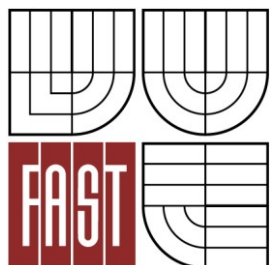




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ A VYHOTOVENÍ ÚČELOVÉ MAPY VELKÉHO MĚŘÍTKA NA ÚZEMÍ MĚSTA BRNA

SURVEYING AND CREATION OF THEMATIC LARGE SCALE MAP IN BRNO AREA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JANA MICHALKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Michalková Jana
Název	Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka na území města Brna
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2015
Datum odevzdání bakalářské práce	27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015


doc. RNDr. Miloslav Švec, CSc.
Vedoucí ústavu




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

Podklady a literatura

Fišer Z., Vondrák J.: Mapování II, CERM Brno, 2004

Bartoněk D.: Počítačová grafika, Brno 2000

Bartoněk D.: Vybrané kapitoly z počítačové grafiky, Brno 2002

Anderson J. M., Mikhail E. M.: Surveying, Theory and Practice, WCB McGraw - Hill, 1998

Kahmen H.: Angewandte Geodasie Vermessungs-kunde, Walter de Gruyter and Co., Berlin, 2006

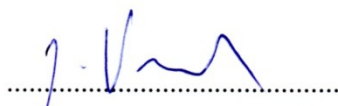
Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Ve vybrané lokalitě v Brně vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím bodů státního bodového pole. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte účelovou mapu. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



.....
Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Předmětem této bakalářské práce je zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka na území města Brna v měřítku 1:500 a ve 3.třídě přesnosti. Dále je úkolem připravit výstupy pro případné předání ke tvorbě DMT. Pro tyto účely byla vybrána lokalita Wilsonova lesa.

Klíčová slova

Účelová mapa, Brno, Wilsonův les, polohopis, výškopis

Abstract

The object of this bachelor's thesis is surveying and creation of thematical large scale map in Brno area at a scale of 1:500 and in the third grade of exactness. The next task is preparing outputs for potential transmission to creation DMT. For these purposes was selected locality of Wilson's forest.

Keywords

Thematical maps, Brno, Wilson's forest, planimetry, hypsography

Bibliografická citace VŠKP

Jana Michalková *Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka na území města Brna*. Brno, 2016. 47 s., 40 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

Prohlášení:

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

V Brně dne 24. 5. 2016

.....
podpis autora
Jana Michalková

Poděkování:

Tímto bych chtěla velmi poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. a Ing. Richardu Kratochvílovi za jejich trpělivost a cenné rady. Dále kolegyni Kataríně Zajíčkové a přátelům, za spolupráci při měření a v neposlední řadě velké díky patří mé rodině, která mi toto studium umožnila a po celou dobu mě podporovala.

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. LOKALITA	11
2.1. Historie.....	11
2.2. Zpracovaná oblast	12
3. ÚČELOVÁ MAPA.....	13
3.1. Polohopis.....	13
3.2. Výškopis.....	13
3.2.1. Kóta.....	13
3.2.2. Vrstevnice	14
3.2.3. Technické šrafy.....	14
3.3. Popis.....	15
4. DEFINICE POUŽITÝCH METOD MĚŘENÍ.....	16
4.1. Polygonový pořad	16
4.2. Trigonometrické určení výšek a převýšení	17
4.3. Metoda rajónu	18
4.4. Polární metoda	18
4.5. Tachymetrická metoda	19
4.6. Technická nivelace.....	19
5. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE	21
5.1. Podklady.....	21
5.2. Rekognoskace bodového pole.....	21
5.3. Rekognoskace terénu a její závěr	23
5.4. Přístroje a pomůcky.....	24
6. MĚŘICKÉ PRÁCE.....	26
6.1. Teoretický návrh měřické sítě	26

6.2.	Budování pomocné měřické sítě	26
6.2.1.	Polygonový pořad	26
6.2.2.	Stabilizace bodů	27
6.3.	Zhušťování pomocné měřické sítě	28
6.4.	Podrobné měření	29
7.	VÝPOČETNÍ PRÁCE	31
7.1.	Výpočet polygonových pořadů	31
7.2.	Výpočet rajonů a podrobných bodů	32
7.3.	Testování přesnosti souřadnic	33
7.4.	Testování přesnosti výšek	34
7.5.	Shrnutí výpočetních prací	35
8.	GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	36
8.1.	Zobrazení polohopisu.....	36
8.2.	Zobrazení výškopisu	38
9.	ZÁVĚR	40
	SEZNAM ZDROJŮ.....	41
	SEZNAM ZKRATEK	43
	SEZNAM OBRÁZKŮ	44
	SEZNAM TABULEK	45
	SEZNAM PŘÍLOH.....	46

1. ÚVOD

Cílem této bakalářské práce bylo zaměřit a vyhotovit účelovou mapu velkého měřítko na území města Brna v měřítku 1:500. Po konzultaci s vedoucím práce byla vybrána lokalita Wilsonova lesa, která se nachází v městské části Brno-Žabovřesky a zasahuje i do městské části Brno-střed. Měřické práce na této bakalářské práci probíhaly souběžně s prací studentky Kataríny Zajíčkové.

V první kapitole této práce je představena lokalita Wilsonova lesa včetně krátkého nahlédnutí do její historie. Následuje teoretická část zahrnující dvě kapitoly pojednávající o účelové mapě a definicích metod měření, které byly použity. Ostatní kapitoly popisují průběh veškerých prací spojených s tvorbou mapy, tedy přípravné, měřické a zpracovatelské práce včetně postupů a jejich zhodnocení. Měřické práce byly vykonány v souladu s předpisy pro tvorbu účelové mapy a realizovány v souřadnicovém systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv). K zaměření lokality byl použit přístroj Topcon 3003N. S jeho použitím byla vybudována pomocná měřická síť pomocí metod polygonového pořadu a rajónu a zaměřeny podrobné body metodou tachymetrickou. Průběh prací probíhal s ohledem na co nejlepší vyjádření terénního reliéfu. Tomu byl přizpůsoben i stupeň generalizace. Naměřená data byla dále zpracována v programu Groma v.11.0. Grafická podoba účelové mapy pak byla vyhotovena v programu MicroStation PowerDraft V8i a doplněna vrstevnicemi vyhotovenými v programu Atlas DMT.

2. LOKALITA

Lokalitou, jejíž část byla v této bakalářské práci zpracována je lesopark Wilsonův les. Wilsonův les se nachází v městské části Brno - Žabovřesky a svou jižní částí zasahuje i do sousední městské části Brno-střed. Celé území tohoto lesoparku má rozlohu 34,4 ha a je vyhledávanou lokalitou pro odpočinek i volnočasové aktivity. V lokalitě se nachází sportovní areál, restaurace Rosnička a také vyhlídková terasa nad bývalou sjezdovkou. Lokalita byla vybrána pro svou členitost terénu a také pro prostředí, které nabízí.



Obr. 1. Zobrazení území Wilsonova lesa [1]

2.1. Historie [2]

Lesopark Wilsonův les byl založen velkostatkářem a notářem císaře Františka Josefa Ludvíkem Odstrčillem v roce 1882 na skalnatém kopci nad řekou Svatkou. Sloužil jako výletní místo a to především kvůli malebnému výhledu na Brno, který nabízí. Kolem cest v lese dříve vedlo dřevěné zábradlí a na okraji lesoparku u ulice Krondlovy byla zřízena dřevěná bouda, která sloužila jak k prodeji občerstvení, tak později k údržbě a správě parku.

V 70. letech si tento park prošel výraznou změnou. V horní části byl vykácen les a místo něj zde byla vybudována sjezdovka s umělým povrchem. Do konce 2. světové války byl Wilsonův les spravován okrasným spolkem, do 90. let pak Technickou a zahradní správou města Brna a nakonec Zelení města Brna. V roce 1993 městská část Žabovřesky požádala o svěření tohoto lesoparku jako historického majetku Žabovřesk. Les byl ale dlouhou dobu neudržován a nápravu nebylo možno financovat z rozpočtu této městské části. Wilsonův les tedy přešel do správy města.

Dnes je z velké části ve správě Veřejné zeleně města Brna, pouze jeho malá část je ve správě Lesů města Brna. Od roku 2001 zde probíhaly plošné úpravy celého parku, kdy byly opraveny cesty, zábradlí, odvodňovací kanály a propustky, dvě hřiště a byla zřízena odpočívadla a vyhlídková terasa nad sjezdovkou.

