měřených tachymetricky dosáhl počtu 2069 bodů. Číslovány byly v rámci měřického náčrtu od 000000001 do 000002069. Body zaměřené ostatními metodami (ortogonálně, oměrnými délkami)

byly číslovány od 000002100 do 000002124 z důvodu snadnější dohledatelnosti a přehlednosti.

4.10 Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu

Podrobné body polohopisu jsou nejčastěji zaměřovány základní metodou, tedy metodou polární. Poloha je určována polárními souřadnicemi, tj. délkou (vzdáleností) mezi stanoviskem (pólem) a nově určovaným bodem a vodorovným (orientačním) úhlem mezi směry na orientační (daný) bod a nově určovaný bod. (MARŠÍK, 2002) Doplnujícími metodami jsou metoda ortogonální, metoda konstrukčních oměrných a metoda protínání ze směrů či délek. (FIŠER, 2003)

Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu mohlo být uskutečněno poté, co byla v předstihu vybudována pomocná měřická síť bodů metodou GNSS-RTK. Takto definovaná stanoviska a orientační body tvořily základní kostru výchozích bodů pro následné přesné zaměření skutečného stavu v terénu. Z důvodu pouze dočasné stabilizace sítě podrobných bodů formou dřevěných kolíků neustále hrozilo riziko jejich poškození. Existoval tedy tlak co nejrychleji zahájit další měřické práce. Měření probíhalo ve dnech 23. 9. – 27. 9. 2016. Zvolenou metodou pro zaměření podrobných bodů byla metoda tachymetrická, kvůli své efektivitě a vysoké kvalitě výsledků, které je možno touto metodou docílit.

Měřická skupina se skládala ze dvou členů. Mapér (Bc. Vladimír Čtvrtník) vedl měřickou skupinu, rozhodoval o umístění a hustotě podrobných bodů, vedl měřický náčrt. Máper byl vybaven teleskopickou výtyčkou s odrazným hranolem a libelou. Měřič (Bc. Filip Trapek) obsluhoval totální stanici. Byl vybaven totální stanicí Leica TC 1102 a stativem.

Práce na stanovisku byla výrazně usnadněna a zrychlena díky využití moderních technologií totální stanice, kdy automatizovaný proces měření a ukládání všech potřebných informací plně nahradil nutnost vedení ručního zápisníku a s ním spojené vyhodnocovací práce. Před začátkem měření byla v systému totální stanice založena nová zakázka „Dip_Vla“, do které byly po celou dobu ukládány všechny potřebné informace o probíhajícím měření. Dále se do paměti stanice nahrál soubor obsahující souřadnice všech dříve měřených bodů pomocné měřické sítě a přístroj se nastavil tak, aby tyto body po dobu měření využíval. Do nastavení fyzikálních podmínek stanice byla zaznamenána současná teplota a tlak, čímž mohlo automaticky dojít k výpočtu a zavedení opravných koeficientů, které ovlivnily a upravily správnost měření laserového dálkoměru.

Stroj byl na stanovisku zcentrován a zhorizontován. Následně byla metrem změřena výška stroje od bodu k ose dalekohledu a uložena do paměti stanice. Poté byl stroj na stanovisku zorientován tak, že byly ve dvou polohách zaměřeny směry na okolní viditelné dané body pomocné měřické sítě. Po celou dobu měření probíhala snaha zaměřit co největší počet orientačních směrů a to z důvodu lepšího vyrovnaní sítě a získání nadbytečného počtu měřených kontrolních veličin. Na stanovisku byl vždy po doměření všech potřebných podrobných bodů zaměřen uzávěrový směr na první orientaci, čímž došlo k ověření, zda v průběhu měření nedošlo k poškození měření nechtěným pohybem totální stanice. Tento proces se opakoval na všech stanoviskách, kde vznikla nutnost stroj postavit, a vždy byl přesně dodržen tento neměnný postup.

Proces vlastního mapování zahrnoval převážně problematiku rozhodování o umístění jednotlivých podrobných bodů, ať už jednotlivě funkčních, nebo v kontextu s ostatními body či strukturami, na které musel být brán při této činnosti zřetel. Jako mapér jsem dále na tyto body umisťoval výtyčku s odrazným hranolem ve specifické výšce, která se průběžně upravovala podle potřebné viditelnosti (výtyčka byla vždy vložena do svislé polohy pomocí na ni upevněné krabicové libely). Na takto postavenou výtyčku měřič v jedné poloze zaměřil a měření registroval, čímž došlo k uložení polárních souřadnic podrobného bodu do záznamového zařízení totální stanice. Dále jsem sledoval a reagoval na změny kódů při průběžných změnách měřených objektů. Díky tomuto systému kódovaného měření se velmi usnadnilo zpracování měřického náčrtu, který jsem současně s mapováním vedl. Nebylo již třeba zaznamenávat jednotlivá čísla bodů s kódy do kresby náčrtu, jelikož tyto informace v průběhu měření ukládal měřič do záznamového zařízení stanice. Výrazně se tak zjednodušila a zredukovala kresba v měřickém náčrtu, čímž se zvýšila jeho přehlednost a současně se zvýšila rychlost mapování, a tím i efektivita práce.

Tento proces se opakoval na většině podrobných bodů. Výjimkou byly body, které mohly být snadno dosaženy jednoduchým doměřením doměrku či kolmice i přes to, že vlastní prostor cílového bodu byl z aktuálního postavení totální stanice nedosažitelný. V tomto případě existuje možnost doměření chybějící vodorovné vzdálenosti přímo v terénu metrem. Tato vzdálenost je pak zanesena měřičem do totální stanice, a následně automaticky zpracována během převodu polárních souřadnic při realizaci výpočetních prací. Tento postup byl využíván jen velmi výjimečně a pouze při dosažení vhodných podmínek pro provedení tohoto úkonu, kdy pásmem doměřované vzdálenosti nepřesahovaly schopnosti mapéra na kvalitní zaměření.

Současně probíhala velmi důležitá komunikace s měřičem prostřednictvím vysílaček, kdy mapér sděloval všechny potřebné informace o jednotlivých bodech či nastavení výtyčky měřičovi. Ten všechna tato data průběžně podle skutečnosti zaznamenával k jednotlivým podrobným bodům, čímž přiděloval těmto bodům parametry, které se využijí při zpracování měřených dat. Doplnovanými daty jsou nejčastěji informace o změně výšky výtyčky či kód (z kódovacího klíče) přidělovaný aktuálně měřenému bodu.

4.11 Záznam výsledků měření

K zaznamenání výsledků měření slouží měřické náčrty, zápisníky, popř. paměťové médium použitého přístroje. Měřický náčrt vyjadřuje graficky výsledky podrobného měření a ve spojení se zápisníkem podrobného měření, ve kterém jsou uvedeny nutné číselné údaje, je podkladem pro výpočet souřadnic podrobných bodů a k jeho kontrole, ke konstrukci kresby a k popisu mapy. (MICHAL, 1985) Naměřené hodnoty na moderních přístrojích se zaznamenávají registračním zařízením. Formu zápisníku je možno přizpůsobit konkrétnímu zpracování dat při výpočtech souřadnic. (Návod pro obnovu, 2015)

Zápisník podrobného měření byl veden elektronickou formou, neboť to umožňuje technologie totální stanice. Jedná se o polární souřadnice obsahující naměřené délky a úhly spolu s doplněnými výškami hranolů a cílů, dále obsahuje doměrky, kolmice, čísla bodů a kódy určující druh měřeného bodu (viz příloha č. 3).

Grafickým záznamem výsledků je v tomto případě měřický náčrt, ten byl veden klasicky analogovou formou. Obsahuje všechny informace potřebné ke zpracování kresby mapy.

5 Výpočetní práce

Výpočty jsou nejčastěji prováděny prostřednictvím geodetických programů (Geus, Groma, Kokeš). Tyto programy přečtou měřená data z univerzálních elektronických teodolitů a vypočtou souřadnice (y,x,z) a tím je možné dále např. pomocí programu Atlas či Kokeš, vyhotovit digitální model terénu. Práce se tím podstatně urychlí. (BLAŽEK, 1997)

Při výpočtu souřadnic se zpracují všechny naměřené údaje včetně oměrných a jiných kontrolních měř. Ze vstupních údajů se vypočtou souřadnice podrobných bodů a testuje se dodržení mezních odchylek. (MARŠÍK, 2002)

5.1 Souřadnice bodů získané metodou GNSS-RTK

Souřadnice pomocné měřické sítě tvořily základ pro následné měření podrobných bodů a tím určování skutečného stavu, tudíž bylo nutné získat je co nejdříve. K tomu posloužila metoda určení polohových a výškových souřadnic GNSS-RTK.

