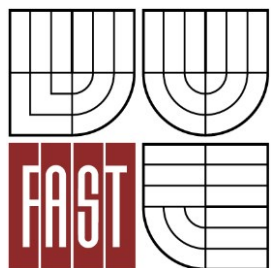




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ PŘÍRODNÍ LOKALITY "ORINOKO II "

BRNO, OBŘANY

SURVEY IN THE NATURE LOCALITY OF "ORINOKO II" BRNO, OBŘANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

HANA SLEZÁKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ZDENĚK FIŠER



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	Hana Slezáková
Název	Zaměření přírodní lokality "Orinoko II " Brno, Obřany
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Zdeněk Fišer
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2014
Datum odevzdání bakalářské práce	29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

.....
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, CERM Brno, 2003. ISBN 80-214-2337-4

Fišer, Z.- Vondrák, J. Mapování II, CERM Brno, 2003. ISBN 8-2669-1

ÚZ č. 608 Katastr nemovitostí Zeměměřictví, Sagit Ostrava, 2007

Huml, M. Michal, J., Mapování 10, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000

Potužák, P.- Váňa, M., Topografické mapování, SNTL Praha, 1965

Sulo, J., Topografické mapovanie, SVŠT, Bratislava, 1980

ÚZ č. 803 Katastr nemovitostí Zeměměřictví Pozemkové úpravy a úřady, Sagit, Ostrava-Habrůvka, 2010

ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy

ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky

Zásady pro vypracování

Tachymetrickou metodou zaměřte jižní část lokality Orinoko v katastrálním území Obřany. Vyhotoďte účelovou mapu zadané lokality. Interval vrstevnic doporučuji 1 m. Doporučené měřítko pro zpracování 1 : 500. Pozornost věnujte terénním tvarům. Práci doplňte fotodokumentací.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....

Ing. Zdeněk Fišer
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je vyhotovení účelové mapy 1:500 v lokalitě Brno, Obřany. V dané lokalitě byla vybudována měřická síť pomocí technologie GNSS a podrobné body byly určeny tachymetricky. Tato lokalita je velmi členitá, proto se část práce věnuje terénním tvarům a jejich zobrazením pomocí vrstevnic.

Klíčová slova

vrstevnice, účelová mapa, tachymetrie, výškopis

Abstract

The aim of the bachelor thesis is to create a thematic map of the locality of Brno, Obřany in the scale of 1:500. A survey net was built in the area, using the GNSS technology and detailed points have been determined by tacheometry. Since the terrain of the area is very varied, a part of the thesis focuses on terrain shapes and their projection in a tacheometric map using contour lines.

Keywords

contour line, thematic map, tacheometry, altimetry

Bibliografická citace VŠKP

Hana Slezáková *Zaměření přírodní lokality "Orinoko II " Brno, Obřany*. Brno, 2015. 44 s., 9 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Fišer

Prohlášení:

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

V Brně dne 10. 5. 2015

.....
podpis autora
Hana Slezáková

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňkovi Fišerovi za cenné rady a připomínky. Také děkuji Kateřině Petrové za pomoc při měření v terénu.

OBSAH

1.	ÚVOD	10
2.	POPIS LOKALITY	11
2.1.	OBŘANY	12
3.	TEORIE	14
3.1.	DEFINICE MAPY	14
3.1.1.	Účelová mapa	14
3.2.	METODY MĚŘENÍ	15
3.2.1.	Technická nivelace	15
3.2.2.	Tachymetrie	16
3.2.3.	GNSS	17
3.3.	ZNÁZORNĚNÍ RELIÉFU	19
3.3.1.	Kóty	19
3.3.2.	Šrafy	20
3.3.3.	Vrstevnice	20
3.3.4.	Další metody	21
3.4.	TERÉNNÍ TVARY	22
3.4.1.	Tvary na vrcholové části vyvýšeniny	23
3.4.2.	Vypuklé tvary na úbočí	24
3.4.3.	Vhloubené tvary na úbočích	25
3.4.4.	Tvary na úpatí vyvýšenin	25
3.4.5.	Tvary údolní	26
3.4.6.	Uměle vytvořené terénní tvary	27
4.	MĚŘICKÉ PRÁCE	28
4.1.	REKOGNOSKACE	28
4.1.1.	Rekognoskace pomocných měřických bodů	29
4.2.	VOLBA PŘÍSTROJŮ A POMŮCEK	29
4.2.1.	Příprava přístrojů a pomůcek	31
4.3.	MĚŘICKÁ SÍŤ	31
4.3.1.	Měření podrobných bodů	31
4.4.	MĚŘICKÝ NÁČRT	32

5.	ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT	33
5.1.	VÝPOČETNÍ PRÁCE.....	33
5.2.	GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ.....	34
6.	URČENÍ PŘESNOSTI	35
7.	ZÁVĚR	38
8.	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	39
9.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	42
10.	SEZNAM TABULEK.....	42
11.	SEZNAM OBRÁZKŮ	43
12.	SEZNAM PŘÍLOH.....	44

1. ÚVOD

Cílem bakalářské práce bylo tachymetrické zaměření přírodní lokality pro tvorbu účelové mapy v měřítku 1:500. Předmětem měření bylo co nejlépe vystihnout výškopis a polohopis zadané lokality.

Tato lokalita se nachází na území Brno, Obřany a navazuje na bakalářskou práci studentky Kateřiny Petrové.

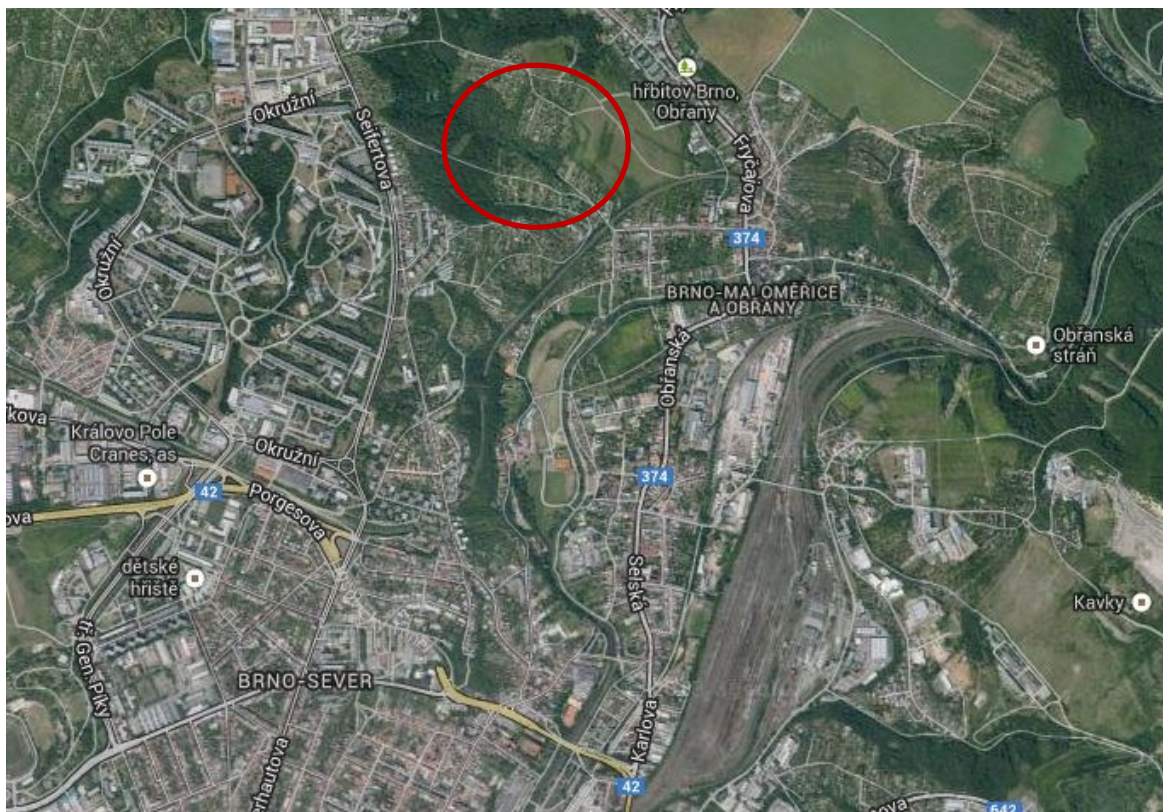
Měření nemohlo být připojeno na body bodového polohového pole z důvodu nenalezení bodů, tak byla použita technologie GNSS. Výškové připojení k výškovému systému Bpv bylo realizováno nivelací. Výsledkem práce je účelová mapa velkého měřítka.