2.2. Zpracovaná oblast

Oblast, která byla zpracována, je jen částí lesa. Tento úsek má rozlohu přibližně 4 ha. Jedná se o jihovýchodní oblast Wilsonova lesa, která je z jihozápadu ohraničena ulicí Barvičova a severním cípem zasahuje k přilehlému sportovnímu areálu.



Obr. 2. Výsledně zpracovaná oblast Wilsonova lesa [1]

3. ÚČELOVÁ MAPA

Účelové mapy tvoří spolu s mapami tématickými kategorii map s nadstandardním obsahem oproti mapě katastrální. Mapami účelovými jsou vždy mapy velkých měřítek, které obsahují kromě základních prvků i další obsah podle účelu pro jaký vznikly. Používají se pro plánovací, projektové, provozní, evidenční, dokumentační a další účely. [3]

Jsou vyhotovovány většinou měřítku 1:500 nebo 1:250 pokud je potřeba detailnějšího zobrazení. Použitý polohový systém je souřadný systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální a výškový systém Baltský po vyrovnání. Požadavky na přesnost musí vyhovovat 3. třídě přesnosti. Obsahuje 3 základní prvky. Jsou jimi polohopis, výškopis a popis.

3.1. Polohopis

Předmětem **polohopisu** je zaměření skutečného stavu lokality včetně dopravních a stavebních objektů a to nezávisle na terénním reliéfu. Výsledkem jsou tedy body s rovinnými souřadnicemi, které patřičně vystihují polohu a tvar předmětů měření. Zde se jednalo o rozhraní povrchů, ploty, lampy, vodní tok, vpustě a kamenné zídky, které se na území nacházejí. Dalšími prvky polohopisu jsou body bodových polí.

3.2. Výškopis

Výškopis je obsah mapy vyjadřující její třetí rozměr (výšky). Pro znázornění tohoto rozměru se používají různé způsoby - kóta, šrafa, vrstevnice, stínování, tónování, barevná stupnice, kombinace předchozích způsobů, aj. U map velkých měřítek se v současnosti používají tyto způsoby: kóta, vrstevnice, technická šrafa.[4]

3.2.1. Kóta

Uvedením absolutní nebo relativní výšky – **kóty** - bodu jsou zprostředkovány informace o výškových poměrech v mapě.

Absolutní výška v_A bodu A je svislá vzdálenost mezi hladinovou plochou bodu A (skutečným horizontem bodu A) a nulovou hladinovou plochou (neboli nulovým horizontem). [4]

Relativní výška, tedy relativní převýšení v_{AB} bodů A a B je svislá vzdálenost skutečných horizontů bodů A a B: $v_{AB} = v_A - v_B$. Relativní výška je tedy rovna rozdílu absolutních výšek obou bodů. Nazýváme ji též výškovým rozdílem. Relativních výšek se také užívá při určování výšek některých terénních útvarů, jako např. terénních stupňů, příkopů, náspů a výkopů, apod. [4]

3.2.2. Vrstevnice

Vrstevnice jsou svislé průměty průsečnic terénního reliéfu s vodorovnými rovinami, které mají pravidelný rozestup od nulové nadmořské výšky. Jsou to tedy čáry spojující body o stejné nadmořské výšce a tato výška je zpravidla vhodným násobkem metru. Rozestup mezi vodorovnými rovinami se nazývá **interval**. [4]

U nás se zavedl základní interval takto (M je měřítkové číslo mapy) [4]:

pro měř. 1: 5 000 a větší	$i=1\text{m}$
pro měř. 1: 10 000 a menší	$i=M/5000$

Pro volbu intervalu se klade požadavek, aby **minimální rozestup** vrstevnic na mapě byl **0,2 - 0,3 mm**, aby bylo možno vrstevnice vykreslit v celém průběhu a nedošlo k jejich splynutí. [4]

3.2.3. Technické šrafy

V současných mapách se používají tzv. **technické šrafy**, což jsou střídavé delší a kratší čárky ve směru spádu. Technická šrafa sice informuje o náhlé změně sklonu terénu, ale musí být doplněna kótou (absolutní, relativní) pro zjištění velikosti úhlu sklonu.[4]

3.3. Popis

Mapu celkově doplňuje **popis**. Uvádí se zde názvy ulic, u domů čísla orientační nebo popisná, případně jejich způsoby využití, druhy povrchů a kultur. Popis musí být vyhotoven tak, aby byl pro dané měřítko mapy dostatečně čitelný a také aby byl popisovanému objektu přiřazen jednoznačně.

4. DEFINICE POUŽITÝCH METOD MĚŘENÍ

V této kapitole jsou popsány metody měření, které byly použity při realizaci měřických prací. Jedná se o metody použité při budování pomocné měřické sítě (PMS), tedy polygonový pořad, trigonometrická metoda určení převýšení a výšek a metoda rajónu. Při podrobném měření pak byla použita metoda polární a metoda tachymetrická a pro ověřování výšky výchozího bodu, na který je měření výškově připojeno, technická nivelace.

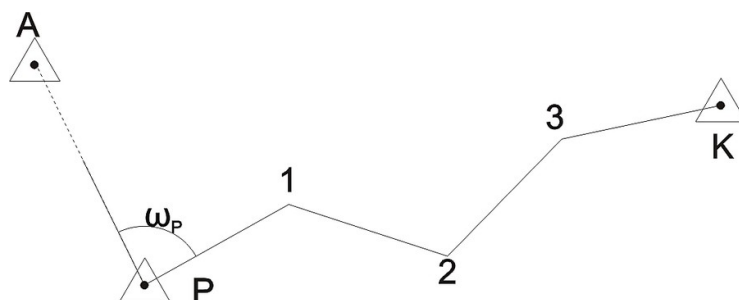
4.1. Polygonový pořad

Polygonový pořad je definován jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Jeho vrcholy jsou polygonové body. Spojnice polygonových bodů se nazývají polygonové strany. K určení polohy polygonových bodů se měří na polygonových bodech osnovy směry, z nichž se určí vrcholové úhly. Délky se měří dvakrát – tam a zpět. Orientace pořadů se děje směrovým připojením z koncových bodů pořadů na body ZBPP, zhušťovací body a body PPBP. Z naměřených osnov se na koncových bodech vypočítají orientované jižníky.[5]

Polygonové pořady lze rozdělit následovně:

Polygonový pořad **oboustranně připojený a oboustranně orientovaný**

Polygonový pořad **oboustranně připojený a jednostranně orientovaný**



Obr. 3. Polygonový pořad-oboustranně připojený, jednostranně orientovaný[6]

Polygonový pořad **jednostranně připojený a jednostranně orientovaný**

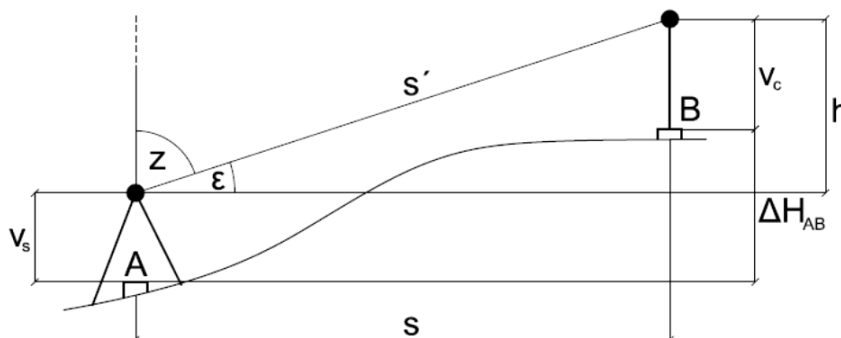
Polygonový pořad **vetknutý** (bez orientací na počátečním a koncovém bodě), platí, že může mít maximálně 3 mezilehlé polygonové body)

Polygonový pořad **uzavřený s orientací na počátečním bodě** (tento bod je zároveň i koncový)

Polygonový pořad **uzavřený neorientovaný** [5]

4.2. Trigonometrické určení výšek a převýšení

Při **trigonometrickém určování převýšení** se vychází z řešení trojúhelníka při současném uvažování vlastností Země a zemské atmosféry. Je používáno namísto přímého měření výšky v místech kde je není možné zaměřit. Výsledné převýšení je vypočteno z měřeného svislého úhlu, šikmé nebo vodorovné délky a změřené výšky cílů. [7]



Obr. 4. Trigonometrické určení převýšení [autor]