GNSS stanice umožňuje automatické zprůměrování souřadnic dvou nezávislých měření při dodržení správného postupu číslování průměrovaných bodů, proto byly body vždy doplněny o tečku a číslovku opakování (např. poprvé 4001.1, podruhé 4001.2). Díky použití tohoto postupu byla vyloučena nutnost ručního průměrování prvního a druhého měření téhož bodu, a tím byly výrazně usnadněny zpracovatelské práce v rámci pomocné měřické sítě. Tyto souřadnice mohly být okamžitě použity pro další měření a další výpočetní práce (viz. Tab. č. 1)

č. bodu	Y	X	Z
4001	757 356,68	1 165 354,40	388,11
4002	757 333,28	1 165 463,93	387,96
4003	757 405,18	1 165 413,75	388,23
4004	757 388,08	1 165 497,15	388,22
4005	757 261,14	1 165 528,25	387,89
4006	757 269,89	1 165 583,85	388,06
4007	757 345,99	1 165 601,48	388,09
4008	757 253,55	1 165 639,22	388,34
4009	757 180,12	1 165 652,52	388,09
4010	757 206,01	1 165 779,06	388,10
4011	757 129,25	1 165 766,70	387,93
4012	757 316,91	1 165 789,03	388,36
4013	757 389,15	1 165 876,62	389,08
4014	757 436,35	1 165 913,66	389,68
4015	757 518,54	1 165 920,32	389,94
4016	757 532,04	1 165 840,88	389,31
4021	757 379,19	1 165 604,89	388,22
4022	757 451,16	1 165 621,35	388,30
4023	757 528,74	1 165 627,77	388,39
4024	757 466,16	1 165 714,28	388,84
4025	757 510,69	1 165 723,15	388,78
4032	757 646,35	1 165 545,23	388,71
4033	757 563,88	1 165 531,59	388,67
4034	757 478,82	1 165 534,14	388,43
4035	757 408,61	1 165 536,35	388,44

Tab. č. 1.: Souřadnice bodů pomocné měřické sítě (zdroj vlastní)

5.2 Popis a nastavení výpočetního programu GROMA

Geodetický software GROMA verze 8.0.1.0 je jedním ze základních nástrojů potřebných pro zpracování naměřených dat v terénu. Jedná se o matematický výpočetní program, který umožňuje téměř automatizované získání všech potřebných souřadnic podrobných bodů využitím známých geometrických principů klasických geodetických metod.

Výsledky jsou generovány ve formě přehledných protokolů (textových dokumentů). Program také umožňuje převod měřených a vypočtených podrobných bodů do grafické podoby v kooperaci s programem Microstation, se kterým jsou výsledné dokumenty GROMY kompatibilní.

Program GROMA byl využit pro výpočet všech podrobných bodů, které byly získány metodou tachymetrie, metodou kontrolních oměrných měř a metodou ortogonální. Všechny protokoly výpočtů a souřadnic podrobných bodů byly generovány tímto programem.

Před započítáním výpočetních prací jsem provedl základní nastavení programových funkcí a některých hodnot potřebných pro správné zpracování měřených dat. Bylo nutné nastavit shodné osově podmínky s referenčním systémem S-JTSK, kdy osa x kladně roste na jih a osa y na západ. Proto jsem v nastavení programu zaměnil osy X a Y a následně nastavil hodnoty Y: -1,000000, X:-1,000000 a Z: 1,000000 a také jsem zajistil kladnost všech souřadnic nastavením III. kvadrantu. Poté byl výpočetním relacím nastaven v záložce „vstup/výstup“ vhodný počet desetinných míst tak, aby bylo měření délek a souřadnic vyhodnoceno s přesností na centimetry a úhly na desetitisíciny gradu. Také jsem nastavil hodnotu délkového zkreslení křovákova zobrazení, v závislosti na poloze, vložením jednoho měřeného bodu pomocné měřické sítě do nastavení měřítkového koeficientu. Program ze souřadnic bodu automaticky vypočetl délkové zkreslení a nastavil opravný koeficient, kterým byly při výpočtech dále opravovány délky. V místě, kde probíhaly měřické práce, dosahují tyto opravy téměř nulových hodnot. Dále jsem nastavil GROMU na režim kompatibilní s daty přijímanými z totální stanice Leica zaškrtnutím značky použitého přístroje a změnil jsem formát dat na „GSI“.

5.3 Podrobné body

údaji pro výpočet souřadnic pomocných a podrobných bodů jsou seznam souřadnic užitých bodů a zápisníky nebo registrované výsledky podrobného měření. Při výpočtu souřadnic se zpracují všechny naměřené údaje, včetně oměrných a jiných

kontrolních měr. Ze vstupních údajů se vypočtou souřadnice pomocných a podrobných bodů a testuje se dodržení mezních odchylek. Případy překročení mezních odchylek se analyzují a chyby se opraví. Při vícenásobném určení podrobných bodů, nejsou-li překročeny mezní odchylky, se výsledné souřadnice počítají aritmetickým průměrem. O průběhu výpočtu se zpracovává protokol, který musí obsahovat nejméně údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích měřické sítě (např. v polygonových pořadech), při vícenásobném určení souřadnic bodů a při porovnání oměrných a jiných kontrolních měr s hodnotami vypočtenými ze souřadnic. (Návod pro obnovu, 2015)

5.4 Výpočet podrobných bodů

- **Tachymetrie**

Podkladem pro výpočet polohových a výškových souřadnic podrobných bodů metodou tachymetrie byl protokol získaný z paměťového zařízení použité totální stanice, po jejím připojení k počítači. Protokol obsahoval všechna měřená a doplněná data, ve formě polárních souřadnic, potřebná k použití tachymetrické metody (viz. příloha č. 3) Ze seznamu měřených dat jsem vyloučil chybné směry, orientace a body, u kterých jsem věděl, že během jejich zaměření došlo k chybě, nebo k omylu. Vyloučením takových chybných dat jsem předešel možným komplikacím při dalším zpracování. Souřadnice jsem dále upravil pomocí funkce „Zpracování zápisníku“. V prvním kroku jsem data opravil funkcemi „zpracovat měření v obou polohách“ a „zpracovat opakovaná měření“. Tím se napravily problémy vzniklé při kontrolním měření ve dvou polohách a správně se do výpočtu zavedl kontrolní uzávěrový směr (viz. příloha č. 4). Ve druhém kroku jsem data opravil funkcí „redukovat směry“, čímž jsem získal již hotové, opravené polární souřadnice vhodné k dalším výpočtům (viz. příloha č. 5).

Dalším nezbytným podkladem byly souřadnice bodů pomocné měřické sítě získané metodou GNSS-RTK. Souřadnice byly uloženy v protokolu o měření, který jsem stáhl ze záznamového zařízení aparatury GPS. Tyto souřadnice jsem ručně přepsal do nově vytvořeného seznamu souřadnic v programu GROMA s názvem „GPS Body“ a doplnil jsem ke každému bodu kód „OR“. Tento proces ve skutečnosti proběhl ještě před vlastním měřením skutečného stavu v krajině, neboť tento seznam souřadnic bodů měřické sítě tvořil základní podklad (ve formě souřadnic stanovisek a orientací), nahraný do softwaru totální stanice, pro měření podrobných bodů. Po zajištění těchto podkladů jsem mohl přejít k vlastnímu výpočtu.

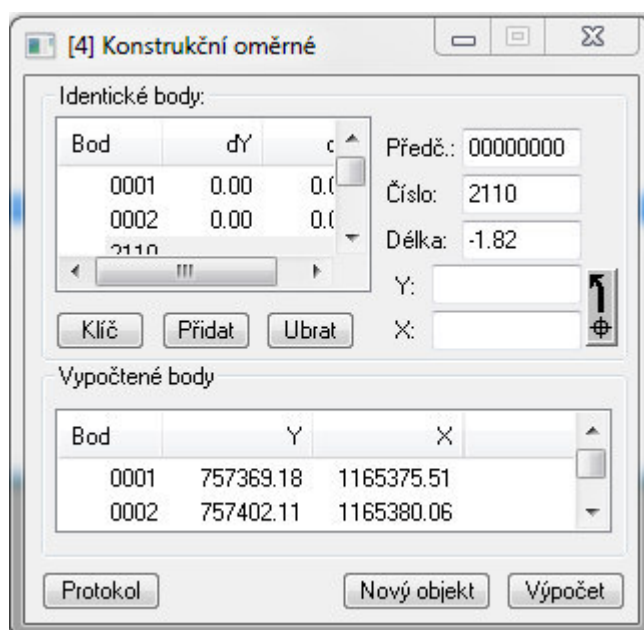
V programu GROMA jsem zvolil funkci „polární metodu dávkou“ (tachymetrická metoda). Jako vstupní data jsem vybral přímo měřené polární souřadnice a jako výstup jsem zvolil nově vytvořený seznam pravouhlých souřadnic nazvaný „Podrobné body“, do kterého se měly uložit výsledné souřadnice všech měřených podrobných bodů. Po skončení výpočtu jsem zobrazil a uložil protokol o výpočtu (viz. příloha č. 6). Protokol obsahuje kromě samotných souřadnic také informace o průběhu výpočtu bodů z různých stanovisek, volbě orientačních směrů a posouzení kvality měření formou porovnání mezních odchylek.

V seznamu souřadnic podrobných bodů bylo velké riziko nepřesností, hlavně z důvodu ručního vyplňování kódů. Kódy jednotlivých bodů jsem proto postupně zkontroloval, popřípadě jsem opravil drobné překlepy v textu. Dále jsem sjednotil kódovací klíč tak, aby všechny stejné objekty odpovídaly pouze jednomu přiřazenému kódu.