V první části se tato práce zabývá metodami použitých při měření dané lokality, metodami zobrazení reliéfu a samotnými terénními tvary.

Dále je rozebírána rekognoskace měřené lokality, volba přístrojů a pomůcek a v neposlední řadě výpočetní práce a samotné grafické zpracování účelové mapy.

2. POPIS LOKALITY

Přírodní lokalita „Orinoko“, kde probíhaly měřické práce, se nachází v oblasti Brno, Obrány.



Obr. 1: Lokace přírodní lokality [15]



Obr. 2: Lokace přírodní lokality II [15]

Lokalita, která se nazývá Kamčatka, je tvořená třemi roklemi. První z nich se jmenuje Chaty, druhá se nazývá Prostředníček a třetí Orinoko. Orinoko je právě zaměřována oblast.

Je to ostrá rokлина, která je zalesněná a neudržovaná. Nachází se tu především listnaté stromy (habr, buk, dub) s náletovými dřevinami a ojediněle tu nalezneme jehličnaté stromy. Lokalitou protéká potok, který je většinou patrný jen na jaře a na podzim. Lokalita je ohraničená zleva chatovou oblastí a zprava lesem.

Jelikož se zde dříve pěstovala vinná réva, je možné ji dodnes v místních zahrádkách nalézt.



Obr. 3: Ukázka mapy 1:5000 [31]

2.1. Obřany

Městská část Maloměřice a Obřany je část statutárního města Brna, která má rozlohu 929 hektarů a rozkládá se po obou březích řeky Svitavy. Vznikla 24. listopadu 1990, skládá se z celého katastrálního území Obřany a téměř celého katastrálního území Maloměřice. Do roku 1919 tvořily samostatné obce a katastrální hranice probíhala středem řeky Svitavy a Mlýnského náhonu. Jedná se o vinařskou obec ve Velkopavlovické vinařské podoblasti.

V období Velkomoravské říše probíhalo osídlování v prostoru Maloměřic, Obřan a Židenic. Oba sídelní celky vznikly už ve středověku. První zmínka o vesnici Obřany je z roku 1367, v této době patřila Čeňkovi z Lichtenburka.

Na obecní pečeti z roku 1750 jsou vyobrazeny dva hrozny a kosíř, protože v této oblasti byly velmi rozsáhlé vinice. [13] [14]



Obr. 4: Městská část Obřany[16]



Obr. 5: Městský znak [17]

3. TEORIE

3.1. Definice mapy

Pojem „mapa (mappa)“ je pravděpodobně punského původu nebo mohl být převzat z jazyka starých Féníčanů. Znamenal původně plátěnou roušku, šátek, ubrousek apod. Pomocí latiny přešel do jiných evropských jazyků a poprvé ve smyslu kartografického znázornění byl použit v 9. století. [7]

Definice pojmu „mapa“ existuje několik, podle ČSN 73 0402: „*Mapa je zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, nebeských těles, kosmu či jejich částí, převedených do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografickým zobrazením), ukazující podle zvolených hledisek polohu, stav a vztahy přírodních, socioekonomických a technických objektů a jevů.*“ [8]

Mapy třídíme podle široké škály kritérií, mnoho druhů map má víceúčelovou povahu a proto je lze klasifikovat různým způsobem. Základním přístupem ke třídění map je vždy jejich obsah (co vyjadřuje) a poté způsob vyjádření skutečnosti (jak to vyjadřuje). Obě tyto charakteristiky jsou pak určovány především účelem, ke kterému je mapa určena sloužit. [7]

3.1.1. Účelová mapa

V kategorii velkoměřítkového mapování se mapová díla dělí v závislosti na obsahu výsledné mapy na mapy katastrální a účelové. Účelovými mapami jsou vždy mapy velkých měřítek, které kromě základních prvků obsahují další prvky, pro který tato mapa vznikla. Účelové mapy nevznikají pro potřeby státní správy a jejich tvorba je téměř vždy financována soukromým zadavatelem.

Účelové mapy vznikají novým měřením, přepracováním nebo doměřením obsahu do stávající mapy a polohopisný podklad často tvoří katastrální mapa. [1]

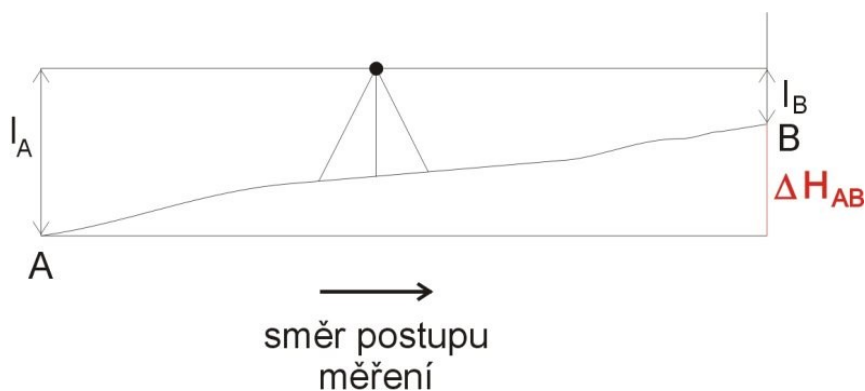
3.2. Metody měření

3.2.1. Technická nivelace

Nejčastější metodou pro určení výšky bodu je geometrická nivelace ze středu. Touto metodou se určí převýšení mezi body a je-li známa nadmořská výška v příslušném výškovém systému alespoň u jednoho z bodů, je možné vypočítat u ostatních zaměřených bodů nadmořské výšky.

Přesnost nivelace se posuzuje podle střední kilometrové chyby m_0 , což znamená chybu připadající na jeden kilometr nivelované vzdálenosti. Obvykle se počítá mezní odchylka d_h (rozdíl v určení převýšení tam a zpět). Při použití technické nivelace se používá vzorec $d_h=20 R^{1/2}$, kde R je délka pořadu v kilometrech, střední kilometrová chyba se obvykle udává na $m_0=5\text{mm}$.