Rozdíl h mezi výškou záměrného bodu a horizontem klopné osy přístroje se vypočítá pomocí vodorovné délky s a svislého úhlu ϵ nebo též šikmé délky s' a zenitového úhlu z

$$h = s \cdot \tan \epsilon = s' \cdot \sin \epsilon = s \cdot \cotg z = s' \cdot \cos z$$

z toho lze získat výsledné převýšení mezi body A a B po přičtení výšky přístroje v_s a odečtení výšky cíle v_c

$$\Delta H_{AB} = h + v_s - v_c \quad [7]$$

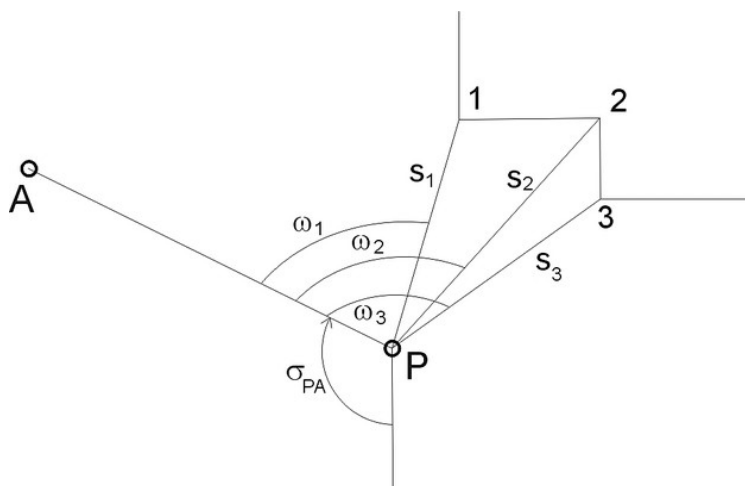
4.3. Metoda rajónu

*Pod pojmem **rajón** rozumíme orientovanou a současně délkově zaměřenou spojnicí daného a určovaného bodu. [8]*

Pro tuto metodu platí následující zásady:

Délka rajónu nesmí přesáhnout 1500 m. Vzdálenost určovaného bodu nesmí přesáhnout vzdálenost k nejvzdálenější orientaci. Pokud délka rajónu přesáhne 800 m, směry a délky se měří ve dvou skupinách. V případě, že je použit postup s orientací na určovaném bodě, musí být na něm úhel v rozmezí 30° až 170° . Maximální počet na sebe navazujících rajónů je 3 a zde nesmí přesáhnout délku 250 m (volný polygonový pořad). [9]

4.4. Polární metoda



Obr. 5. Polární metoda[6]

*Při zaměřování předmětů měření **polární metodou** je poloha každého podrobného bodu P_i určena číselně tzv. **polárními souřadnicemi**: **úhlem α_i** , což je úhel měřený na stanovisku (body PPBP nebo pomocný měřický bod) od orientačního směru na další bod PPBP nebo pomocný měřický bod a **délkou s_i** od stanoviska po určovaný bod, měřenou zpravidla dálkoměrem. [8]*

4.5. Tachymetrická metoda

Tachymetrie (přesná, též elektronická) je geodetická metoda měření výškopisu s použitím elektronických dálkoměrů. Umožňuje zaměření polohopisu a výškopisu současně nebo lze jí též jen zaměřit výškopis do polohopisných podkladů, podobně jako u plošné nivelace. Zde je však možnost šikmých záměr a polárního určení polohy doměřovaných bodů. [3]

K dalším geodetickým metodám měření výškopisu patří:

Plošná nivelace – tuto metodu použijeme, pokud máme k dispozici dostatečně kvalitní a aktuální polohopisný podklad. Měřený terén by měl být pokud možno rovinatý a dostatečně přehledný. Zaměřují se body v terénu jednoznačně identifikovatelné a vyznačené v podkladu. [3]

Profilování (měření profilů) – tato metoda se používá především pro zaměřování liniových staveb (komunikace, železnice aj.) Příčné profily jsou zaměřovány ve směru kolmém na podélnou osu daného objektu. Z měřených a vyhodnocených příčných profilů se obvykle vypracovávají i profily podélné. [3]

Tachymetrie nitková – tato metoda se používá tam, kde není možné použít odrazné hranol, tedy v extravilánech s velmi členitým a těžce průhledným terénem. Používají se zde latě dlouhé až 6 m a přístroje vybavené dálkoměrnými ryskami a svislým úhloměrným kruhem.[3]

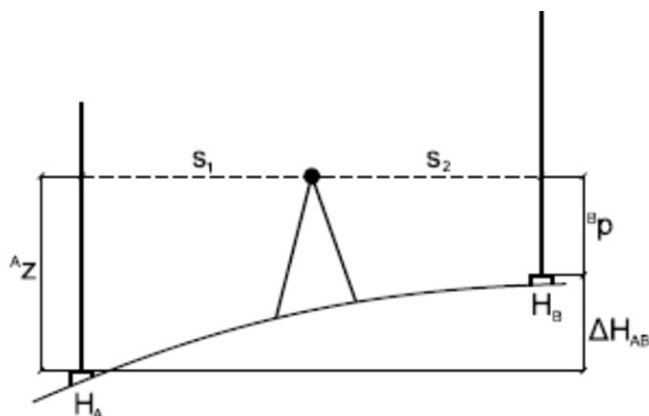
4.6. Technická nivelace

Technická nivelace je nejběžnější druh nivelace. Patří společně s přesnou, velmi přesnou a zvláště přesnou nivelací k druhům tzv. **geometrické nivelaci ze středu**. Princip geometrické nivelace ze středu spočívá v tom, že se nivelační přístroj postaví přibližně do středu spojnice bodů A a B. Na bodech A a B se postaví nivelační latě a přečte se na nich čtení A_z a B_p . Toto postavení přístroje a latí tvoří tzv. **nivelační sestavu**. Více nivelačních sestav mezi nivelačními značkami nenazývají **nivelační oddíly**.

Více nivelačních oddílů pak tvoří **nivelační pořad**. Nivelovaný výškový rozdíl v sestavě je roven:

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = {}^A_Z - {}^B_p$$

kde H_B a H_A jsou výšky bodů A a B, A_Z čtení vzad na lať na bodě A a B_p je čtení vpřed na lati na bodě B.[10]



Obr. 6. Geometrická nivelace ze středu [autor]

Technická nivelace postačuje pro většinu technických úkolů a pro určování nadmořské výšky některých bodů v podrobném výškovém bodovém poli. Délka záměr v rovinatém je volena až 120 m a záměry postačuje krokovat. Základním kritériem přesnosti technické nivelace je mezní odchylka

$$\Delta_{\max_{mm}} = 40 * \sqrt{L_{km}}$$

kde L je délka nivelačního pořadu v km. Vzniklá odchylka se následně rozdělí úměrně v celých mm k jednotlivým záměrům vzad.[10]

5. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

5.1. Podklady

Přípravné práce jsou nezbytnou součástí příprav před měřením. Je nutné vyhledat vhodné podklady a následně je ověřit v terénu rekognoskací. Pro naše účely byly veškeré podklady pořízeny ze serveru Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), který umožňuje na grafické přehledce zobrazení polohového i výškového bodového pole. Přímou z této přehledky také umožňuje zobrazení geodetických údajů o vybraném bodu (místopisy).

5.2. Rekognoskace bodového pole

Rekognoskace polohového i výškového bodového pole v lokalitě a jejím okolí byla uskutečněna díky informacím pořízeným ze serveru ČÚZK v září 2014. Zde byly vyhledány geodetické údaje o bodech v blízkosti zájmové lokality. Tyto podklady byly vytištěny a spolu s nimi také grafický přehled jejich rozmístění. Pomocí oměrných měř z místopisů byly body vyhledány a posléze byla posouzena jejich využitelnost.

Výsledky rekognoskace se nacházejí v následující tabulce Tab. 1., kde status *NE* ve sloupci *Nalezen* znamená, že poloha dána oměrnými mírami nesouhlasí se stavem ve skutečnosti, což může být způsobeno buď nekvalitním místopisem, nebo tím, že byl bod zničen. Některé body i přes to, že byly nalezeny, nebyly použity. Důvodem bylo jejich nevhodné umístění v terénu nebo velká vzdálenost od lokality. Dalším důvodem byl i nejednoznačný popis stabilizace bodu a tedy možná zaměnitelnost bodu. Skutečnost, že body nelze využít, byla poznamenána a na tomto základě bylo možno plánovat následující úkony.

V tabulce Tab. 2. se nachází souřadnice nivelačních bodů, které byly použity při ověření výšky bodu PPBP 511, na které bylo měření výškově připojeno. Informace o těchto bodech byly získány stejně jako informace o bodech polohového bodového pole. Na základě grafického zobrazení se bez větších problémů podařilo uvedené body nalézt.