- **Konstrukční oměrné míry**

Podrobné body zjišťované metodou konstrukčních oměrných měr byly dopočítány přímo z vodorovných délek naměřených pásmem, které byly, pokud to situace vyžadovala, při terénních pracích zaznamenávány přímo do měřického náčrtu. Při zpracování tohoto měření byla využita funkce GROMY „Konstrukční oměrné“ (viz. Obr. č. 2). Program si vyžádá nejprve zadání dvou známých bodů (rohů budov či chodníků) a přímo měřené délky mezi nimi, čímž se stanoví výchozí měřická přímka. Poté proces výpočtu vyžaduje ruční opisování měřených délek a čísel nových podrobných bodů do výpočetní tabulky. Pokud je zadána délka se znaménkem „+“, je bod umístěn ve vzdálenosti měřené délky po směru měření doprava. Pokud je délka zadána se znaménkem „-“, je bod umístěn o tuto vzdálenost naopak doleva. Další bod je opět zadán číslem a délkou, s podle potřeby kladným, či záporným znaménkem, čímž se proces opakuje. Výpočet z oměrných délek na jednom objektu musí být ukončen opět na známém podrobném bodě (rohu), kde dojde zadáním tohoto bodu do výpočtu k uzavření a ověření správnosti celého výpočtu. Samozřejmě musela být po celou dobu splněna podmínka kolmosti měřených délek, jinak by docházelo k deformacím skutečnosti. Výšky bodů určených oměrnými mírami nelze touto metodou nijak dopočítat, proto nejsou v tomto výpočtu zahrnuty. Tento proces se opakoval na všech objektech, kde bylo provedeno doměření podrobných bodů touto metodou. Výsledný protokol (viz. příloha č. 7) obsahuje výsledné souřadnice podrobných bodů, informace o průběhu výpočtů na jednotlivých objektech a posouzení kvality měření porovnáním odchylek.

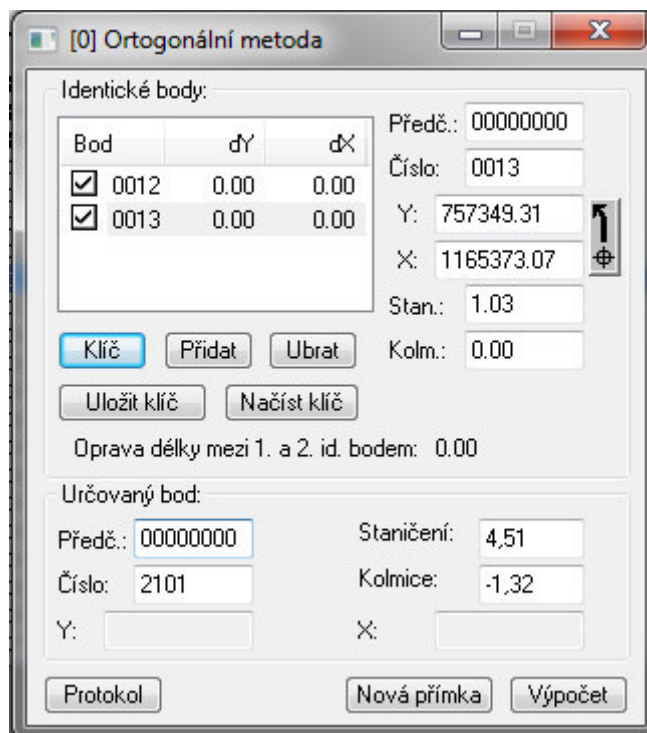
Takto zjištěné souřadnice jsem musel ručně opsat do nového seznamu souřadnic s názvem „Dopočet“, neboť funkce kontrolních oměrných měř neumožňuje automatické zapisování do seznamu.



Obr. č. 2.: Funkce „konstrukční oměrné“ v programu GROMA (zdroj vlastní)

- **Ortogonalní metoda**

Podrobné body měřené ortogonální metodou, která taktéž neumožňuje měření nadmořských výšek, jsem dopočítal z pásmem přímo měřených kolmých vodorovných délek. Takto změřené body byly v programu GROMA zpracovány pomocí funkce „ortogonální metoda“ (viz. Obr. č. 3). Nejprve musela být zadána základní měřická přímka. Ta byla definována dvěma známými, souřadnici určenými, body a přímo měřenou, vodorovnou vzdáleností mezi nimi. Po nastavení měřické základny jsem každému nově určovanému bodu zadával pásmem měřené vodorovné hodnoty staničení a délky kolmic od bodu na základnu. Pokud ležel určovaný bod vlevo od měřické přímky, byla jeho kolmici přidělena hodnota „-“. Nacházel-li se vpravo od základny, hodnotu kolmice jsem zapsal se znaménkem „+“. Bodům byla vždy také přiřazována čísla tak, aby nebyla duplicitní. Zadáním všech potřebných dat jsem splnil podmínky pro výpočet a ten mohl konečně proběhnout. Všechny vypočtené souřadnice byly tentokrát automaticky uloženy do seznamu souřadnic „Dopočet“. Výsledný protokol (viz. příloha č. 8) obsahuje, kromě polohových souřadnic nových bodů, vždy také informace o zadávaných datech a posouzení kvality měření formou mezních odchylek.



Obr. č. 3.: funkce „ortogonalní metoda“ v programu GROMA (zdroj vlastní)

- **Kontrolní oměrné míry**

Kontrolní oměrné délky jsem dopočítal pomocí vodorovných vzdáleností, naměřených přímo pásmem. Tyto hodnoty byly v průběhu měření zaznamenávány, podobně jako konstrukční oměrné míry, přímo do měřického náčrtu. Jedná se pouze o kontrolní metodu, což znamená, že při ní nebyly dopočítávány žádné nové podrobné body. Funkce „kontrolní oměrné“ v programu GROMA vyžaduje zadávání dvou souřadnicemi známých bodů a přímo měřené, vodorovné délky mezi nimi. Tím je zjištěn rozdíl mezi přímo měřenou délkou a tou samou délkou vypočtenou ze souřadnic, který je porovnán s mezní odchylkou. Protokol obsahuje informace o měřených hodnotách a o dodržení mezních odchylek (viz. příloha č. 9).

5.5 Přesnost bodů

Přesnost podrobného měření a výsledných souřadnic podrobných bodů polohopisu katastrální mapy (dále jen "podrobné body") se vyjadřuje ve vztahu k blízkým bodům PPBP, popř. ZPBP. Charakteristikou přesnosti určení souřadnic x, y podrobných bodů je základní střední souřadnicová chyba m_{xy} , daná vztahem

$$m_{x,y}^2 = \frac{1}{2}(m_x^2 + m_y^2)$$

kde m_x, m_y jsou základní střední chyby určení souřadnic x, y . (Vyhláška č. 190/1996 Sb.)

Charakteristikou relativní přesnosti určení souřadnic x, y dvojice podrobných bodů stejné třídy přesnosti je základní střední chyba m_d délky d přímé spojnice bodů této dvojice, vypočítané z jejich souřadnic. (HUML, 2001)

Souřadnice podrobných bodů musí být určeny tak, aby:

- a) charakteristika m_{xy} nepřesáhla kritérium $u_{xy} = 0,14\text{m}$,
- b) charakteristika m_d nepřesáhla kritérium u_d vypočtené pro každou délku ze vztahu $u_d = 0,21 \frac{d+12}{d+20}$ v metrech.

Dosažení přesnosti určení podrobných bodů se ověřuje pomocí:

- a) oměrných měř nebo kontrolních měření délek přímých spojnic jiných vybraných dvojic podrobných bodů a jejich porovnáním s délkami, vypočtenými ze souřadnic nebo
- b) nezávislého kontrolního měření a výpočtu souřadnic výběru podrobných bodů a jejich porovnání s určenými souřadnicemi. (Vyhláška č. 190/1996 Sb)

Při výpočtu souřadnic se použijí tyto hodnoty mezních odchylek:

- a) mezní odchylka mezi délkou měřické přímky měřenou a vypočtenou ze souřadnic, nebo mezní polohová odchylka uzávěru pomocného polygonového pořadu $(o_y^2 + o_x^2)^{1/2}$ je dána vztahem $0,012 d^{1/2} + 0,10$ [m], kde „ d “ je délka měřické přímky, spojnice kontrolovaných bodů nebo součet délek v pomocném polygonovém pořadu v metrech,

- b) mezní úhlová odchylka uzávěru pomocného polygonového pořadu je $0,02(n+2)^{1/2}$ [gon], kde „n“ je počet vrcholových úhlů v polygonovém pořadu včetně bodů připojovacích,
- c) mezní odchylka v orientaci (rozdíl směrniců vypočtených ze souřadnic - rozdíl naměřených vodorovných směrů) je 0,08 gon,
- d) mezní odchylka na pomocném bodě v souřadnici (rozdíl mezi dvojnásobným nezávislým určením) je 0,15 m,
- e) pro mezní odchylku „ u_d “ mezi přímo měřenou délkou mezi dvěma podrobnými body a délkou vypočtenou ze souřadnic a pro mezní odchylku „ u_{xy} “ v souřadnici na podrobném bodě (rozdíl mezi dvojnásobným určením) se použijí hodnoty stanovené pro kód kvality 3.

Souřadnice se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa. (Návod pro obnovu, 2015)

Při výpočtu souřadnic podrobných bodů metodou tachymetrie nedošlo na žádném stanovišti k překročení mezních odchylek. Hodnota mezní odchylky orientace byla v pomocné měřické síti polární metodou stanovena na 0,0800 g, přičemž maximální dosažená odchylka dosáhla hodnoty 0,0142 g. U metody ortogonální ani u metody konstrukčních měř taktéž nikdy nedošlo k překročení mezní odchylky. Metoda kontrolních oměrných měř také neodhalila žádný zásadní nesouhlas. Z toho se dá usuzovat, že výsledné souřadnice podrobných bodů, měřené všemi metodami, jsou poměrně kvalitní a reprezentativní. Délky měřené totální stanicí byly měřeny na 0,001 m a posléze zaokrouhleny na 0,01 m v programu GROMA. Úhly byly měřeny na 0,0001 gradu. Délky pásmem byly měřeny na 0,01 m. Lze tedy říci, že došlo ke kvalitnímu zaměření polohopisu i výškopisu.