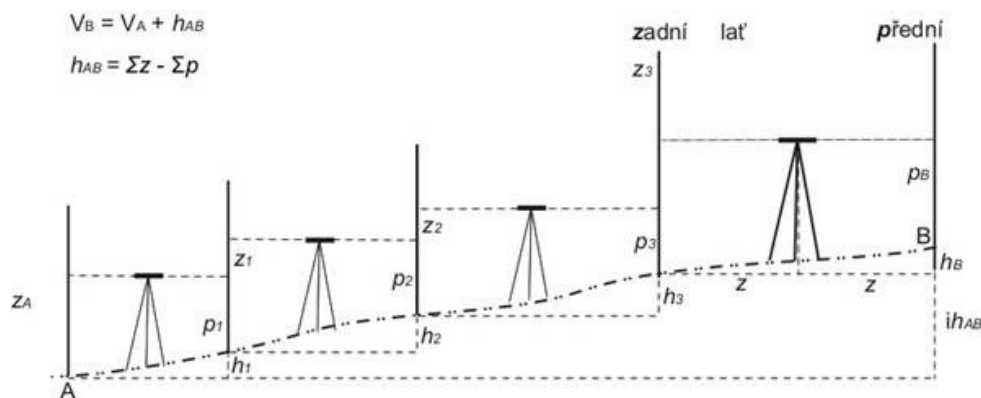
K měření je zapotřebí nivelační přístroj, stativ a 2 nivelační latě s nivelačními podložkami. Principem této metody je vymezení horizontální přímky nivelačním přístrojem a měření laťového úseku pomocí nivelačních latí. [3]



Obr. 6: Ukázka nivelační sestavy [18]

Nivelační přístroj je umístěn doprostřed mezi měřené body a je urovnán do horizontální polohy. Po té se zaměřuje na nivelační lať na bodě A a následně na bodě B, kde se odečtou laťové úseky, které protíná vodorovná ryska v dalekohledu.

Převýšení ΔH_{AB} se určí jako rozdíl l_A-l_B a v případě, že je na bodě A známá nadmořská výška, je možné dopočítat nadmořskou výšku na bodě B: $H_B=H_A+ \Delta H_{AB}$.



Obr. 7: Ukázka nivelačního pořadí [19]

Při měření na delší vzdálenosti je nutné použít více sestav a celkové převýšení se zjistí ze součtu převýšení jednotlivých sestav. [3]

3.2.2. Tachymetrie

Tato metoda měření určuje současně polohu i výšku bodu. Získávají se měřením polárních souřadnic, což je vodorovný úhel, svislý úhel a délka ze stanoviska k měřenému bodu. Z těchto naměřených dat se vypočítá převýšení pomocí měřené délky a svislého úhlu. Vodorovný úhel určí umístění jednotlivých zaměřených bodů.

Dnes se k měření využívají totální stanice. Území, které lze zaměřit z jednoho stanoviska je omezeno dosahem dálkoměrů, tvarem terénu, porostem apod. [3]

Tachymetrie podle použitých přístrojů:

- nitkový tachymetr – lze použít teodolit, který má v záměrném obrazci dalekohledu dálkoměrné rysky
- dvojobrazí tachymetr – vodorovná vzdálenost se získává samočinně mechanickým nebo optickým způsobem (Zeiss Redta 002)
- digramový tachymetr – v záměrném obrazci je soustava křivek, které se využívají pro měření vodorovné vzdálenosti a křivek (Zeiss Dahlta 010B)
- elektronický přístroj – délky se měří světelnými dálkoměry

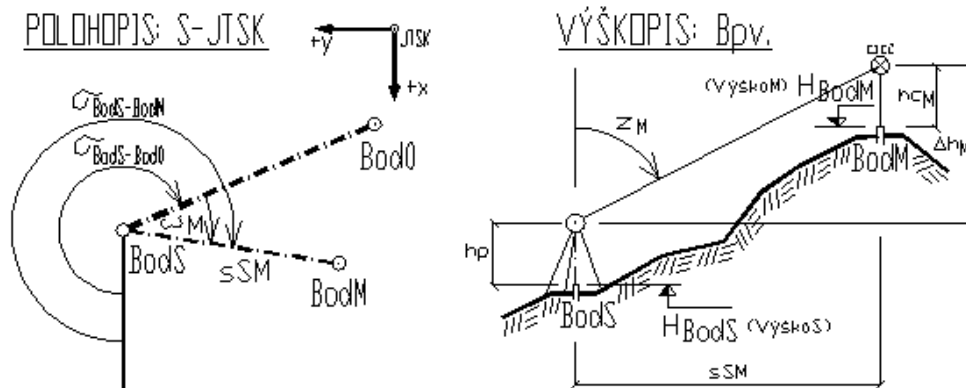
Při měření s elektronickými přístroji (totální stanice) se používá i kombinace s GPS.

Pomůcky pro měření tvoří odrazný hranol s výsuvnou tyčí a stativ.

Při použití elektronických přístrojů odpadá ruční zápis naměřených hodnot, pracujeme s registrací naměřených dat. Z obrázku je patrné, že výpočet souřadnic měřeného bodu je snadný. [3]

$$H_M = H_S + h_p + \Delta h_M - h_{cM}$$

$$Y_M = Y_S + s_{SM} \cdot \sin \delta_{SM}, \quad X_M = X_S + s_{SM} \cdot \cos \delta_{SM}$$



Obr. 8: Ukázka při zaměření bodu [27]

3.2.3. GNSS

Global Navigation Satellite System (zkratka GNSS) v překladu znamená Globální družicový polohový systém, který umožňuje za pomoci družic prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím. Uživatelé vlastní malé elektronické přijímače a na základě odeslaných signálů z družic umožňují výpočet jejich polohy a to s přesností na desítky až jednotky metrů. [9]

Koncem osmdesátých let byl uveden do provozu navigační systém GPS-NAVSTAR. Jeho polohová přesnost je tak vysoká, že nahradil dřívější metody budování bodových polí pomocí měřených úhlů a délek. V Rusku se v sedmdesátých letech začal vyvíjet družicový navigační systém GLONASS, je podobný americkému GPS a je pod správou ruského ministerstva obrany. Evropské státy začaly vyvíjet navigační družicový systém zvaný GALILEO, který má být tvořen 30 operačními družicemi.

GPS, globální polohový systém je pasivní družicový rádiový navigační systém, kterým je možné určit prostorové souřadnice bodů kdekoli na povrchu Země nebo pohybujících se objektech. Spravuje ho ministerstvo obrany USA a je určen k navigaci. Je možno ho používat pro vojenské aplikace, různé civilní účely a i v geodetických pracích.

GPS se dělí na tři segmenty: řídicí, kosmický a uživatelský.

- **řídicí segment:** se skládá ze tří částí z hlavní řídicí stanice, z monitorovacích stanic a ze stanovišť pozemních antén.

Hlavní řídicí stanice je na letecké základně v USA a shromažďuje data z monitorovacích stanic, vypočítávají parametry drah jednotlivých družic a sledují a synchronizují jejich palubní hodiny.

Hlavní monitorovací stanice jsou rozmístěny po celém světě. Na každé stanici jsou atomové hodiny a přijímač k nepřetržitému měření tzv. pseudovzdáleností k viditelným družicím.