Tab. 1. Výsledek rekognoskace polohového bodového pole

Č. B.	Kat. úz.	stabilizace	Y	X	H	Nalezen	Použit
146 TB	Stránice (610330)	Čepová značka	600635,95	1159599,95	338,71	NE	NE
146.5 ZB	Žabovřesky (610470)	Čepová značka	600638,16	1159651,23	325,24	NE	NE
501	Stránice (610330)	Stožár	600553,32	1159714,41	-	ANO	NE
502	Stránice (610330)	Měřický hřeb	600340,28	1159705,74	-	NE	NE
503	Stránice (610330)	Roh domu	600332,42	1159695,54	-	ANO	NE
509	Žabovřesky (610470)	Kámen	600159,07	1159528,60	289,03	NE	NE
510	Žabovřesky (610470)	Kámen	600308,60	1159417,34	-	ANO	ANO
511	Žabovřesky (610470)	Kámen	600302,60	1159414,79	245,610	ANO	ANO
512	Žabovřesky (610470)	Kámen	600452,32	1159361,78	253,90	ANO	ANO
513	Žabovřesky (610470)	Kámen	600448,30	1159307,36	249,75	ANO	NE
514	Žabovřesky (610470)	Kámen	600423,18	1159259,03	235,64	ANO	NE
515	Žabovřesky (610470)	Kámen	600608,30	1159404,08	267,33	ANO	NE
516	Žabovřesky (610470)	Kámen	600617,40	1159339,59	238,36	ANO	NE
522	Žabovřesky (610470)	Roh domu	600346,09	1159664,05	-	ANO	NE
590	Žabovřesky (610470)	Plastový znak	600487,12	1159152,22	-	ANO	ANO
594	Žabovřesky (610470)	Měřický hřeb	600328,79	1159268,79	-	ANO	ANO

Tab. 2. Výsledek rekognoskace výškového bodového pole

Č. B.	Kat. úz.	stabilizace	Y	X	H	Nalezen	Použit
JM-071-417	Žabovřesky (610470)	Čep	600342	1159238	222,925	ANO	ANO
JM-071-413	Žabovřesky (610470)	Čep	600342	1159238	222,362	ANO	ANO

5.3. Rekognoskace terénu a její závěr

Rekognoskace terénu je nutná ke zjištění, s jakými podmínkami se bude zhotovitel při měření potýkat a jaké problémy mohou během měření nastat. Na základě toho se pak zvolí přístroje, pomůcky a hlavně metody, kterými bude dosaženo nejefektivnějších výsledků. Rekognoskace terénu lokality ve Wilsonově lese proběhla společně s rekognoskací bodového pole v září 2014.

Na místě bylo zjištěno, že se jedná o velmi členitý terén s prudkými svahy, kamenitou půdou a množstvím dřevin, značně omezující viditelnost. Dle podkladů, které byly použity při rekognoskaci bodového pole bylo zjištěno, že na tomto území je výškové převýšení přibližně 100m. Předběžně byl nakreslen náčrt vystihující průběh terénu a naplánována předběžná měřická síť. Vzhledem k výsledkům rekognoskace bodového pole, bylo rozhodnuto, že bude na území vybudována pomocná měřická síť pomocí polygonových pořadů a ty budou doplněny body zaměřenými metodou rajónu.



Obr. 7.-10. Ukázky z rekognoskace terénu ve Wilsonově lese [autor]

5.4. Přístroje a pomůcky

Přístroje a pomůcky byly zvoleny vzhledem ke zkušenostem s jejich používáním a dostupnosti. Rovněž bylo důležité, aby se těmito přístroji dosáhlo požadované přesnosti. Veškeré přístroje a další příslušenství bylo zapůjčeno ze skladu přístrojů ústavu geodézie Fakulty stavební VUT v Brně. Jednalo se o přístroj Topcon GPT 3003N, který byl běžně používán při výuce a nivelační přístroj Sokkia C41, který byl použit při ověřování nadmořské výšky bodu 511, na který bylo měření výškově připojeno.



Obr. 11. Přístroj Topcon GPT 3003N [autor]



Obr. 12. Přístroj Sokkia C41 [11]

Tab. 3. Parametry přístroje
Topcon 3003N [12]

zvětšení	30x
min. délka zaostření	1,3 m
přesnost měření délek	$\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$
přesnost měření úhlu	3''
hmotnost	5,1 kg

Tab. 4. Parametry nivelačního
přístroje Sokkia C41 [13]

zvětšení	20x
Min. délka zaostření	0,9 m

K dalším použitým pomůckám patří příslušenství nezbytné k práci s těmito přístroji jako stativ pro totální stanici a stativ pro nivelační přístroj, odrazný hranol s výtyčkou značky Topcon, nivelační podložky, teleskopická nivelační lať. Dále dvoumetr pro měření výšky přístroje na stanovisku a určování oměrných měř, kladivo používané při vytváření stabilizací pomocných měřických bodů a reflexní vesty.

Před každým měřením bylo u totální stanice zkontrolováno nastavení. Vzhledem k tomu, že stroje byly zapůjčeny, mohlo dojít k přenastavení základních parametrů. Kontrolována byla především konstanta hranolu, nastavený mód měření délek (šikmé délky) a měřítkový faktor. Měřítkový faktor byl nastavován roven 1,00000, aby nedošlo k vícenásobnému zavedení matematických korekcí, jelikož byly zaváděny až při výpočtech. Dále byly vždy nastaveny fyzikální korekce jako teplota a atmosférický tlak podle aktuální situace. Totální stanice umožňuje registraci měřených dat. Odpadá tedy nutnost papírových zápisníků a po stažení do počítače tak umožňuje snadnou manipulaci s naměřenými daty pro pozdější výpočty ve výpočetních softwarech.

6. MĚŘICKÉ PRÁCE

6.1. Teoretický návrh měřické sítě

Předběžné plánování pomocné měřické sítě bodů v dané lokalitě bylo uskutečněno během rekognoskace terénu a bodového pole. Bylo zřejmé, že z důvodu omezeného počtu využitelných bodů bodového pole bylo zapotřebí vést územím polygonový pořad a ten následně doplnit o body zaměřenými metodou rajónu.

Pomocí hrubého odhadování délek, tak aby strany polygonového pořadu byly dostatečně dlouhé a přitom byla mezi jednotlivými polygonovými body dostatečná viditelnost byla vybírána místa pro jejich umístění. Dalším požadavkem bylo, aby z těchto bodů byl dostatečný rozhled do okolí pro podrobné měření i pro následné zhušťování PMS. Takto se podařilo navrhnout celkem dva polygonové pořady. Místa pro umístění bodů zaměřených metodou rajónu se podařilo pouze hrubě odhadnout, jelikož se šlo jen domnívat, jak velké území se z daného pomocného měřického bodu podaří zaměřit. Jejich přesnější navrhování tedy probíhalo až během samotného podrobného měření.

6.2. Budování pomocné měřické sítě

6.2.1. Polygonový pořad

K vybudování pomocné měřické sítě bylo potřeba zaměřit celkem dva polygonové pořady. První z nich, oboustranně připojený na body PPBP 594 a 511 a jednostranně orientovaný na bod PPBP 590. Tento pořad obsahuje pouze dva mezilehlé body, 4001 a 4012, u kterých nebyla určena výška, jelikož pořad nebyl výškově připojen. Záměrem bylo s jeho pomocí vytvořit orientaci pro druhý polygonový pořad, který byl veden celým zaměřovaným územím.

Druhým polygonovým pořadem, oboustranně připojeným na body PPBP 511 a 512 a jednostranně orientovaným na bod 4012, byly určeny polohové souřadnice i výšky 10 pomocných měřických bodů 4002-4011. Výška výchozího bodu, na který je i celé

měření výškově připojeno (bod PPBP 511), byla ověřena technickou nivelací. Měření bylo ručně zapisováno do papírového zápisníku pro technickou nivelaci.

Pro oboustranně připojený a jednostranně orientovaný pořad musí být dodržen mezní poměr stran v něm a to 1:3. Dále musí být splněna podmínka maximální délky pořadu, což je 1500 m a maximální počet 15 mezilehlých (tedy určených) bodů. Všechny tyto kritéria byly splněny.

Tab. 5. Dosažené parametry polygonových pořadů

Oboustranně připojený jednostranně orientovaný pořad		
	Polygonový pořad 1	Polygonový pořad 2
Délka polygonového pořadu	208 m	876 m
Poměr délek stran	1:1,44	1:1,92
Počet určených bodů	2	10

Výstupem z tohoto měření byly tři zápisníky. Dva zápisníky k polygonovým pořadům a jeden nivelační zápisník.

6.2.2. Stabilizace bodů

Polohu bodů PMS bylo nutno během měření stabilizovat tak, aby je bylo možné využívat v průběhu měření. Body se stabilizují dočasně, například dřevěným kolíkem, barvou, nebo trvale, což jsou například měřické hřeby, kdy je značka pevně spojena s podkladem.