Souřadnice všech podrobných bodů jsou dostupné v seznamu souřadnic podrobných bodů (viz. příloha č. 10)

6 Zobrazovací práce

Zobrazovací práce při tvorbě map velkých měřítek jsem realizoval pomocí norem ČSN 01 3410 (Základní ustanovení) a ČSN 01 3411 (Kreslení a značky). Zpracovávaný projekt bude graficky zobrazen jako účelová mapa.

Geodetickým základem map jsou geodetické body podle ČSN 73 0415, nebo jiné měřické body. (ČSN 01 3410) Předměty, jejichž rozměry dovolují zřetelné zobrazení na mapě, se zobrazují obrysovou čarou, i když je pro ně stanovena značka.

Není-li druh předmětu zřejmý již z kresby či popisu, vykreslí se značka i uvnitř obrysu předmětu. Není-li možno předmět pro jeho malé rozměry zobrazit obrysem, zobrazí se jen značkou. Nahromadí-li se předměty měření, jejichž zobrazení by se nedalo na mapě jasně vyjádřit, zobrazují se jen předměty důležitější, přitom se dává přednost zobrazení bodů bodových polí a stavebních objektů. (ČSN 01 3411)

Přesnost mapy vyhotovené na základě tachymetrického měření závisí na přesnosti měření, tj. na přesnosti použitých přístrojů a na způsobu určení vzdáleností, dále na zkušenostech měřiče a na způsobu zobrazení podrobných bodů. (MARŠÍK, 2002)

6.1 Zásady tvorby účelových map

Mapami účelovými jsou vždy mapy velkých měřítek, které obsahují kromě základních prvků také další obsah podle účelu, pro jaký vznikly. (FIŠER, 2005)

Volba třídy přesnosti a volba měřítka účelové mapy vychází z účelu, pro který je mapa tvořena.

Účelové mapy se tvoří přímým měřením a zobrazováním, popřípadě přepracováním, nebo odvozením ze stávajících map. V největší míře je třeba využívat základní mapy a výsledky předchozích geodetických a kartografických prací.

Mapy se vyhotovují v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Bpv, nebo v odůvodněných případech v systému jadranském. Účelové mapy lze vyhotovit i v jiných souřadnicových a výškových systémech. Použitý souřadnicový systém se vyznačí na všech výsledcích a dokumentaci mapy. (ČSN 01 3410 Mapy)

Účelové mapy se mohou podle potřeby vyhotovovat vícebarevně. Polohopis na povrchu s příslušným popisem se kreslí černě. Výškopisné údaje s číselným popisem hnědě a elektrická a potrubní vedení barevně. (ČSN 01 3411)

6.2 Popis programu Microstation

Microstation je softwarem CAD (Computer-aided design) pro 2D a 3D modelování a byl vyvinut společností Bentley Systems. Program je kompatibilní se systémem Windows a díky tomuto rozhraní mohl být snadno využit při grafickém zpracování naměřených dat a následné tvorbě plánu v tomto projektu. Program umožňuje tvorbu, modifikaci, analýzu a optimalizaci grafického návrhu. Díky použití tohoto programu byla zvýšena produktivita práce a kvalita výsledné mapy. Dále byl využit potenciál kompatibility programu s dalšími používanými programy, jako byla GROMA, TextPad či softwary měřicích přístrojů. Microstation používá hlavně formát .DGN, který je také kompatibilní. Nastavení programu jsem prováděl průběžně při

práci v něm, a to podle toho, jaké parametry pohledu a funkce jsem právě používal. Specifické původní nastavení jsem neprováděl žádné.

6.3 Tvorba obsahu účelové mapy

Účelové mapy slouží k podrobné lokalizaci jevů a objektů na povrchu, nad povrchem a pod povrchem země.

Obsah účelové mapy vychází z obsahu základní mapy velkého měřítká a účelu, pro který je vytvořena. Obsahuje body polohového a výškového bodového pole, polohopis, výškopis a popis. Součástí obsahu mapy je polohopis, popis a popřípadě i výškopis. Předměty polohopisu a výškopisu se zaměřují jako jejich pravoúhlé průměty na referenční plochu použitého souřadnicového systému. Způsoby jejich označení a vyznačení mapovými značkami v mapě stanoví ČSN 01 3411. (ČSN 01 3410)

Zpracováním všech naměřených dat, tedy získáním potřebných souřadnic podrobných bodů, byl splněn základní předpoklad k tomu, aby mohly započít zobrazovací práce. Jak již bylo zmíněno, všechny grafické úlohy probíhaly v programu Microstation. Práce ale také vyžadovaly neustálé využívání ostatních programů, jako je GROMA či TextPad, hlavně z důvodu transformace dat z numerické do grafické podoby. Možnost takového zpracování byla zajištěna správnou volbou navzájem kompatibilních programů (tedy programů umožňujících zpracování stejných formátů dat).

Po získání všech polohových i výškových souřadnic podrobných bodů, ve formě seznamu souřadnic, bylo potřeba zredukovat výškové souřadnice z důvodu lepší přehlednosti budoucí kresby. Zvolena byla vhodná hodnota redukce o 380 metrů, neboť výška žádného bodu v daném území neklesá pod tuto výškovou hladinu. Tím byly z následné kresby mapy vyjmuty 2 cifry z výšky každého bodu, aby pak zbytečně nezhušťovaly množství informací v plánu. Pro tento účel jsem využil program TextPad, který zajišťuje, a výrazně rozšiřuje, možnosti úpravy klasických textových souborů formátu .txt. Nejprve jsem celý seznam souřadnic s názvem „Podrobné_body“ uložil z programu GROMA ve formátu .txt, nastavení osových podmínek jako YXZ. Poté jsem mohl tento seznam otevřít a dále upravovat v programu TextPad. Dále již bylo možné tyto výšky zredukovat o hodnotu 380 metrů. Správný formát výškových souřadnic však musel být specificky stanoven jako trojciferné číslo se třemi desetinnými místy. Všechna prázdná místa cifer tak byla doplněna o hodnotu X, aby tuto podmínku splňovala. Po této úpravě se desetinná

čárka hodnoty výšky bodu vycentrovala na střed čísla, tedy přesně na pozici samotného podrobného bodu. Ten pak je v kresbě reprezentován právě touto desetinnou čárkou. Všechna písmena „X“ byla dále nahrazena prázdným místem a v kresbě se proto nezobrazila. Soubor byl na závěr opět uložen jako formát .txt (YXZ).

Po popisovaných úpravách celého seznamu souřadnic nastala potřeba dalšího roztřídění těchto dat. To bylo umožněno díky kódovanému měření, které jsem po celou dobu uplatňoval právě pro tyto účely rozčlenění, jelikož jsem od začátku předpokládal, že dojde k využití možnosti rozvrstvení kresby v programu Microstation podle jednotlivých kódů. Z celkového seznamu souřadnic všech podrobných bodů musely být tedy vybrány body se stejným kódem a následně uloženy jako samostatný seznam souřadnic. Program GROMA takovou úpravu dat umožňuje v rámci funkce „označit souřadnice“. V této funkci byl vybrán datový soubor „Podrobné_body“, ze kterého budou nové seznamy tvořeny. Poté jsem do kolonky „kód – maska“ vyplnil požadovaný kód podle kódovacího klíče a stiskl jsem funkci „označ“. Tím došlo k označení všech bodů identifikovaných stejným kódem. Takto označené body bylo již snadné překopírovat do nově vytvořeného seznamu souřadnic. Seznam byl pojmenován podle jeho účelu a byl zvlášť registrován. Takovýto proces se opakoval při separaci všech ostatních bodů podle kódů. Vznikem roztříděného souboru seznamů souřadnic podrobných bodů také zanikla nutnost uchovávání informací o kódu a stala se tak přebytečnou, kterou bylo nutno odstranit. Opět se pro tyto účely využil program TextPad, ve kterém byly všechny kódy ze všech seznamů souřadnic vymazány. Poté se již mohlo přejít ke vkládání seznamů souřadnic do programu Microstation ve formě vrstev (viz. Tab. č. 2).

č. vrstvy	kód	objekt zobrazení
13	CE	cesta
14	RB	roh budovy
15	PLOT, ZABR	plot, zábradlí
16	ZIDKA	zídka
17	STROUHA	strouha
18	SACHTA	šachta
19	LOUKA	louka
20	CED	cedule
21	ELROZ	elektrická rozvodna
22	HYDRANT	hydrant
23	JST	jehličnatý strom
24	KAMEN	kámen
25	KAN	kanál
26	KOS	koš
27	KROVI	nižší dřeviny
28	LA	lampa
29	LAV	lavička
30	LST	listnatý strom
31	MSL	sloupek
32	ZAH	plošná okrasná zeleň
33	PUZAV	plynový uzávěr
34	PEPEL	odpad
35	SL	sloup
36	VUZAV	vodovodní uzávěr
37	ZAVORA	závora
38	ZN	značka
39	KOL	stojan pro kola
40	OR	pomocný bod

Tab. č. 2.: Seznam použitých vrstev (zdroj vlastní)

Mapový originál považujeme za dokončený (kompletní), jestliže je na něm vykreslena a zkonstruována (podle měřického náčrtu) veškerá situace (polohopis) a jsou-li vykresleny a popsány vrstevnice a výškové kóty. K dokončení mapového originálu patří ještě zákres smluvených značek. Smluvené značky jsou symboly, které přehledně, úsporně a jednoznačně charakterizují zaměřené skutečnosti. Značky rozeznáváme bodové, čárové a plošné. Bodové značky označují malé, v měřítku mapy nezobrazitelné předměty (body polohového a výškového pole, objekty inženýrských sítí apod.). Čárové značky znázorňují hranice objektů, komunikace, různá vedení aj. Plošné značky označují např. druh kultury na zobrazovaném pozemku apod. a umísťují se doprostřed příslušné plochy. Pokud se jedná o rozsáhlejší nebo členitější plochu, značka se zakreslí vícekrát. Kompletní přehled

smluvených značek pro mapy velkých měřítek je uveden v normě ČSN 01 34 10. (MARŠÍK, 2002)