Pozemní antény jsou umístěny u tří monitorovacích stanic. Řídicí segment předává vypočtené efemeridy a parametry družic na všechny družice asi po dvou hodinách. Platnost navigační zprávy je 4 hodiny. Řídicí segment také kontroluje chod celého systému a vysílá datové a korekční zprávy jednotlivým družicím. [4]

- **kosmický segment:** se skládá z aktivních družic, nejméně jich musí být 24. Družice generují a vysílají nosné frekvence, kódy a navigační zprávu. Jejich součástí jsou atomové hodiny, sluneční baterie a počítač. Družice se pohybují po mírně eliptických drahách ve výšce asi 20 200km nad Zemí a oběžná doba je 12 hvězdných hodin (11h a 58min našeho času).

- **uživatelský segment:** tvoří družicové přijímače různých typů. Přijímají signály z družic a zpracovávají je. [4]

Měřické metody jsou kódové měření, fázové měření a měření dopplerovských frekvencí.

Základním principem **kódového měření** je určování vzdálenosti mezi přijímačem a družicemi. K tomuto účelu se běžně využívají dálkoměrné kódy vysílané jednotlivými družicemi. Tyto kódy jsou přesné časové značky, které umožňují přijímači určit čas, kdy byla odvysílána kterákoliv část signálu vysílaného družicí. Přijímač ve vstupním signálu, přicházejícím z antény, identifikuje dálkoměrný kód příslušné družice, zjistí čas odesílání a přijetí jedné sekvence kódu a z časového rozdílu se určí vzdálenost. Protože hodiny přijímače nejsou synchronní s časem družicového navigačního systému, je časový rozdíl zatížen chybou, a tak neurčíme skutečnou vzdálenost ale tzv. pseudovzdálenost. [28]

Na odlišném principu jsou založena **fázová měření**. Ta zpracovávají vlastní nosné vlny, to znamená, že při měření přijímač spočítá počet vlnových délek nosné vlny, nacházejících se mezi přijímačem a družicí. Přijímač udržuje hodnotu počáteční celočíselné nejednoznačnosti a k ní připočítává celý počet vlnových délek. Vlnové délky jsou velice krátké a vzdálenost můžeme určit s přesností až na milimetry. [28]

3.3. Znázornění reliéfu

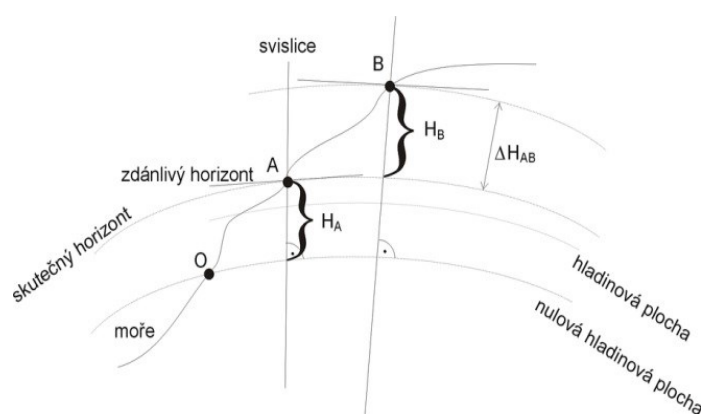
Na reliéf¹ dlouhodobě působí přírodní síly a samotné činnosti člověka, proto je členitý a složitý na zaměření. Při mapování se reálný povrch země nahrazuje topografickou plochou, která je ovlivněná měřítkem mapy a typizací reliéfních tvarů. U nás se o rozvoj tzv. třetího rozměru mapy zasloužili Kořistka a Boguszak. [5]

Od počátku III. Vojenského mapování se používaly dvě v podstatě primitivní metody pro zobrazování výškopisu. První z nich a starší je pahorkovací manýra (kreslí se hory a ostatní výšiny), druhou metodou je šrafování. Obě metody se používaly především v letech 1518-1870.

Až do dnes se vyvinula řada metod, pomocí kterých je možné reliéf znázornit. Mezi ty nejpoužívanější patří: šrafy, kóty, vrstevnice a ostatní metody. [1]

3.3.1. Kóty

Výškové poměry se uvádějí do mapy pomocí výšek bodů. Tyto výšky jsou buď relativní, nebo absolutní, tj. absolutní výška bodu je svislá vzdálenost mezi nulovým horizontem a skutečným horizontem a relativní výška bodu je rozdíl dvou absolutních výšek.

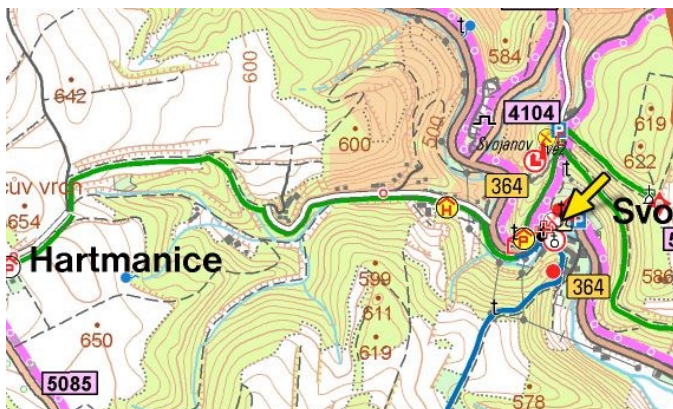


Obr. 9: Ukázka zobrazení zemského povrchu při výpočtu kót [20]

¹ reliéf = průběh zemského povrchu

Relativních výšek se využívá při některých terénních tvarech např.: příkop, násyp, výkop apod. [6]

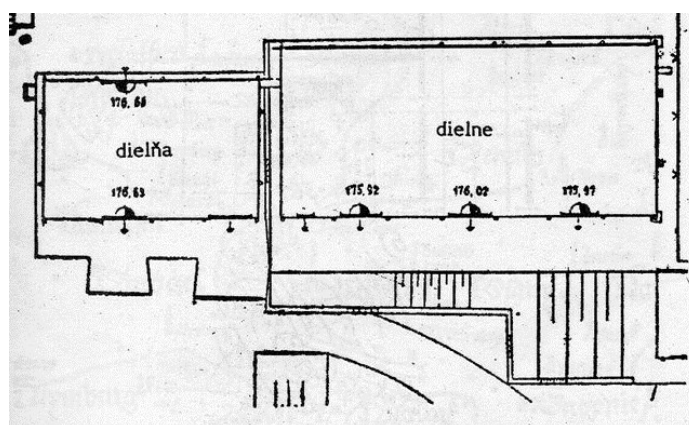
Kóty se objevují hlavně na významných místech terénu (vrcholové tvary, vchody do budov apod.). Číselný údaj nedává informaci o plasticitě terénu, ale poskytne přesnou informaci o výšce terénu. [6]



Obr. 10: Ukázka mapy s kótami [21]

3.3.2. Šrafy

Dnes se používají technické šrafy, které se skládají z krátké a dlouhé čáry střídavě ve směru spádu. Používají se především tam, kde je velký sklon a není možné zajistit rozstup mezi vrstevnicemi. Pro zjištění převýšení se doplňují kótami.[1]



Obr. 11: Ukázka zobrazení technických šraf [22]

3.3.3. Vrstevnice

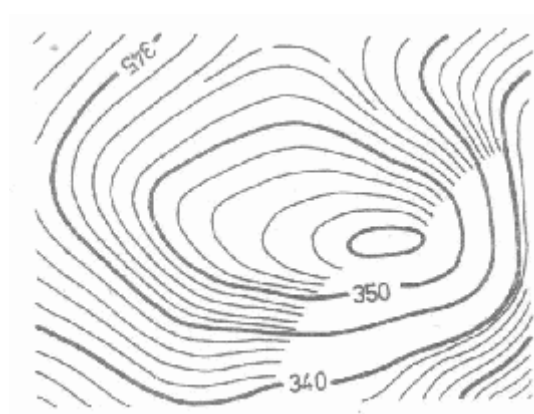
Jsou čáry, které spojují body o stejné nadmořské výšce. Mají pravidelný rozstup od nulové nadmořské výšky.