V tomto případě byla ve většině případů zvolena stabilizace dočasná, jelikož se jednalo především o nepevněný povrch. Použity na to byly široké dřevěné kolíky opatřené barvou pro snadnou identifikaci. Tyto stabilizace ovšem byly často ničeny kupříkladu psy nebo procházejícími lidmi, kteří je často vytrhovali z půdy, a to způsobovalo komplikace v průběhu prací. Některé pomocné měřické body musely být proto určeny opakovaně. Po dokončení měřických prací byly kolíky z lokality odstraněny.

Druhým způsobem, tedy měřickými hřeby, bylo možno stabilizovat body, jen pokud se jednalo o zpevněný terén, za který lze považovat například živičné chodníky nebo betonové zídky v této lokalitě. Takto byly stabilizovány pouze 3 body. K těmto bodům byly posléze vyhotoveny místopisy, které jsou součástí příloh.



*Obr. 13. Příklad dočasné stabilizace
bodu [autor]*



*Obr. 14. Příklad trvalé stabilizace
bodu [autor]*

6.3. Zhušťování pomocné měřické sítě

Samotný polygonový pořad nemohl plně pro měření v takto členitém terénu s bujnou vegetací dostačovat. Pro následné zhuštění PMS byla použita metoda rajónu. Body vytvářené touto metodou byly umísťovány v terénu tak, aby z nich bylo možno provádět podrobné měření v co největším rozsahu a zároveň aby byly viditelné body orientací. U orientací byl kladen požadavek, aby byly co nejvzdálenější, jelikož právě vzdálenost stanoviště a orientace limituje rozsah určování podrobných bodů. Maximální vzdálenost určovaného podrobného bodu může být 1,5 násobek délky na nejvzdálenější orientaci.

Občas se při měření vyskytly situace kdy i přese všechny předpoklady nebylo možné, kupříkladu kvůli rozrostlým keřům, nebo vzrostlému stromu některé podrobné body zaměřit. Z toho důvodu se stávalo, že v nepřehledných oblastech musely být pomocné měřické body vytvořeny poměrně blízko u sebe. Takto bylo vytvořeno celkem 22 bodů číselovaných po řadě 5001-5022.

6.4. Podrobné měření

Podrobné měření tachymetrickou metodou bylo realizováno v průběhu vytváření PMS. Předmětem měření bylo v této lokalitě rozhraní komunikací, chodníků, budovy, vstupy na pozemky, osvětlení, propustky, betonové zídky, ploty, vodní tok, kanalizační vpustě, šoupata a další. Rovněž byl s patřičnou generalizací zaměřen samotný terénní reliéf. Zaměřovány v první řadě výrazné viditelné prvky a jiné prvky terénní kostry, které dostatečně vystihují tvar terénu. Záměrem bylo vytvářet podrobné body v rozestupech nejvýše 2-3 cm v měřítku mapy, tedy 10-15 m ve skutečnosti. Tyto vzdálenosti byly odhadovány krokováním.

Z každého pomocného měřického stanoviště byly zaměřeny kontrolní body pro následné ověření přesnosti měření. Tyto body byly v terénu stabilizovány tenkými dřevěnými hůlkami o délce 0,30 m opatřených barvou pro snadnou identifikaci v lesním porostu. Avšak důsledku tohoto způsobu stabilizace bylo množství bodů zničeno (vytrženo psy i lidmi) ještě před druhým, tedy kontrolním zaměřením. Na prvcích mimo nebezpečný povrch byly voleny kontrolní body tak, aby byly jednoznačně identifikovatelné, např. rozhraní povrchů, rohy propustků.

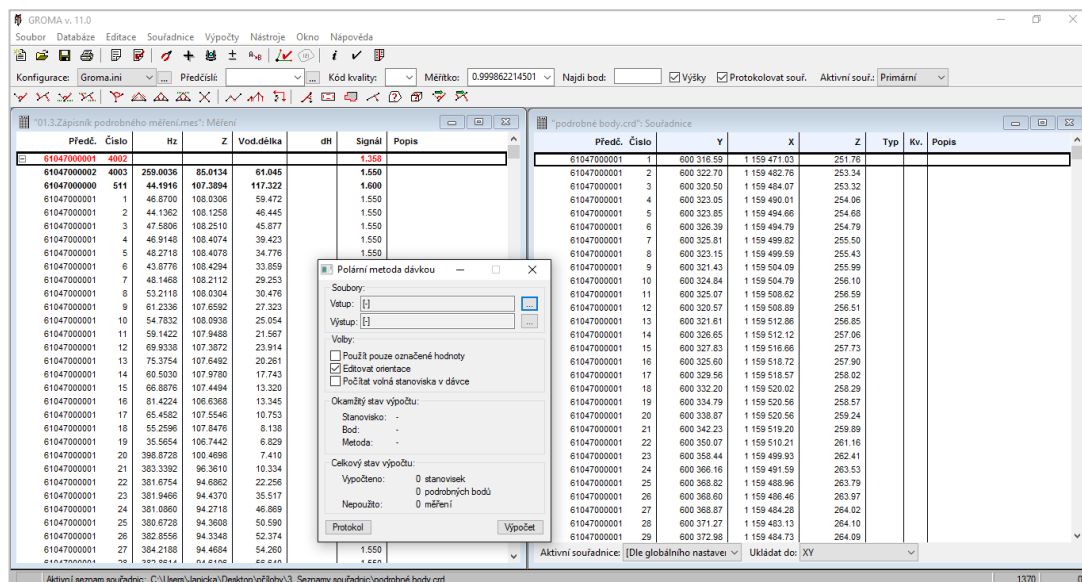
Během měření byly vyhotovovány měřické náčrty, sloužící jako podklad pro grafické vyhotovení mapy. Do nich byla zobrazována pomocí jednoduchých čar terénní kostra, předměty měření jako chodníky, zídky, propustky. Dále byly zakreslovány body PMS a body bodových polí, rozmístění měřených podrobných bodů, měřené relativní kóty a jiné informace potřebné pro následné vyhotovení mapy jako jsou druhy povrchů, kultur, využití staveb aj. V měřických náčrtech se prvky barevně odlišují. Červeně se znázorňuje měřická síť, černě prvky polohopisu, hnědě pak prvky výškopisné s výjimkou relativních kót. Ty do náčrtů zakreslují černě. Modrou barvou je zobrazeno vodstvo. Takto bylo pro zde zpracovanou lokalitu vyhotoven celkem 6 náčrtů formátu A4. Pro tyto náčrty byl z důvodu jejich množství vyhotoven klad. Některé náčrty jsou společné pro lokalitu zpracovanou v rámci této práce i pro lokalitu kolegyně Zajíčkové, náčrt č.7. byl proto oskenován a jako kopie do příloh zařazen pouze v elektronické podobě.

Část ze zaměřených podrobných bodů se ve výsledné mapě nenachází. Je to způsobeno tím, že během podrobného měření v tomto zarostlém terénu vznikaly situace, kdy po přesunu na nový pomocný měřický bod nebylo zcela jasné, a to i za použití měřických náčrtů, kde již podrobné body změřeny byly a kde naopak ne. Pro jistotu bylo tedy měřeno s pomyslným přesahem, aby se zabránilo možnosti vynechání větší plochy. Tento postup měl za důsledek to, že byla vytvořena místa s nadměrnou hustotou podrobných bodů. Problém byl vyřešen ve fázi grafického zpracování, kde byly přebytečné body vymazány.

7. VÝPOČETNÍ PRÁCE

Po ukončení měřických prací následovalo samotné zpracování naměřených hodnot. Z totální stanice byly po připojení k počítači staženy pomocí programu GeomanW naměřené data ve formátu *.ZAP, který umožňuje nahlédnutí podobně jako běžné textové soubory. Tyto zápisníky byly poté dále zpracovávány v programu Groma v. 11.0, který slouží pro výpočty různých geodetických úloh.

Groma v. 11.0 umožňuje zavedení potřebných matematických korekcí, ke kterým se řadí korekce ze zobrazení a z nadmořské výšky vzniklé převodem délek do zobrazení S-JTSK. K tomuto slouží funkce *Křovák*. Jelikož tyto korekce bývají různé pro různá území, zavádí se pomocí souřadnic a nadmořské výšky, náležící bodu v dané lokalitě. Program vypočítá opravný koeficient a opraví jím měřené délky. Korekce byly zavedeny při importu zápisníku měření, při němž byly rovněž šikmé délky přepočítány na vodorovné.