6.3.1 Polohopis

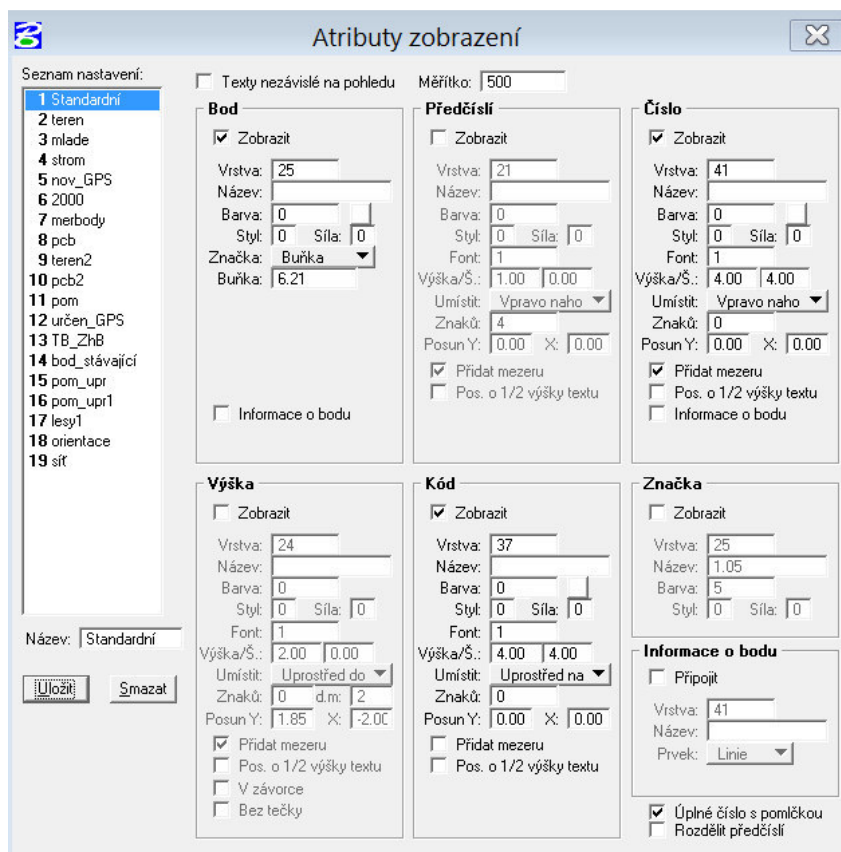
Po zaměření geodetickými metodami a zpracování podrobných bodů se body vložily do grafického programu pod číslem odpovídajícím tomu v měřickém náčrtu. Dále se podle těchto bodů doplní kresba a body se nahradí výškovými kótami. Samotná čísla jsou zobrazena ve výsledné mapě pouze u bodů pomocné měřické sítě.

Geodetickým základem polohopisu jsou body ZPBP a PPBP. Polohopisný obsah se doplňuje o tematické složky v rámci kategorií:

- a) stavebních objekt (nap . pomníky, mostní váhy, garáže, čekárny dopravních prostředků, telefonní budky, čerpadla pohonných hmot, venkovní schodiště a uvádí se i nadmořská výška prvního podlaží budov, počet podlaží a zákres středu vstupu do objektů),
- b) dopravních objektů a zařízení (např. krajnice, chodníky, osy tramvajových kolejí, zábradlí, svodidla, osy trolejových vedení, tunely, světelná signalizační zařízení),
- c) vodohospodářských objektů a zařízení (např. jímací objekty, nábrežní zdi, vodotrysky, zřídla, úpravny vod, čerpací stanice, trvalá zavodňovací a odvodňovací zařízení),
- d) městská zeleň (nap . cesty se zpevněným povrchem, chráněné stromy, stromy podél komunikací, na nábrežích a na veřejných prostranstvích s rozlišením druhu a s minimálním průměrem kmene 100 mm),
- e) podzemní vedení, zobrazuje se průmět osy vedení na zemský povrch a viditelná zařízení podzemních potrubních a kabelových vedení (tzv. povrchové znaky inženýrských sítí: kanalizační šachty, hydranty, šoupátka, čičačky, vpusti aj.). U kolektorů, průchozích kabelových a potrubních kanálů se zaměří vnitřní líc stěn. Rozlišují se podzemní vedení kabelová, potrubní (tlaková a s volnou hladinou), společná podzemní vedení (kolektory, tvárniceové tratě, atd.),
- f) nadzemní vedení (nap . silová, sdělovací, sloupy, patky příhradových a dalších konstrukcí, potrubí na veřejných komunikacích - teplovody, svítidla). Průběh vedení se určuje spojením středů patek podpěr nebo os stožárů, sloupů, konzol a střešníků. (FIŠER, 2005)

Při vkládání podrobných bodů do programu Microstation bylo z hlediska polohopisu důležité rozvržení jednotlivých vrstev, jejich účel, parametry a plánovaný způsob zobrazení. Body, které měly reprezentovat plošné a liniové objekty (rohy budov, cesty, ploty apod.), bylo nutné vložit do kresby tak, aby se zobrazily desetinnou čárkou čísla nadmořské výšky indikující jeho správné umístění. Body, které reprezentovaly objekty vyžadující pro své správné zobrazení mapovou značku, musely být vloženy již s konkrétní přidělenou mapovou značkou, která ve výsledku nahradila desetinnou čárku v hodnotě nadmořské výšky.

Jako první jsem se rozhodl připojit vrstvy podrobných bodů zastupující plošné a liniové objekty. Konkrétně to byly vrstvy rohů budov, cest, plotů a zábradlí, zídek, plošné okrasné zeleně, příkopů. Stejně tak jsem připojil doplňkové body zaměřené ostatními metodami (ortogonální, konstrukční oměrné). Připojení těchto vrstev probíhalo prostřednictvím funkce příkazového řádku programu Microstation „mdl load groma“, který využívá kompatibility s programem GROMA. Tímto postupem jsem mohl dále postupně vkládat vyjmenované seznamy souřadnic plošných a liniových prvků z programu GROMA, a to ve formě jednotlivých vrstev. K nahrávání vrstev jsem také využíval seznam souřadnic upravený v programu TextPad, ze kterého byly přejímány hodnoty výšek podrobných bodů v dříve upraveném formátu. Poté jsem již mohl vkládat body určené daty z jednotlivých vrstev a současně hodnoty výšek k nim příslušející za využití funkcí programu Microstation. Vkládání probíhalo při specifickém nastavení atributů podle druhu vkládaných vrstev (viz. Obr. č. 4). Měřítko bylo zvoleno podle zadání měřítko celého plánu na 1:500, vkládaná data byla „bod“, „číslo“, „kód“. Velikost písma byla zvolena tak, aby odpovídala výšce 4 milimetrů ve výsledném plánu. Dále jsem v nastavení bodu zvolil možnost, aby se bod zobrazoval jako tečka s aktivní tloušťkou 5. Kvůli požadavku, aby se hodnota nadmořské výšky vycentrovala nad bod desetinnou čárkou, jsem dále nastavil umístění textu „nahore uprostřed“. Nakonec jsem využil funkce v Microstationu „změnit text“ k již dříve zmiňovanému nahrazení písmene X v hodnotách nadmořské výšky mezerou. Tím bylo dokončeno redukování o 380 m. Stejně tak desetinná čárka zmiňovaných výšek byla nahrazena mezerou, čímž bylo zajištěno nahrazení desetinné čárky buňkou bodu.



Obr. č. 4.: Tabulka nastavení atributů zobrazení (zdroj vlastní)

Poté jsem přistoupil k vlastní kresbě. Postupným vypínáním vrstev jsem vždy ponechal aktivní pouze jednu vrstvu a podle měřického náčrtu jsem spojoval jednotlivé body tak, aby kresba odpovídala skutečnosti. Současně jsem při nejasnostech nahlížel do seznamu souřadnic dané vrstvy v programu GROMA. Takto jsem postupně dokreslil všechny výše zmíněné plošné a liniové prvky kresby, čímž jsem vytvořil polohopisný základ pro další vkládání a úpravu dat. Budovy, zídky a cesty jsou reprezentovány plnou čarou o tloušťce 0, ploty a zábradlí čárkovanou čarou o tloušťce 0. Plot drátěný zaznamenán plnou čarou doplněnou o mále značky ve tvaru písmene „v“, plot s podezdívkou dvojitou plnou čarou, kúlová elektrická ohrada pro koně čarou přerušovanou čárkovanou a zábradlí čarou tečkovanou.

Připojení vrstev bodů, které představují objekty zobrazované mapovou značkou, probíhalo obdobně jako připojení vrstev, které byly zaznamenávány tečkou. Zásadní rozdíl spočíval pouze v nahrazování tečky o tloušťce 5 předem vytvořenou buňkou, definovanou kódem v knihovně buněk. Postup nastavení probíhá takto: Tloušťka buňky byla nastavena na hodnotu 0. Desetinnou čárka v případě těchto vrstev nahradily dvě mezery. Tím bylo zajištěn dostatečný prostor pro umístění buňky a ta pak nezasahovala do čísla vlastní výšky. Bod byl tedy reprezentován nastaveným vztažným bodem buňky.