Interval, což je rozestup mezi vodorovnými rovinami, se volí vzhledem k měřítku mapy a to tak, aby na mapě byl minimální rozestup 0,2-0,3mm. Pro každou mapu se zvolí základní interval vrstevnic, u nás je základní interval pro měřítko 1:5000 1m a pro měřítko 1:10 000 a menší se vypočítá jako $M/5000$, kde M znamená měřítkové číslo.

Používají se také doplňující vrstevnice, které se vykreslují v polovičním intervalu anebo v čtvrtinovém. Kreslí se čárkovaně a využijí se, aby vzdálenost mezi vrstevnicemi nepřekračovala 0,10m. Dále se používají zdůrazněné vrstevnice, aby se zlepšila čitelnost, obvykle v pětinásobku základního intervalu. Tam kde se poměrně rychle mění reliéf, se použije pomocných vrstevnic, což jsou vlastně horizontály, které mají funkci i v měřickém náčrtu. Mají orientační charakter.

Vrstevnice se kótují, aby se usnadnilo určení výšek na mapě. Kóty jsou rozmístěné po celé mapě, orientují se hlavou proti svahu a většinou se kótují zesílené vrstevnice.

Pro označení směru sklonu, kde není tak patrný (roviny, vrcholy terénních tvarů) se používá tzv. spádovek. To jsou krátké čárečky, které naznačují směr sklonu (počátky hřbetnic). [6]



Obr. 12: Ukázka zobrazení vrstevnic [23]

3.3.4. Další metody

Mezi další metody můžeme zařadit Digitální model terénu (DMT). Tato metoda popisuje zemský povrch bez lidských projevů, tj. bez staveb, mostů a bez veškeré vegetace. DMT tvoří reprezentativní body, linie a plochy povrchu terénu uložené v paměti počítače a algoritmus pro interpolaci nových bodů dané planimetrické pozice. [1]

3.4. Terénní tvary

Terénní reliéf je zemský povrch, který je vytvořený přírodními silami v závislosti na klimatických a geologických podmínkách anebo je vytvořený umělým zásahem, tj. aktivní lidskou činností. Je to nepravidelná plocha složená z četných topografických ploch.

Tyto plochy mohou být rovné, vypuklé anebo vhloubené a vytvářejí terénní tvary charakteristických vlastností, které se zaměřují a zobrazují. Při rozboru terénních tvarů jsou důležité i čáry terénní kostry. [6]

Terénní kostru tvoří prostorové čáry, kde se dílčí terénní plochy stýkají. Patří sem: hřbetnice, údolnice, terénní hrana, tvarové čáry, spádnice, úpatnice a horizontála.

Hřbetnice je čára na styku dvou přilehlých svahů téhož hřbetu nebo hřebene. Je to spojnice relativně nejvyšších bodů vypuklé terénní plochy.

Údolnice je plynulá čára ve směru spádu, spojuje body v nejnižších místech údolí a určuje směr vodního toku.

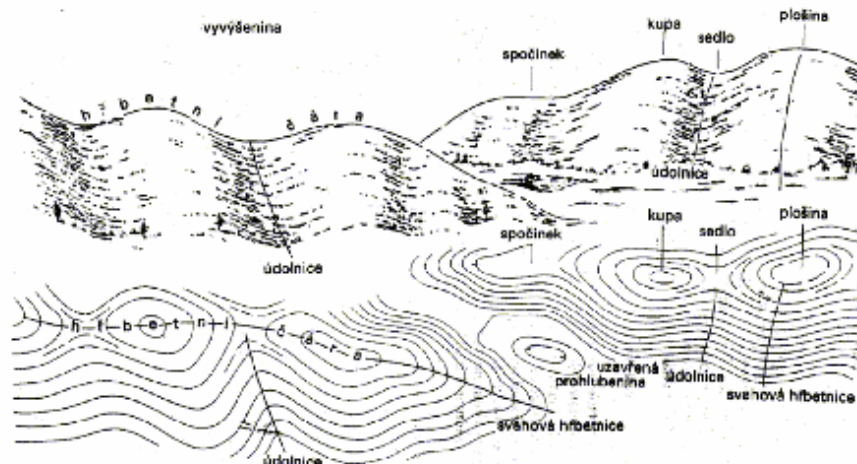
Terénní hrana je na styku dvou různě skloněných dílčích částí terénní plochy a spojuje místa, kde se výrazně mění sklonové poměry. (např.: břehová čára, okraj terénního stupně)

Tvarová čára je prostorová křivka, která ohraničuje vodorovnou nebo mírně skloněnou část některého terénního tvaru. Příkladem může být tvarová čára sedla, která představuje obloukový čtyřúhelník poduškovitého tvaru. Je důležitá při zobrazování terénních tvarů vrstevnicemi. V mapě se tvarová čára nekreslí.

Spádnice jde na obě strany z hřbetnice ve směru největšího spádu na úbočích.

Úpatnice prochází místy, kde svah přechází do roviny anebo mírně skloněného dna údolí. Bývá součástí tvarové čáry.

Horizontála se v náčrtu zobrazuje krátkými úseky křivek kolmo na spádnice, hřbetnice a údolnice. Slouží k vyjádření terénu v náčrtu, ale v mapách se nezobrazuje. [6]



Obr. 13: Zobrazení terénních tvarů [23]

Terénní tvary se dělí do dvou skupin na tvary vyvýšené a vhloubené a podle jejich umístění na terénní tvary ve vrcholové části vyvýšeniny, na úbočí, na úpatí a tvary údolního dna. [6]

3.4.1. Tvary na vrcholové části vyvýšeniny

Podél hřbetnice se vyskytují terénní tvary vyvýšené a nejvyšší místo vrcholu je temeno. Podle toho, jestli je tvořeno bodem, čarou, nebo plochou, rozlišujeme tři vrcholové terénní tvary a to: kupu, vrcholový hřbet a plošinu.

Kupa je vypuklá a výrazně zaoblená, kde povrch terénu klesá od vrcholu směrem na všechny stany. Tvarovou čarou tvoří uzavřená křivka, která ohraničuje její vrchol. Často se nepodaří výstižně znázornit vrstevnicemi získanými pouhou lineární interpolací mezi sousedními body zaměřenými na spádnicí, proto se zmenšuje rozestup vrstevnic.

Vrcholovou plošinu tvoří rovina nebo mírně skloněná plocha. Přechod z temene do úbočí je charakteristický výraznou náhlou změnou svahu na ostré nebo zaoblené hraně. Tvarová čára je obecná uzavřená křivka ohraničující temeno, která naznačuje tvar ploch na přilehlých úbočích. [6]

Vodorovný (vrcholový) hřbet je protáhlý vypuklý terénní tvar, který má zaoblenou vrcholovou část. Skalnatý hřbet s ostrými hranami se nazývá hřeben.