Obr. 15. Ukázka z prostředí Groma v. 11.0 [autor]

7.1. Výpočet polygonových pořadů

V prvním kroku bylo potřeba vypočítat změřené dva polygonové pořady, aby souřadnice mezilehlých bodů 4001-4012 mohly být použity pro další výpočty.

Po nastavení matematických korekcí pomocí souřadnic bodu PPBP 511, byly nastaveny parametry pro výpočet pomocí funkce *Tolerance*. Hodnoty tolerancí byly nastaveny pro 3. třídu přesnosti. Po importování zápisníku měření byla použita funkce *Zpracování zápisníku*, pomocí které byla redukována měření ve dvou polohách. Byl vytvořen seznam souřadnic obsahující výchozí použité body PPBP nezbytné pro výpočet a prázdný seznam souřadnic, pro ukládání vypočtených souřadnic bodů obou polygonových pořadů. Pak již bylo přistoupeno k samotnému výpočtu. K němu byla použita funkce *Polygonový pořad*. Z tohoto kroku byly výsledně získány protokoly o výpočtu a již zmíněný seznam souřadnic obou polygonových pořadů.

Obr. 16. Nastavené tolerance pro výpočet [autor]

7.2. Výpočet rajonů a podrobných bodů

Z důvodů společné realizace měřických prací s kolegyní Zajíčkovou, byly zápisníky rozděleny podle obsahu podrobného měření. Bylo však potřeba zahrnout do výpočtu veškeré body PMS a to i v případě, že na nich nebylo měřeno v rámci zpracování zde uvedené lokality. Tyto body totiž mnohdy sloužily jako orientace a jejich vytváření na sebe vzájemně navazovalo.

Tolerance nastavené v předchozím kroku zůstaly nezměněny. Pomocí výpočetní funkce Gromy v. 11.0 *Polární metoda dávkou* byly, po zredukování měření ve dvou polohách, vypočteny body 5001-5022 a podrobné body. Při výpočtu bylo kontrolováno, zda byly dodrženy předem zvolené tolerance zajišťující vyhovující kvalitu měření a také jak velkých polohových odchylek dosahují dvojice souřadnic kontrolních bodů. Kritéria, podle kterých se posuzovalo, zda polohové odchylky souřadnic kontrolních bodů vyhovují a tedy se z nich vyhotoví průměr, byly získány při testování přesnosti, které proběhlo současně s výpočty. Výstupem jsou protokoly o výpočtech, seznamy souřadnic podrobných bodů a seznamy souřadnic pomocných měřických bodů 5001-5022.

7.3. Testování přesnosti souřadnic

Dle ČSN 01 3410 (září 2014) Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy platí pro měření s kódem kvality 3 kritérium pro základní střední souřadnicovou chybu:

$$u_{xy}=0,14m$$

Rozdíly jednotlivých souřadnic kontrolních bodů:

$$\Delta X = X_m - X_k \quad \Delta Y = Y_m - Y_k$$

Kde X_m (Y_m) je souřadnice kontrolního bodů z prvního určení a X_k (Y_k) je souřadnice téhož kontrolního bodu z měření kontrolního.

Polohová odchylka:

$$\Delta p = \sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2)}$$

Kritérium pro polohovou odchylku:

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

$$|\Delta p| \leq 0,24 m$$

Střední výběrové chyby jednotlivých souřadnic:

$$s_X = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{i=1}^N \Delta X_i^2} \quad s_Y = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{i=1}^N \Delta Y_i^2}$$

Střední výběrová souřadnicová chyba:

$$s_{xy} = \sqrt{0,5 * (s_X^2 + s_Y^2)}$$

$$s_{XY} = 0,04 \text{ m}$$

Kde $k=2$, pokud mají obě měření stejnou přesnost, $N= 51$, počet kontrolních bodů vstupujících do výpočtu.

Kritérium pro střední výběrovou souřadnicovou chybu:

$$s_{XY} \leq \mathcal{C}_{2N} * u_{XY}$$

$$s_{XY} \leq 0,15 \text{ m}$$

Kde hodnota koeficientu $\mathcal{C}_{2N}$ se odvíjí od počtu kontrolních bodů. Pro počet 31-300 bodů je roven hodnotě 1,10. [15]

Toto kritérium vyhovuje.

Pokud vyhovují obě kritéria (pro polohovou odchylku i pro střední výběrovou souřadnicovou chybu) pokládá se přesnost určení souřadnic za vyhovující.

Tab.6. Výsledek testování přesnosti souřadnic

Podmínka $ \Delta p \leq 1,7 * u_{xy}$	
Vyhovuje pro	50/51 bodů
Nevyhovuje pro	1/51 bodů

Důvodem, že bod nevyhovuje testování, může být chybné postavení výtyčky s hranolem na kontrolní bod. Do testování přesnosti výšek tento bod proto nevstupuje.

7.4. Testování přesnosti výšek

Do tohoto posouzení vstupují tytéž body jako do testování přesnosti souřadnic. Bod nevyhovující polohové přesnosti byl z tohoto testování vyloučen. Dle ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy platí pro měření s kódem kvality 3 kritérium pro základní střední výškovou chybu:

$$u_H = 0,12 \text{ m}$$

Pro posouzení přesnosti testováním výšek je potřeba vyhotovit výškové rozdíly zaměřených kontrolních bodů.

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

Kde H_m je výška kontrolního bodů z prvního určení a H_k je výška téhož kontrolního bodu zaměřeného podruhé.

Kritérium výškové odchylky:

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

$$|\Delta H| \leq 0,34 \text{ m}$$

Kde $k=2$, pokud mají obě měření stejnou přesnost.

Střední výběrová výšková chyba:

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

$$s_H = 0,03 \text{ m}$$

Kde $N=50$, počet kontrolních bodů vstupujících do výpočtu.

Výškové kritérium přesnosti pro nezpevněný povrch:

$$s_H \leq 3 * \omega_N * u_H$$

$$s_H \leq 0,41 \text{ m}$$

Kde $\omega_N=1,15$ pro rozsah 35-60 kontrolních bodů. [15]

Toto kritérium vyhovuje.

Pokud jsou splněna obě kritéria, pokládá se určení výšek za vyhovující.

Tab. 7. Výsledek testování přesnosti výšek

Podmínka $ \Delta H \leq 2 * u_H * \sqrt{k}$	
Vyhovuje pro	50/50 bodů
Nevyhovuje pro	0/50 bodů

7.5. Shrnutí výpočetních prací

Výsledkem výpočetních prací bylo získání především seznamů souřadnic bodů, které dále vstupují do grafického zpracovávání, protokoly, které dokládají výpočet a obsahují informace potřebné pro následné posouzení přesnosti testování. Dalším výsledkem byly již zmíněné testování přesnosti, na jejichž základě může být posuzována kvalita měření.

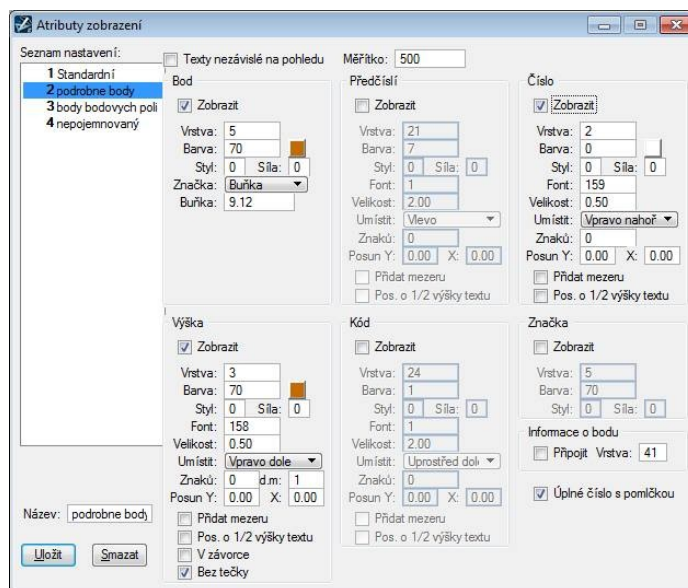
8. GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Obsahem grafického zpracování je samotné vytvoření mapy v měřítku 1:500 v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému Bpv, vytvoření kladu měřických náčrtů, přehledného náčrtu bodového pole a geodetických údajů k trvale stabilizovaným bodům PMS. Pro vytváření grafických výstupů byl použit grafický software MicroStation PowerDraft V8i a pro tvorbu vrstevnic program Atlas DMT.

8.1. Zobrazení polohopisu

Při zobrazování prvků v mapě v prostředí MicroStation PowerDraft V8i byly použity atributy z tabulky získané z předmětu Mapování I, která je součástí příloh. Další takto získané podklady byly datové soubory pro vytváření kresby, které obsahují knihovny buněk a knihovnu uživatelských čar pro použití v programu MicroStation PowerDraft V8i.