Mapové značky mají být co nejjednodušší, snadné pro rýsování a nesmí se sobě vzájemně podobat tak, aby se snadno zaměnily. Uvádějí se ve značkových klíčích zároveň se zkratkami, barvami a typy písma pro popis. Barvy na mapě jsou rovněž značkami nebo jejich součástmi. Mapové značky se dělí na bodové, čárové a plošné. Bodové značky vyjadřují polohu předmětů malého rozsahu, zaměřených středem. Na jehož obraz se umístí značka. Čárové, dvou čárové, více čárové značky znázorňují protáhlé úzké pozemky, např. komunikace, vodní toky, hranice. Plošné značky (porostů, kultur, neschůdného povrchu) v topografických mapách se kreslí v půdorysu předmětu skupinou jednotlivých značek nebo jejich rozložením po ploše půdorysu, v mapách technickohospodářských jen po jedné značce v půdorysu (parcele). (CÍSAŘ, 1970)

Použije-li se v účelových mapách ještě dalších značek, které nejsou uvedeny v ČSN 01 3411 musí se uvést a popsat v legendě, nebo se musí uvést na pravé straně mapy pro tyto značky pramen, v němž je lze vyhledat. (ČSN 01 3411)

6.3.2 Výškopis

Podrobný bod výškopisu se vždy zobrazil v místě desetinné čárky, je tedy současně desetinnou čárkou výškové kóty.

Pro znázornění třetího rozměru v mapě se pro mapy velkých měřítek v současnosti používá pouze:

- kóta,
- vrstevnice,
- technická šrafa. (FIŠER, 2003)

Tyto způsoby se volně kombinují, v zastavěném území (intravilánu) převládají výškové kóty, ve volném, nezastavěném území (extravilánu) se používají především vrstevnice. Šrafy se uplatňují jako doplňkový způsob v obou případech, neboť výrazně dokreslují charakter terénu. (BLAŽEK, 1997)

V současné době je možno použít řadu programů pro interpolaci vrstevnic. Je třeba ale uvážit, že volba bodů v terénu a vystižení tvarů topografické plochy je základem kvalitního vyjádření reliéfu vrstevnicemi. Do všech programů se zadávají tzv. hrany a další parametry a podmínky interpolace. Pokud mapér nevystihne vhodně terén a morfologie obsažené v náčrtu není zadána do programu, získáme zkreslený a naprosto nevyhovující výstup, jakkoli je jeho digitální podoba na první pohled přesvědčivá. (FIŠER, 2004)

Zobrazený bod se vyznačí tečkou a výškou. Výškové kóty se pokud možno orientují v jednom směru a to zpravidla k severu. K vyznačeným podrobným bodům tečkou se uvede výška, a to tak, že vlevo od tečky se napíše hodnoty celých metrů, vpravo desetiny, popř. setiny metrů. (ČSN 01 3410)

K tvorbě výškopisu byl použit program Autocad Civil 3D. Tento program umožňuje automatické vykreslení výškopisu využitím naměřených dat ve formě výškových souřadnic v daném referenčním souřadnicovém systému. Vykreslení proběhlo na podkladě naměřených výšek podrobných bodů, které byly k tomuto účelu vhodné. Provedl jsem tedy generalizaci a z celkového souboru bodů jsem vyloučil ty, které jsem nechtěl zahrnout do procesu interpolace. Některé body nebylo možné zaměřit přímo na terénu, nebo nebylo dosaženo požadovaného umístění bodu. Vzniklý seznam použitých bodů jsem převedl do textového souboru a následně upravil v programu TextPad tak, aby odpovídal formátu, který vyžaduje program Autocad. Protože program Autocad využívá jiného rozvržení kvadrantů než program Microstation, musel jsem všem souřadnicím X a Y přiřadit záporná znaménka. Textový soubor jsem převedl do formátu .ansi, který Autocad využívá. Takto vzniklý zápisník měření jsem poté naimportoval přes interní funkci programu Autocad. Vlastní interpolace byla provedena pomocí funkce trigonometrické interpolace „TIN“. Tato funkce vytvoří trigonometrickou síť, jejíž vrcholy tvoří interpolované podrobné body, definované svými výškami. Z tohoto trigonometrického povrchu se následně interpolovaly vlastní vrstevnice. Program vrstevnice interpoloval a dále zobrazil jako lomené čáry, pro potřeby kresby však bylo toto zobrazení nepřijatelné, proto byly automaticky modifikovány do podoby křivek.

Celkově poměrně rovnoměrný povrch, bez výrazných terénních změn a sklonů, si pro své zobrazení žádal zvolení vhodného intervalu vrstevnic. Jako nejvhodnější se pak ukázal interval 20 cm. Celková přesnost automatického vykreslení vrstevnic v programu nepřesáhla +/- 1 cm.

Další úpravy výškopisu pak probíhaly opět v programu Microstation, do kterého byla k vrstevnicím referenčně připojena hotová polohopisná kresba. Vrstevnice byly poté ořezány tak, aby se ve výsledné mapě zobrazily pouze na nezastavěném terénu. Byly tedy vymazány části vygenerovaných vrstevnic přesahující hranice budov. Dále byly v některých místech mírně upraveny tak, aby logicky zobrazovaly skutečný terén. Následně byly vrstevnice doplněny o výškové kóty tak, aby nebyla snížena přehlednost kresby. Výškopisné kóty vrstevnic jsou ve výsledné mapě zobrazeny hnědou barvou.

Příkopy, sloužící pro odvodnění některých částí areálu, byly naznačeny pomocí šraf.

6.3.3 Popis

Souvisí hlavně s polohopisem a může se podle povahy a umístění dělit na číselný a slovní a obojí na popis v kresbě a mimo kresbu. K číselnému popisu patří označení stabilizovaných bodů bodového pole a bodů hraničních, jejich nadmořské výšky, relativní výšky u některých drobnějších terénních tvarů, výšky vrstevnic, čísla silnic, kilometrování komunikací, popisná a orientační čísla v základní mapě. Číselné údaje popisu mimo kresbu obsahují čísla v označení mapových listů, měřítek, souřadnic rohů rámce a souřadnicové sítě, označování rámových rysek polohovými údaji, čísla v mapových přehledech za rámcem, údaje deklinace a konvergence a popis grafických vyjádření na měřítkách a diagramech. K slovnímu popisu patří názvy států a správních celků, názvy místní, pomístní a obecná označení. Názvy místní jsou názvy sídlišť orientačních předmětů v nich (náměstí, nábřeží, ulic sadů, pomníků a veřejných budov). Pomístní názvy se podle své povahy člení obvykle do 4 skupin: na územní, terénní, názvy vod a názvy předmětů místopisně významných. Obecná označení blíže doplňují některé zaměřené objekty a vyznačují se na mapě plnými názvy, nebo zkratkami uvedenými ve značkovém klíči. Popis mimo kresbu- za rámem mapového listu se uvádějí slovní názvy a zápisy, a to: označení některých mapových listů a použitých mapovacích metod, údaje o správních jednotkách a použitých mapových podkladech, názvy geodetických systémů, údaje nivelačních pořadů, základní intervaly vrstevnic, bližší označení doby mapování a reprodukce, označení vydavatele, někdy také udání jmen vyhotovitelů. (CÍSAŘ, 1970)

Výšky jednotlivých bodů uvádíme buď v hodnotách absolutních, nebo relativních. Relativní výška bodu je svislá vzdálenost jeho horizontu od horizontu základního bodu, jehož výšku volíme. Používá se k určení výškových poměrů při pracích malého rozsahu a místního významu. Vzdálenost dvou horizontů, tj. základního a určovaného, se nazývá převýšením dvou bodů. Absolutní výška bodu je svislá vzdálenost bodu zemského povrchu od nulové hladinové plochy, a protože tato vzdálenost byla odvozena od střední hladiny moře, označují se absolutní výšky bodů jako výšky nadmořské. (POKORA, 1984)

Kótování vrstevnic usnadňuje určení výšek vrstevnic na mapě. Kóty se umísťují rozptýleně po celé ploše mapy do přerušovaných vrstevnic tak, aby číslice byly orientovány hlavou proti svahu. (HUMML, 2001)

Popis je ve výsledném plánu reprezentován především výškovými kótami podrobných bodů, čísla bodů pomocné měřické sítě a zobrazením jejich použitých orientací v průběhu terénního měření. Dále místním názvoslovím, které je zobrazeno velikostí 4 mm. Do popisu však také patří legenda použité kresby, popisná tabulka kartografického díla a zobrazení kříže pravoúhlých souřadnic sítě S-JTSK. Všechn popis byl klasicky orientován k severu, kromě kót vrstevnic. Popis sítě stanovisek pomocných bodů a vykreslené směry orientací jsou vyvedeny v červené barvě, všechny ostatní popis je vykreslen v barvě černé.