Spočinek je část hřbetu vyvýšeniny, hřbetnice přechází do značně mírnějšího sklonu. Plocha spočinku je méně skloněná příp. vodorovná.

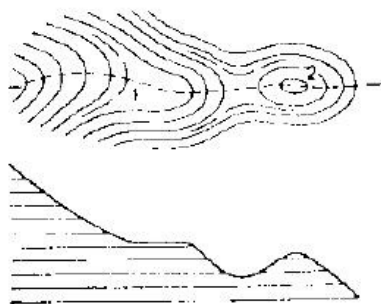
Sedlo je nejnižší plochou mezi dvěma terénními tvary, např. kupami na vrcholové části vyvýšeniny. Stýkají se v něm dvě hřbetnice a dvě údolnice a nejnižším bodem je vrchol sedla.

Kupa, spočinek a sedlo se může vyskytovat i na úbočích. [6]

3.4.2. Vypuklé tvary na úbočí

Tvary na úbočí jsou plochy, které se nacházejí po obou stranách hřbetnice. Střídají se vypuklé (vyvýšené) tvary terénu s tvary vhloubenými.

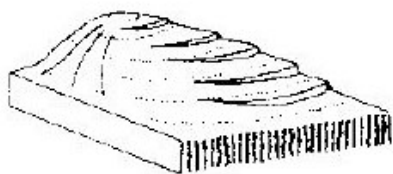
Svahový hřbet je protáhlý vyvýšený tvar probíhající obvykle ve směru spádu úbočí mezi dvěma údolními. Podle tvaru se rozeznává svahový hřbet široký, normální, úzký a ostrý.



Obr. 14: Svahový hřbet [6]

Žebro je úzký nevysoký výstupek, který je protáhlý většinou ve směru sklonu úbočí. Když nelze zobrazit na mapě vrstevnicemi, tak se použijí šrafy.

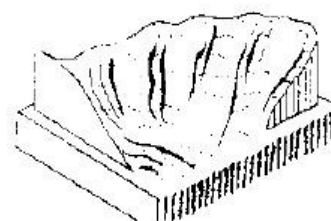
Terénní stupně jsou příkré, nízké srázy mírnějšího sklonu. [6]



Obr. 15: Terénní stupně [6]

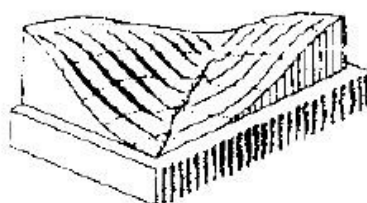
3.4.3. Vhloubené tvary na úbočích

Úžlabí je mušlovitá prohlubeň mezi dvěma svahovými hřbety, obvykle tu pramení horské bystřiny. Ve směru údolnice se postupně zužuje. Oproti úžlabině se úžlabí nachází vysoko ve svahu a úžlabina je protáhlá dolina se žlabovitým dnem.



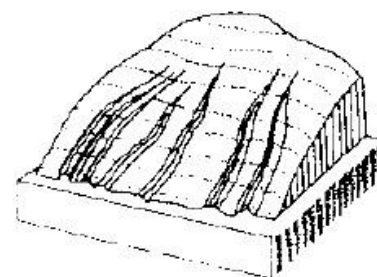
Obr. 16: Úžlabí [6]

Tvarovou čarou *zářezu* je údolnice, která bývá rovná nebo zakřivená.



Obr. 17: Zářez [6]

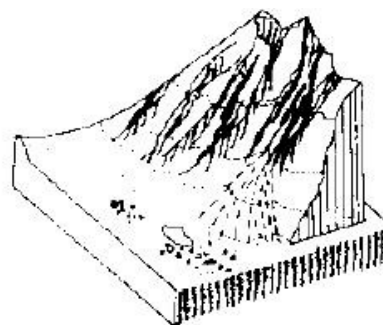
Rýha je protáhlý terénní tvar na mírně skloněných úbočích. Dno je vytvořeno ostrou hranou. Obvykle má malou hloubku a velmi výrazné horní hrany, které spolu s údolnicí tvoří další tvarové čáry. [6]



Obr. 18: Rýha [6]

3.4.4. Tvary na úpatí vyvýšenin

Na úpatí se vyskytuje *nánosový suťový kužel*, který vzniká usazováním písků, kamenů a zeminy. Vypadá jako plášť kužele.



Obr. 19: Nánosový suťový kužel [6]

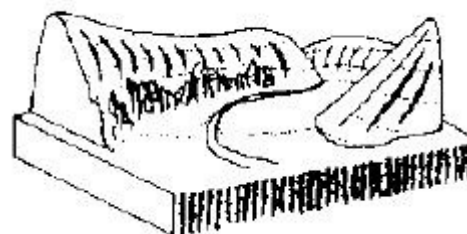
Výmoly tvoří příkopy na strmých úbočích vymleté vodou ve směru spádnic. Dno se rozšiřuje v blízkosti údolnice.

Rokle je jen jiný název pro strž. Je hluboká a široce rozvětvená. Probíhá i rovnoběžně s vrstevnicemi.

Propadlina (proláklina) vzniká působením přírodních sil nebo lidskou činností. Řadíme k nim *jámy*. Při znázornění vrstevnic může vypadat podobně jako kupa, proto se v mapě označí na dně výšková kóta. Pokud je jáma značně hluboká se svislými stěnami, užívá se názvu *propast*. [6]

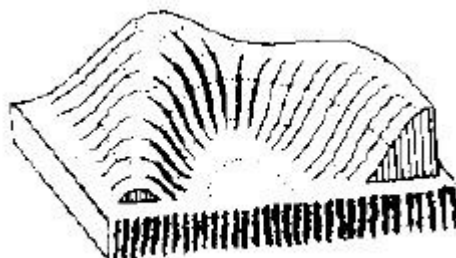
3.4.5. Tvary údolní

Údolí je vytvořeno okolními svahy. Skládá se z hlavního a vedlejšího údolí, kde hlavní mívá vyšší svahy a vedlejší se k němu připojuje obvykle pod úhlem menším než 90°. Rozeznáváme údolí s rovným, vypuklým a vhloubeným dnem.



Obr. 20: Údolí [6]

Úžlabina je protáhlá a má ve všech místech přibližně stejnou šířku.



Obr. 21: Úžlabina [6]

Údolní zářez je údolí s úzkým dnem, jehož úbočí se stýkají na hraně.

Soutěska je zvláštním typem údolí, vypadá jako hluboké údolí se strmými stěnami. Na dně se může vyskytnout hluboko zaříznuté koryto vodního toku zvané kaňon.

Raveny jsou převážně členitá, široká koryta bývalých vodních toků. [6]

3.4.6. Uměle vytvořené terénní tvary

Uměle vytvořené terénní tvary vznikají lidským zásahem do terénního reliéfu. Dělíme je na dvě skupiny *plochy převážně stejnoměrného spádu* a *s velmi nepravidelným průběhem spádu*. Většinou to jsou srázy s ostrými hranami. Vznikají při výstavbě komunikací, vodních děl, sídlišť apod. Do druhé skupiny se řadí tvary velmi rozsáhlé, které vzniknou povrchovou těžební činností. [6]

4. MĚŘICKÉ PRÁCE

Tato kapitola bude věnována měřickým pracím, rekognoskaci a vyhledávání podkladů a výběru potřebných přístrojů a pomůcek.