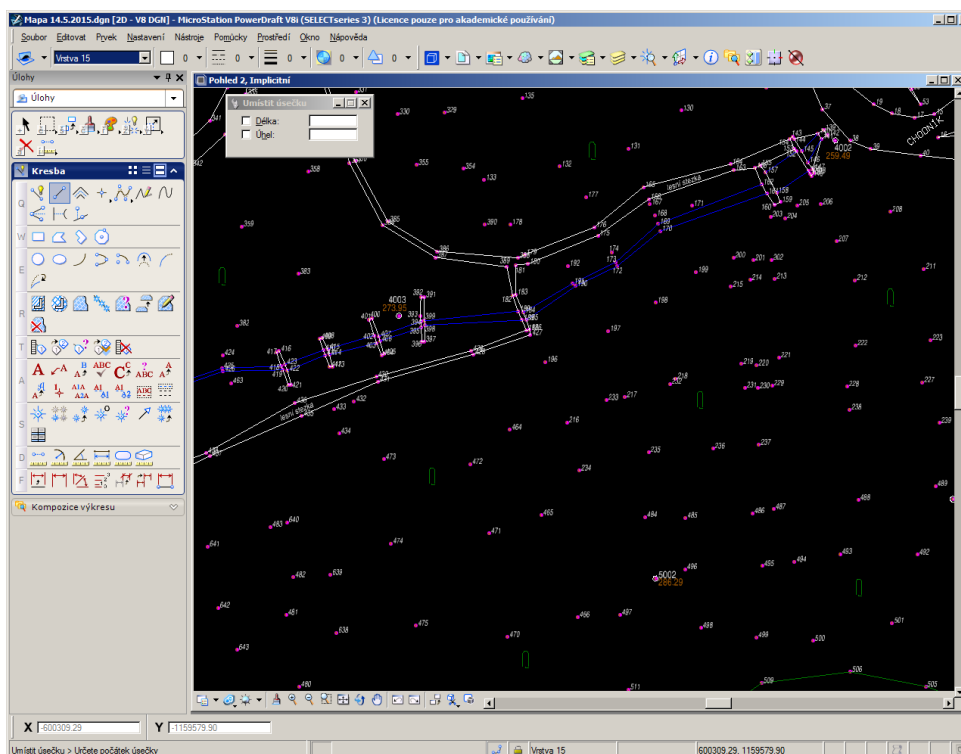
Do výkresu ve formátu *.dgn byly nahrány souřadnice podrobných bodů, bodů PMS a bodů PPBP pomocí nadstavby Groma, která umožňuje do kresby importovat seznamy souřadnic ve formátu *.txt. Tato nadstavba umožňuje při importu také nastavit atributy, podle kterých se body a jejich výšky v kresbě zobrazí např. vrstvu, značku bodu, font, velikost písma, zarovnání textu a další.



Obr. 17. Ukázka nastavení atributů v nadstavbě Groma [autor]

Souřadnice bodů PMS i bodů PPBP byly načteny do výkresu s přesností na centimetry, tedy s přesností s jakou byly vypočteny. Výšky těchto bodů byly načteny s přesností na centimetry, tedy na dvě desetinná místa. U podrobných bodů bylo zapotřebí rozhodnout, zda výšková kóta přísluší povrchu zpevněnému či nezpevněnému a od toho se odvíjí počet desetinných míst při jejich zobrazení. Vzhledem k tomu, že převážná většina podrobných bodů se nacházela na povrchu nezpevněném, byly veškeré výšky podrobných bodů načteny s přesností na decimetry a následně pak u příslušných bodů měřených na zpevněném povrchu byly doplněny na dvě desetinná místa dle seznamu souřadnic.

Výškové kóty byly upraveny tak, aby neležely s jinými v zákrytu, na liniových prvcích a aby byly čitelné. K tomuto bylo použito posunutí nebo doplnění desetinné čáry a přesunutí, zkrácení kóty pouze na jednotky metrů s příslušným desetinným místem a otočení.



Obr. 18. Ukázka prostředí MicroStation PowerDraft V8i [autor]

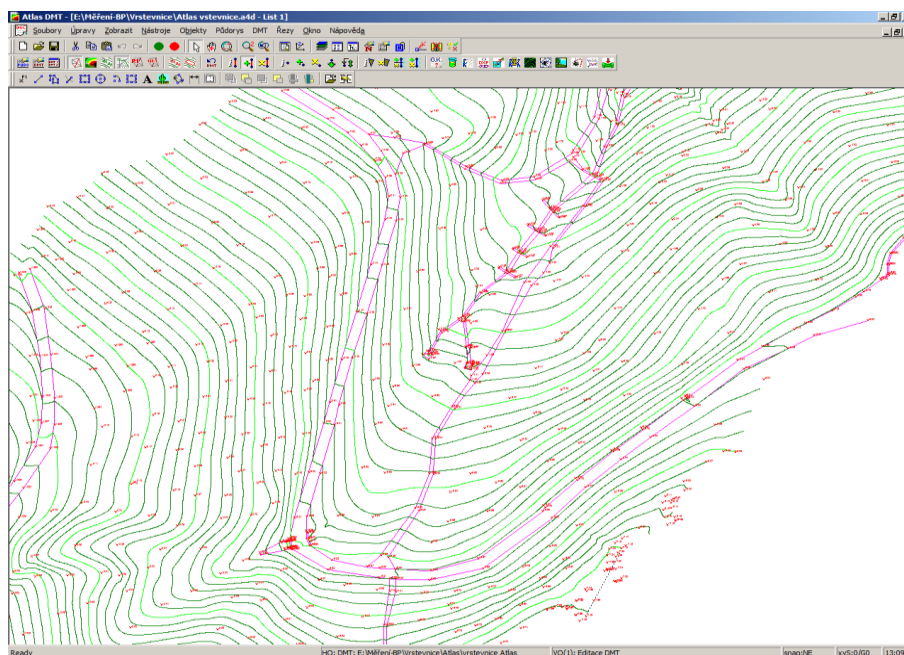
S pomocí náčrtů a tabulky atributů byla spojováním příslušných bodů vytvořena kresba zobrazující prvky, které byly zaměřeny, doplněná popisy a značkami. K některým

předmětům byl pro přehlednost vyhotoven detail. Dále byly vytvořeny křížky čtvercové sítě, a klady mapových listů, ze kterých byl vyhotoven okrajový náčrt. Vše prostřednictvím nadstavby MGEO. Po dokončení kresby byla vytvořena legenda s popisem liniových a bodových prvků, které se v mapě vyskytují, popisová tabulka a směrová růžice. Grafické zpracování mapy bylo ověřeno topologickou i atributovou kontrolou.

8.2. Zobrazení výškopisu

K zobrazení výškopisu ve výsledné mapě byly použity kromě absolutních výškových kót, relativní kóty. Jejich hodnota udává převýšení dvou podrobných bodů ve svislém směru označených znaménky (+) a (–) v závislosti směru určení převýšení. Toto značení bylo použito u opěrných zídek a podezdívek.

Pro zobrazení výškopisu v podobě vrstevnic byl zvolen program Atlas DMT. Vstupním souborem pro vytvoření vrstevnic v tomto programu byl seznam souřadnic ve formátu *.txt. Textový soubor, který byl importován, obsahoval seznam souřadnic pouze podrobných bodů, jelikož body PMS i body PPBP byly stabilizovány v odlišné výšce než okolní terén.



Obr. 19. Ukázka tvorby vrstevnic v Atlas DMT [autor]

V tomto programu lze upravovat automaticky vygenerované vrstevnice pomocí definování hran. Za tímto účelem bylo zapnuto zobrazení bodů i s jejich čísly. Hrany byly v tomto případě tvořeny po obvodu chodníků, vodních toků a zídek, tedy v místech, kdy v důsledku polohy více bodů s přibližně stejnou nadmořskou výškou v blízkosti vedle sebe docházelo k deformacím průběhu vrstevnic. Body byly spojovány podobně jako při tvorbě kresby v Microstation PowerDraft V8i. Díky takto definovaným hranám byly vrstevnice automaticky interpolovány mezi menším počtem bodů a lépe tak vystihují skutečný průběh terénního reliéfu. Tento program umožňuje grafický výstup ve formátu *.dxf, který je rovněž podporován programem Microstation PowerDraft V8i. V tomto formátu byl výkres tedy exportován pro další zpracování.