6.4 Kartografická generalizace

Možnosti, respektive stupeň věrnosti grafického znázornění podrobnost je úměrný možnostem grafické rozlišitelnosti, čitelnosti a poměru zmenšení. Kartografická generalizace je zevšeobecnování, výběr a vzájemná harmonizace prvků obsahu mapy a týká se všech map, map velkých měřítek obvykle v menší míře a map malých měřítek ve velké míře. (PLÁNKA, 2006)

Vzhledem k požadavku na realizaci mapového díla v měřítku 1:500 muselo dojít k nezbytným úpravám obsahu mapy. Ve výsledném plánu území prakticky nebylo možné, a ani efektivní, zobrazit všechny zjištěné informace. Z tohoto důvodu se muselo přistoupit ke kartografické generalizaci, kdy byl obsah mapy zredukován tak, aby nedocházelo k překrývání kresby či popisu. Obsah kresby mohl být redukován pouze o informace, jejichž odstraněním nedošlo k zásadnímu snížení reprezentativnosti mapy. V tomto případě bylo redukováno pouze velké množství popisu výškových kót podrobných bodů. Jako zásadně rušící se ukázaly kóty překrývající mapové značky polohopisu (jsou považovány za nadřazené popisu), ty byly bez výjimky odstraněny. Dále pak byly odstraněny vybrané kóty, které se navzájem překrývaly tak, aby zbylé kóty zůstaly pokud možno co nejrovnoměrněji rozprostřené v rámci celého mapového díla a nadále vypovídaly o výškových poměrech v daném místě.

Po odstranění všech přebytečných dat z mapy jsem přistoupil k závěrečné úpravě kresby. Ta zahrnovala vymazání kresby pod popisem a mapovými značkami tak, aby nedocházelo k jejich vzájemnému překrývání. To jsem provedl přerušením linie kresby v kritických místech, kde jsem ponechal volný prostor pro popis a mapové značky. Výsledkem bylo zvýšení přehlednosti a informativnosti celého mapového díla. Všechny tyto úpravy proběhly v programu Microstation.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce byla polohová a výšková detekce východní části areálu JČU. Projekt zahrnoval vytvoření pomocné měřické sítě bodů, zaměřených metodou GNSS-RTK, a následné zmapování skutečného stavu terénu, pomocí polohově a výškově určených podrobných bodů metodou tachymetrie. Na základě takto zjištěných, přímo měřených dat, byla vyhotovena přehledná mapa v měřítku 1:500 (viz. příloha č. 15).

Před zahájením vlastních měřických prací byla provedena rekognoskace celého území z důvodu zjištění skutečností, které by mohly ovlivnit následné měřické práce, a současně s cílem navrzení pomocné měřické sítě kvůli zajištění kvalitního základu pro následující podrobné měření. Pro tyto účely bylo na celém území areálu univerzity stabilizováno celkem 35 pomocných bodů tak, aby poskytovaly co nejlepší rozhledové podmínky pro potřebu podrobného mapování. Z tohoto počtu pomocných bodů jsem pro svou část území využil 26 bodů jako stanoviska či jako orientace. Měření tachymetrie bylo provedeno využitím totální stanice Leica TC 1102. Při měření pomocné sítě bodů metodou GNSS-RTK byla použita aparatura Trimble R4-2.

Práci při vlastním měření, hlavně podrobných bodů, komplikovala skutečnost právě probíhajících stavebních a zemních prací. Převážně na území mezi budovou Ekonomické fakulty JČU a menzou v ulici Studentská byly práce ztíženy snížením rozhledových podmínek a omezením přístupu do několika oblastí. Další komplikaci tvořila pojíždějící technika, kvůli které musel být několikrát umožněn průjezd i za cenu opětovné stavby stroje. I přes tyto komplikace se nakonec podařilo celé kritické území zmapovat do reprezentativní podoby tak, aby výsledky splňovaly všechny vyžadované náležitosti a přesnosti. Problémy dále pokračovaly poškozováním signalizací bodů měřické sítě ze strany návštěvníků areálu JČU. Dohledávání a opětovné signalizace prodloužily celkovou práci v terénu, na kvalitu měření však vliv neměly.

Výpočetní práce byly realizovány ve výpočetním programu GROMA. Program bez problémů převzal všechny potřebné souřadnice bodů měřické sítě, transformované z aparatury GPS, a bylo tak možné navázat výpočtem podrobných bodů polární metodou dávkou. Body, které nebylo možné dopočítat tachymetricky, byly doměřeny metodou ortogonální a metodou konstrukčních oměrných měř. Kontrola byla provedena pomocí metody kontrolních oměrných měř. Výsledné souřadnice byly určeny v referenčních systémech S-JTSK (polohový systém) a Bpv (výškový systém). Při zpracování výsledků měření bylo zjištěno, že nedošlo k žádným měřickým ani výpočetním chybám. To lze s jistotou tvrdit na základě skutečnosti, že

nebyly nikdy překročeny mezní odchylky a všechny výpočty proběhly bez chybových hlášení. Podle toho lze očekávat vysokou polohovou a výškovou přesnost nově navržené pomocné měřické sítě a na základě toho také vysokou kvalitu celkové detekce zkoumaného území. Grafické práce proběhly v programu Microstation, vrstevnice byly vytvořeny v programu Autocad Civil 3D a následně v Microstationu upraveny.

Výsledný obraz skutečného stavu východní části areálu JČU je zobrazen na listu mapy v měřítku 1:500. Plán je aktuální k září 2016. Mapový originál odpovídá všem zadaným i obecně platným kritériím a požadavkům stanoveným pro realizaci takového díla.

Seznam příloh

Příloha č. 1	Protokol GNSS měření (Dostupné z CD)
Příloha č. 2	Protokol GNSS souřadnice (Dostupné z CD)
Příloha č. 3	Zápisník měřených tachymetrických dat (Dostupné z CD)
Příloha č. 4	Protokol opravy směrů (Dostupné z CD)
Příloha č. 5	Protokol redukce směrů (Dostupné z CD)
Příloha č. 6	Protokol polární metoda dávkou (Dostupné z CD)
Příloha č. 7	Protokol konstrukční oměrné (Dostupné z CD)
Příloha č. 8	Protokol ortogonální metoda (Dostupné z CD)
Příloha č. 9	Protokol kontrolní oměrné (Dostupné z CD)
Příloha č. 10	Seznam souřadnic podrobných bodů (Dostupné z CD)
Příloha č. 11	Seznam souřadnic pomocných bodů (Dostupné z CD)
Příloha č. 12	Technická zpráva
Příloha č. 13	Náčrt pomocné měřické sítě
Příloha č. 14	Měřický náčrt
Příloha č. 15	Plán velkého měřítka
Příloha č. 16	CD

Seznam literatury

BÁRTA, L., SOUKUP, F.: Geodetické sítě modul 02 vyrovnávání geodetických sítí. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2005, 140 s.

BLAŽEK, R., SKOŘEPA, Z.: Geodézie 3. 2. vyd. Praha: ČVUT, 2004, 162 s, ISBN 80-01-03100-4.

BLAŽEK, R., SKOŘEPA, Z.: Geodézie 30 výškopis. 1. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 1997, 93 s, ISBN 80-01-01598-X.

CÍSAŘ, J., BOGUSZAK, F., JANEČEK, J.: Mapování pro 3. a 4. ročník středních průmyslových škol zeměměřických. 2. nezměněné vyd. Praha: Kartografické nakladatelství, 1970, 496 s.

ČADA, V.: Přednáškové texty z geodézie. Plzeň: ZČU, Fakulta aplikovaných věd. Staženo dne 12.2.2017, Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>.

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

ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, 1991.

FIŠER, Z., VONDRÁK, J. a kol.: Mapování. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2003, 146 s, ISBN 80-7204-472-9.

FIŠER, Z., VONDRÁK, J.: Mapování I průvodce 01 průvodce předmětem mapování I. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2005, 48 s.

FIŠER, Z., VONDRÁK, J.: Mapování II. 1. vyd. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2004, 144 s, ISBN 80-214-2669-1.

HÁNEK, P. a kol.: Stavební geodézie. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2007, 133 s, ISBN 978-80-01-03707-2.

HÁNEK, P., HÁNEK, P., MARŠÍKOVÁ, M.: Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí. 1. vyd. České Budějovice: JČU, Zemědělská fakulta, 2007, 88 s, ISBN 978-80-7040-971-8.

HÁNEK, P., HÁNEK, P., MARŠÍKOVÁ, M.: Geodézie pro obor Pozemkové úpravy a převody nemovitostí. 2. vyd. České Budějovice: JČU, Zemědělská fakulta, 2008, 88 s, ISBN 978-80-7394-086-7.

HUML M., MICHAL J.: Mapování 10. 1.vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 2001, 319 s, ISBN 80-01-02113-0.

MARŠÍK, Z., MARŠÍKOVÁ, M.: Geodézie II. 1. vyd. České Budějovice: JČU, Zemědělská fakulta, 2002, 123 s, ISBN 80-7040-546-5.

MARŠÍKOVÁ, M., MARŠÍK, Z.: Speciální a vyšší geodézie. České Budějovice: JČU, Zemědělská fakulta, 2005, 82s, ISBN 80-7040-768-9.

MICHAL, J., PODHORSKÝ, I.: Mapování. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické, 1985. 205 s. ISBN 17-59

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015.

NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J.: Geodézie II modul 03 průvodce předmětem geodézie II. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2004, 39 s.

NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J.: Geodézie III průvodce 01 průvodce předmětem geodézie III. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2005, 176 s.

NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J.: Geodézie III. 1. vyd. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2000, 140 s, ISBN 80-214-1774-9.

Online mapový portál společnosti Google. Staženo dne 1.4.2017, Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>

PLÁNKA, L.: GE18 Kartografie a základy GIS modul 01 úvod do kartografie. Brno:VUT, Fakulta stavební, 2006, 117 s.

PLÁNKA, L.: GE18 Kartografie a základy GIS modul 03 kartografická generalizace a kartometrie. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2006, 57 s.

POKORA, M. a kol.: Geodézie pro stavební fakulty. 1. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 1984, 432 s.

RAPANT, P.: Družicové a polohové systémy. 1.vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 2002, 200 s, ISBN 80-248-0124-8.