Data, kdy probíhaly jednotlivé úkony, jsou následující:

4. 11. 2013 rekognoskace

11. 11. 2013 – 12. 11. 2013 stabilizace a zaměření měřické sítě

14. 11. 2013 – 18. 11. 2013 zaměření podrobných bodů

5. 12. 2013 technická nivelace

15. 10. 2014 měření metodou GNSS

4. 12. 2014 měření metodou GNSS

Měřické práce jsou práce, které se vykonávají v terénu, zpravidla se skládají z vybudování měřické sítě a následného zaměření podrobných bodů.

Zaměřována lokalita navazuje na sousední lokalitu Kateřiny Petrové, veškeré měřické práce probíhaly za vzájemné pomoci.

4.1. Rekognoskace

Před začátkem samotného měření je důležitá rekognoskace zadané lokality, aby byl zjištěn charakter zájmového území (např. tvar, sklonitost, viditelnost, aj.) Už při této pochůzce je utvořen obrázek o tom, kde přibližně by měly být zvoleny pomocné měřické body, jaká bude hustota podrobných bodů.

Při této pochůzce byly zjištěny tyto skutečnosti: vymezená lokalita je tvořena lesem a přechází v zahrádkářskou oblast. V lese se nachází koryto potoku, které bylo v době měření vyschlé, podél koryta vede cesta. Terén je dost členitý, nachází se tu strmé srázy ale i plynulé přechody.

Na podzim byla tato práce ztížena. Muselo být vyčkáno na vhodné počasí a opadání listí, aby byla možná co nejlepší viditelnost.

4.1.1. Rekognoskace pomocných měřických bodů

Volbu pomocných měřických bodů ovlivňuje umístění bodů polohového bodového pole. Z toho důvodu je nutné provést před zahájením měření rekognoskaci těchto bodů. Na webových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (www.cuzk.cz) byly nalezeny potřebné geodetické údaje (dále jen „GÚ“), které by měly pomoci při rekognoskaci. Bohužel nebyl v blízkosti lokality objeven žádný bod polohového bodového pole, na který by bylo možné měřickou síť připojit. Z tohoto důvodu byla lokalita zaměřena z měřické sítě, která byla následně připojena do systému JTSK metodou GNSS.

Dále bylo nutné nalézt nivelační body, údaje o nich byly opět nalezeny na webových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Pomocí těchto bodů byla měřická síť připojena k systému Bpv.

Body PPBP	
506	roh budovy, budova zateplena
509	roh budovy, budova zateplena
580	znak z plastu, bod nenalezen
585	znak z plastu, bod nenalezen

Tab. č. 1: Dostupnost bodů PPBP

4.2. Volba přístrojů a pomůcek

Pomůcky na měření této práce byly vybírány vzhledem k zadání. Bylo potřeba provést tachymetrické zaměření dané lokality, nivelaci a GNSS měření.

Pro tachymetrické zaměření byl zvolen přístroj **Topcon GPT-3003N** (výrobní číslo 4D0512), u kterého výrobce udává přesnost:

- Normální mód (za použití hranolu): $\pm 3\text{mm} + 2\text{ppm}$
- Bezodrazný mód do 25m: $\pm 10\text{mm}$
- Bezodrazný mód nad 25m: $\pm 5\text{mm}$
- Přesnost měřených směrů: $10''$
- Za použití hranolu je schopen zaměřit bod až do 3km.



Obr. 22: Topcon GPT-3003N [24]

Pomocí bezhranolového módu nebylo měřeno.

Stativ byl zvolen duralový stativ s výsuvnými nohami od firmy Leica a odrazný hranol značky Topcon. [10]

K připojení k výškovému systému byl použit nivelační přístroj **Topcon AT-G4**. Přístroj zobrazuje obraz vzpřímený a zvětšuje až 26x se střední kilometrovou chybou dvojité nivelace $\pm 2\text{mm}$. [11]



Obr. 23: Nivelační přístroj Topcon AT-G4 [25]

K měření GNSS byl použit Trimble R4 (výrobní číslo 5328440051).

RTK systém **Trimble R4** je založen na osvědčené GPS technologii Trimble a podporuje měření na frekvencích L1 a L2 s možností rozšíření na GLONASS. Dvoufrekvenční anténa se submilimetrovou stabilitou fázového centra poskytuje přesné výsledky i v náročných podmínkách. Tento lehký rover lze použít pro RTK i statické měření. Veškeré výpočty probíhají na kontroleru, kdy celý polní software je schválen pro práci v katastru nemovitostí včetně transformace. Snadné vytvoření lokálního klíče, popřípadě možnost použití globální transformace přímo v kontroleru. [12]

Přesnost kinematického měření RTK: poloha...8mm+1ppm RMS

výška.....15mm+1ppm RMS [28]



Obr. 24: Trimble R4 [26]

4.2.1. Příprava přístrojů a pomůcek

Před zahájením měření bylo nutné zkontrolovat nastavení atmosférických podmínek v přístroji, tj. teplota, atmosférický tlak, dále konstanta hranolu, které ovlivňují přesnost měření. Také je důležité zkontrolovat měřítkový faktor a to proto, aby nebyly matematické korekce (korekce z nadmořské výšky a kartografického zobrazení) zavedeny vícekrát.

Je nutné překontrolovat funkčnost stativu, nastudování měřického postupu, aby bylo vyvarováno hrubých chyb a omylů.

4.3. Měřická síť

Měřická síť byla vybudována dohromady se severní částí lokality studentky Kateřiny Petrové. Tvoří ji 12 bodů (4001-4012). Byla připojena k systému JTSK metodou GNSS, vzhledem k současnému stavu bodů polohového bodového pole.

Body měřické sítě byly stabilizovány kolíky s křížkem a označeny geodetickým sprejem.



Obr. 25: Označení pomocných měřických bodů



Obr. 26: Označení pomocných měřických bodů

4.3.1. Měření podrobných bodů

Podrobné body byly zaměřovány z vybudované měřické sítě metodou tachymetrie. Byly zaměřovány v jedné poloze dalekohledu vzdálenosti a směry na odrazný hranol.

Předmětem měření byly body polohopisu, které byly hlavně tvořeny ploty, tvarem cesty a koryta potoku a starým komínem. Dále byly zaměřovány body důležité pro správné vystižení výškopisu. Především body na hřbetnici a údolnici, na hranách svahů.

Vzdálenosti mezi body byly voleny vzhledem k měřítku a tvaru terénu. Na mírně sklonitých plochách až rovinách, byly body voleny v pravidelných vzdálenostech. Bylo důležité vzhledem k měřítku některé tvary zjednodušovat, protože by nebylo možné je vyjádřit.

4.4. Měřický náčrt

Vedení měřického náčrtu je velice důležité pro pozdější zpracování tachymetrického plánu. Náčrt se vede ve větším měřítku, než bude výsledná mapa. Pokud se v některé části náčrtu nepodaří zakreslit danou situaci, je možné vyhotovit detail. Je možné využít jako podklad letecký snímek nebo jiný polohopisný podklad. V zadané lokalitě z důvodu stromů nebylo možné využít letecký snímek.