Výkres s vrstevnicemi vytvořený v předchozím kroku byl uložen z formátu *.dxf jako formát *.dgn a připojen referenčně k výkresu s kresbou mapy v Microstation PowerDraft V8i a zde byl zkopírován. Vrstevnicím byly nastaveny atributy dle tabulky atributů, s jejíž pomocí byla kresba vytvářena. Dále byly vrstevnice v programu vyhlazeny a ořezány dle rozsahu kresby a také kolem stavebních objektů a vodstva, tedy v místech kde se vrstevnice nekreslí. Opět byly upraveny kóty tak, aby byly čitelné a nebyly v zákrytu s vrstevnicemi. Na závěr byla kresba ohraničena rámem o velikosti 1188 x 420 mm což odpovídá 2x formátu A2.

9. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření mapy části Wilsonova lesa v měřítku 1:500 a výstupy z této práce připravit pro případné předání pro tvorbu DMT. V této práci je popisován průběh veškerých prací spojených s tímto úkolem.

Jako první krok proběhla rekognoskace bodového pole a terénu spojená s projektováním pomocné měřické sítě s ohledem na viditelnost a terén. V dalším kroku byla vytvořena pomocná měřická síť pomocí dvou polygonových pořadů a doplněním dalších 22 bodů metodou rajónu. Výška výchozího bodu polygonu, na který je měření připojeno, byla ověřena technickou nivelací. Celkem bylo vytvořeno 34 pomocných měřických stanovisek, ze kterých byly postupně změřeny tachymetrickou metodou podrobné body včetně bodů kontrolních, které sloužily k posouzení dosažené přesnosti měření testováním. Během podrobného měření byly vyhotoveny měřické náčrtů. Výpočetní práce zahrnující výpočet souřadnic všech bodů a jejich výšek byla uskutečněna v programu Groma v.11.0. Vypočtené body byly posléze nahrány do prostředí MicroStation PowerDraft V8i, kde byla realizována kresba mapy s výjimkou vrstevnic. Ty byly vyhotoveny v programu Atlas DMT, odkud byly exportovány a vloženy do dosavadního výkresu. Do výkresu byla doplněna legenda, klad mapových listů s popisem souřadnic křížků a směrová růžice. Na závěr byla vykonána atributová kontrola. Dále byly vyhotoveny ostatní grafické přílohy jako geodetické údaje trvale stabilizovaných pomocných měřických bodů, přehledný klad měřických náčrtů a přehledný náčrt měřické sítě. Veškeré výstupy, které byly pořízeny a vyhotoveny v rámci zpracování této práce mohou být dále použity při případné tvorbě DMT této lokality.

SEZNAM ZDROJŮ

- [1] Geoportál ČÚZK [online]. Citováno 2014-11-12. Dostupné z:
<http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?serverconf=bodpole>
- [2] Veřejná zeleň města Brna [online]. Citováno 2014-11-12. Dostupné z:
<http://www.vzmb.cz/fotogalerie/wilsonuv-les/>
- [3] FIŠER, Zdeněk a Jiří VONDRÁK. *Mapování*. Brno: CERM, 2003, 146 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně. Stavební fakulta). ISBN 80-214-2337-4.
- [4] HUML, Milan a Jaroslav MICHAL. *Mapování 10*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 319 s. ISBN 80-01-03166-7.
- [5] NEVOŠÁD, Zdeněk, Jiří BUREŠ a Josef VITÁSEK. *Geodézie IV*. Brno: CERM, 2002, 157 s. Učební texty vysokých škol (Vysoké učení technické v Brně. Stavební fakulta). ISBN 80-214-2301-3.
- [6] ČADA, Václav, *Přednáškové texty z geodézie* [online]. Citováno 2015-5-15. Dostupné z:
<http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch08s05.html>
- [7] ŠVÁB, T.; FORAL, J., *Základy geodézie*, Ing. Šváb Tomáš - GEFIS, Karafiátova 1313, Valašské Meziříčí, Brno, 2010
- [8] RATIBORSKÝ, Jan. *Geodézie 20*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 133 s. ISBN 80-01-02635-3.
- [9] *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod*. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015.
- [10] BLAŽEK, Radim a Zdeněk SKOŘEPA. *Geodezie 3*. 2., přepr. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 162 s. ISBN 80-01-03100-4.

- [11] Osta [online] Citováno 2015-5-15. Dostupné z: <https://www.osta.ee/en/optiline-niveliir-sokkia-c41-38737655.html>
- [12] Geometra Opava [online]. Citováno 2015-5-15. Dostupné z: http://www.geometra-opava.com/obchod/html/totalky_gpt3000.htm
- [13] Topogr. Perso [online]. Citováno 2015-5-15. Dostupné z: <http://topogr.perso.neuf.fr/lunette.htm>
- [14] ČSN 01 3410, *Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [15] KALVODA, Petr, *Pokyn pro tvorbu účelové mapy*. Brno, 2011.

SEZNAM ZKRATEK

Bpv – Balt po vyrovnání

ČSN – Česká státní norma

ČUZK – Český úřad zeměměřický a katastrální

DMT – Digitální model terénu

PMS – Pomocná měřická síť

PPBP – Podrobné polohové bodové pole

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1. Zobrazení území Wilsonova lesa
- Obr. 2. Výsledně zpracovaná oblast Wilsonova lesa
- Obr. 3. Polygonový pořad-oboustranně připojený, jednostranně orientovaný
- Obr. 4. Trigonometrické určení převýšení
- Obr. 5. Polární metoda
- Obr. 6. Geometrická nivelace ze středu
- Obr. 7.-10. Ukázky z rekognoskace terénu ve Wilsonově lese
- Obr. 11. Přístroj Topcon GPT 3003N
- Obr. 12. Přístroj Sokkia C41
- Obr. 13. Příklad dočasné stabilizace bodu
- Obr. 14. Příklad trvalé stabilizace bodu
- Obr. 15. Ukázka z prostředí Groma v. 11.0
- Obr. 16. Nastavené tolerance pro výpočet
- Obr. 17. Ukázka nastavení atributů v nadstavbě Groma
- Obr. 18. Ukázka prostředí MicroStation PowerDraft V8i
- Obr. 19. Ukázka tvorby vrstevnic v Atlas DMT

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Výsledek rekognoskace polohového bodového pole

Tab. 2. Výsledek rekognoskace výškového bodového pole

Tab. 3. Parametry přístroje Topcon 3003N

Tab. 4. Parametry nivelačního přístroje Sokkia C41

Tab. 5. Dosažené parametry polygonových pořadů

Tab. 6. Výsledek testování přesnosti souřadnic

Tab. 7. Výsledek testování přesnosti výšek

SEZNAM PŘÍLOH

01. Zápisníky

- 01.1. Polygonový pořad 1 (digitálně)
- 01.2. Polygonový pořad 2 (digitálně + analogově)
- 01.3. Zápisník podrobného měření (digitálně)
- 01.4. Nivelační zápisník (digitálně + analogově)

02. Protokoly o výpočtu

- 02.1. Protokol o výpočtu PP1 (digitálně)
- 02.2. Protokol o výpočtu PP2 (digitálně + analogově)
- 02.3. Protokol o výpočtu PB (digitálně + ukázka analogově)

03. Seznamy souřadnic

- 03.1. YXH dané body (digitálně)
- 03.2. YXH polygonové pořady (digitálně)
- 03.3. YXH body rajónů (digitálně)
- 03.4. YXH podrobné body (digitálně)

04. Geodetické údaje o bodech

- 04.1. PPBP 510 (digitálně)
- 04.2. PPBP 511 (digitálně + analogově)
- 04.3. PPBP 512 (digitálně + analogově)
- 04.4. PPBP 590 (digitálně)
- 04.5. PPBP 594 (digitálně + analogově)
- 04.6. NB JM-071-413 (digitálně + analogově)
- 04.7. NB JM-071-417 (digitálně + analogově)
- 04.8. Body pomocné měřické sítě (digitálně + analogově)

05. Náčrty

- 05.1. Měřický náčrt č. 1 (digitálně + analogově)
- 05.2. Měřický náčrt č. 2 (digitálně + analogově)
- 05.3. Měřický náčrt č. 3 (digitálně + analogově)
- 05.4. Měřický náčrt č. 4 (digitálně + analogově)

- 05.5. Měřický náčrt č. 6 (digitálně + analogově)
- 05.6. Měřický náčrt č. 7 (digitálně)
- 05.7. Přehled kladů měřických náčrtů (digitálně + analogově)
- 05.8. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě (digitálně + analogově)

- 06. Testování přesnosti
 - 06.1. Testování přesnosti souřadnic (digitálně + analogově)
 - 06.2. Testování přesnosti výšek (digitálně + analogově)

- 07. Atributy kresby (digitálně)

- 08. Mapa (digitálně + analogově)