RATIBORSKÝ, J.: Geodézie (měření). 1. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 1996, 209 s, ISBN 80-01-01418-5.

RATIBORSKÝ, J.: Geodézie 10. 1. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 2000, 234 s, ISBN 80-01-02198-X.

SKOŘEPA, Z.: Geodezie 10, 20 (Návody na cvičení). 1. vyd. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 1999, 93 s, ISBN 01-0220226-6.

SOUKUP, F.: Výuka v terénu I modul 01 polohopis. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2004, 61 s.

ŠVÁBENSKÝ, O., FIXEL, J., WEIGEL, J.: Základy GPS a jeho praktické aplikace. Brno: VUT, Fakulta stavební, 1995, 123 s, ISBN 80-214-0620-8.

ŠVÁBENSKÝ, O., VYTULA, A., BUREŠ, J.: Inženýrská geodezie GE16 modul 02 geodezie ve stavebnictví. Brno: VUT, Fakulta stavební, 2006, 110 s.

VITÁSEK, J., PAŽOUREK, J., NEVOSÁD, Z.: Vybrané geodetické práce ve stavebnictví. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 1998, 58 s, ISBN 80-214-1114-7.

Vyhláška č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění zákona č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb., a zákon České národní rady č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění zákona č. 89/1996 Sb.

Vyhláška č. 31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů, 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.

Vyhláška č. 357/2013 Sb., kterou se provádí zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí.

Zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením.

Zeměměřický úřad: Česká síť permanentních stanic pro určování polohy. Staženo dne 1.4.2017, Dostupné z: <http://czepos.cuzk.cz>.

Příloha č. 12

Technická zpráva

(počet stran- 1)

Katastrální území: České Budějovice 2
Obec: České Budějovice
Souřadnicový systém: S- JTSK
Výškový systém: Bpv

Technická zpráva

Měření bylo provedeno ve východní části areálu Jihočeské univerzity. Univerzita leží mezi sídlištěm Šumava na severu a parkem Stromovka na jihu, od sídliště Šumava je oddělena Branišovskou ulicí, táhnoucí se ve směru východ/západ. Celý tento areál se pak nachází v katastrálním území České Budějovice 2. Hranice areálu vymezeny pro realizaci tohoto projektu tvoří ulice Branišovská, Na Sádkách, Na Zlaté stoce, Lipová, K. Fleischmanna. Takto zvolená lokalita byla z realizačních důvodů rozdělena na dvě části, a to východní a západní. Východní část je předmětem této diplomové práce. Celková rozloha mapovaného území dosahuje přibližně velikosti 15 ha.

V areálu proběhla stabilizace a zaměření bodů pomocné měřické sítě a následně provedeno podrobné zaměření polohopisu a výškopisu. Zaměření bylo provedeno podle stávajících norem a předpisů, a to s centimetrovou přesností. Polohové souřadnice všech bodů jsou v systému S-JTSK, výšky v systému Bpv. Stav zaměření je aktuální k září 2016.

V průběhu měření probíhaly na části areálu stavební práce zaměřené na úpravu chodníků a cest, která zpomalovala měření. I přes tyto komplikace byl v postižených oblastech i v ostatních částech území zaměřen polohopis i výškopis, který odpovídá skutečnému stavu. Měření proběhlo bez přítomnosti vlivů snižujících celkovou kvalitu výsledku. Při výpočtu nebylo zjištěno překročení mezních odchylek. Výsledné souřadnice všech bodů byly převzaty pro účel realizace plánu v měřítku 1:500.

K zaměření pomocné měřické sítě byla použita metoda GNSS-RTK, k zaměření podrobných bodů metoda tachymetrická, ortogonální a oměrných měř.

Použité vybavení: aparatura GNSS Trimble R4-2 , fw: 4.43 v. č.: 5143475030, totální stanice Leica TC 1102 v. č.: 667101, stativ značky Trimble, odrazný hranol Leica GPR1, výtyčka Leica GLS111 min. délka 1,40 m, vysouvací na 2,60 m, rámové měřicí pásmo BMI Basic, 30 m, ocelové.

Použitý software: GROMA (výpočetní práce), Microstation V8 a 95 (zobrazovací práce – polohopis, popis), AutoCad Civil 3D (zobrazovací práce – výškopis), TextPad (úprava seznamů souřadnic).

Výsledný elaborát obsahuje: teoretickou část diplomové práce, plán velkého měřítka, výpočetní protokoly, seznam souřadnic pomocných bodů, seznam souřadnic podrobných bodů, náčrt realizace pomocné měřické sítě na zvětšenině mapy evidence nemovitostí, náčrt podrobného měření polohopisu a výškopisu, technickou zprávu.

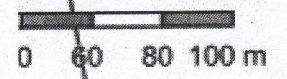
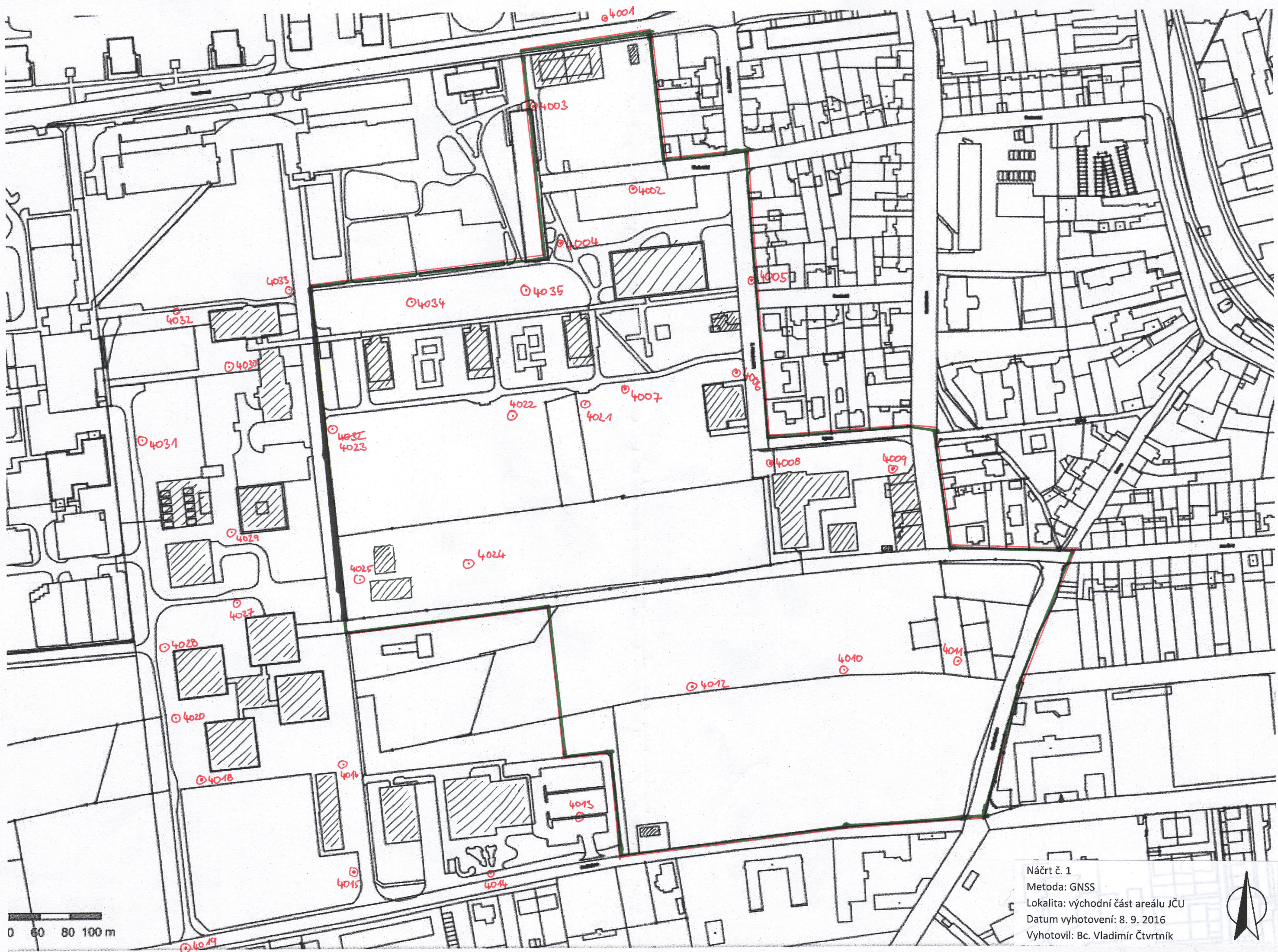
V Českých Budějovicích dne 31.3.2017

Vladimír Čtvrtník

Příloha č. 13

Náčrt pomocné měřické sítě

(počet stran- 2)



Náčrt č. 1
Metoda: GNSS
Lokalita: východní část areálu JČU
Datum vyhotovení: 8. 9. 2016
Vyhotovil: Bc. Vladimír Čtvrtník



Příloha č. 14

Měřický náčrt

(počet stran- 6)

Příloha č. 15

Plán velkého měřítka

(počet stran- 24)



šachta	e
louka	ll
cesta	—
elektrická rozvodna	—
hydrant	—
jeřáb	—
jeřáb	—
kamen	—
kanál	—
koš	—
níže dřeviny	—
lampa	—
lavka	—
listnatý strom	—
sloupek	—
plynový uzávěr	—
sloup	—
vodovodní uzávěr	—
závora	—
znětka	—
stojan pro kolo	—
pomocný bod	—
plošná okr. zeleň	—
drátěný plot	—
ohrada	—
plot s pederávkou	—
příkop	—
zábradlí	—