V lokalitě se nenacházelo dostatečné množství polohopisných prvků, tak se do náčrtu nejdříve znázornila měřická síť s vyznačením orientace. Následně se zakreslily terénní tvary (hřbetnice, údolnice, hrany svahů), tvar koryta potoku a cesty. Pomocí technických šraf se znázornil sklon, který se kreslí mezi hranami terénu. Náčrt se doplnil o potřebné mapové značky a po přibližném zákresu se pokračovalo v měření a zaznamenávání těchto bodů pomocí křížků a čísel bodů. Čísla bodů je nutné po určitém časovém úseku kontrolovat se stavem čísel bodů v totální stanici.

Měřický náčrt je značen barevně pro lepší orientaci. Červeně se značí měřická síť a to čerchovanou čarou, samotné mapové značky vyjadřující bod pomocné měřické sítě a číslo bodu. Rajón se značí také červeně, ale čarou čárkovanou. Body výškopisné určené tachymetrií se značí barvou hnědou, dále také šrafy, čáry terénní kostry. Modře jsou označovány vodní toky i s doplněním šipky, které určuje směr toku a názvem toku. Černou barvou se kreslí mapové značky a mimorámové údaje.

5. ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Po ukončení měřických prací v terénu se všechna data přenesla do počítače a zpracovala se. Prvně se vyrovnala síť pomocí programu GNet/Mini a tím se získaly souřadnice sítě. Za pomoci vyrovnaných souřadnic byly vypočítány souřadnice podrobných bodů v programu Groma8. Tyto souřadnice byly následně nahrány do softwaru MicroStation PowerDraft V8i, kde byla tvořena kresba a vrstevnice.

5.1. Výpočetní práce

Naměřená data z totální stanice byla přenesena pomocí geodetického programu Geoman. Byla uložena ve formě zápisníku mapa2 s příponou *.zap. Data z Trimble RTK byla přenesena na flashdisk ve formě protokolu o měření.

Zápisník byl upraven pro program GNet/Mini, kde za pomoci přibližných souřadnic získaných z GPS byla síť vyrovnána.

Č. B.	Y	X
4001	595668,05	1156838,16
4002	595631,42	1156853,56
4003	595632,64	1156824,03
4004	595600,70	1156842,86
4005	595585,55	1156863,04
4006	595572,08	1156872,58
4007	595541,98	1156887,23
4008	595518,15	1156922,17

Tab. č. 2: Přibližné souřadnice bodů

S takto získanými souřadnicemi byly vypočítány souřadnice podrobných bodů pomocí programu Groma8, a to použitím funkce „polární metoda dávkou“. K určení výšky bodů byl vypočten nivelační zápisník.

Zápisníky a výpočetní protokoly jsou v přílohách č. 5, 6. Souřadnice bodů byly vypočteny v systému S-JTSK a Bpv. Měřené délky byly redukovány o matematické a fyzikální korekce zavedením korekcí. Fyzikální korekce byly zadávány přímo v terénu za pomoci určení teploty a tlaku vzduchu při měření a matematické byly zavedeny při stahování dat nebo v programu Groma8.

The screenshot shows the GROMA v. 8.0 software interface. It features a menu bar (Soubor, Datažba, Editace, Měření, Výpočty, Nástroje, Okno, Nápověda) and a toolbar. Below the toolbar are configuration options for 'GROMA.ini', 'Předčislí', 'Kód kvality', 'Měřítko: 1.00000000000', 'DB tabulka:', and 'Protokolovat souř.'. Two data tables are displayed:

Předč.	Číslo	Ht	Z	Vod.děka	dH	Signál	Popis
4001	246.9201	107.7954	39.65				
4002	46.9823	292.1986	39.65				
4003	197.3874	101.4778	38.04				
4003	397.4168	298.5206	38.04				
4002	8.1994	91.0513	39.63				
4001	208.1970	308.9503	39.64				
4003	80.2114	90.9244	29.53				
4003	281.2404	303.0620	29.54				
4004	181.5292	95.6316	32.55				
4004	381.5238	304.3054	32.55				
4005	195.8975	106.6314	46.93				
4005	395.8111	293.3630	46.91				
4003	8.4972	102.9605	37.07				
4004	208.4950	297.0408	37.07				
4002	71.9648	107.5820	29.52				
4002	271.9324	292.4068	29.53				
4001	150.3916	97.2432	38.04				
4001	350.3746	302.7495	38.04				
4004	78.0576	102.5198	32.55				
4002	278.0420	297.4818	32.54				
4003	134.2808	95.6242	37.07				
4003	334.2992	304.3750	37.07				
4005	195.8936	116.4480	25.28				
4005	159.3730	283.5588	25.27				
4005	386.4814	81.5396	25.27				
4004	186.4716	318.4682	25.27				
4006	186.7225	104.4084	16.48				
4006	386.6713	295.9832	16.49				
4007	159.7112	103.3518	49.86				
4007	359.7124	296.6416	49.85				

Předč.	Číslo	Ht	Z	Vod.děka	dH	Signál	Popis
4005	57.4404	95.8792	49.84				1.73
4006	53.9908	96.8610	33.51				1.78
4006	267.1226	104.6442	42.28				1.64
1	155.6262	75.3038	17.56				1.64
2	107.5218	87.4204	4.67				1.64
3	288.9189	110.9128	9.26				1.64
4	289.9152	106.6870	7.43				1.64
5	292.6302	109.9512	11.17				1.64
6	292.3184	110.7888	11.62				1.64
7	290.3024	110.2966	12.40				1.64
8	289.8714	108.4282	12.74				1.64
9	281.8918	87.8438	20.28				1.64
10	273.8886	88.3952	19.63				1.64
11	270.3708	88.1998	20.77				1.64
12	281.2538	87.8366	21.06				1.64
13	281.5206	84.8766	23.78				1.64
14	282.2084	85.6286	25.96				1.64
15	284.1676	85.2688	23.90				1.64
16	283.0468	85.9846	25.00				1.64
17	284.8032	84.7952	26.53				1.64
18	238.9478	86.9728	29.51				1.64
19	232.2528	88.4258	31.88				1.64
20	232.3198	85.6946	28.14				1.64
21	216.8294	86.2606	25.22				2.43
22	238.1050	85.2302	17.68				1.64
23	237.9196	85.2302	18.23				1.64
24	231.9362	85.6254	19.99				1.64
25	232.2488	100.7022	18.49				1.64
26	235.9008	99.7680	17.61				1.64
27	222.2098	108.7622	15.87				1.64
28	221.7256	109.8828	15.59				1.64
29	219.6340	109.9134	15.36				1.64
30	218.9530	108.4538	15.16				1.64

Obr. 27: Ukázka software Groma 8

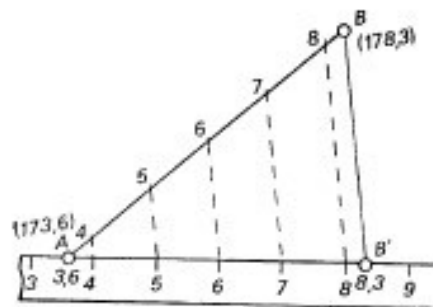
5.2. Grafické znázornění

Body byly do prostředí programu MicroStation PowerDraft V8i importovány pomocí nadstavby MGEO. Výšky byly redukovány, při zobrazení bodů neuzpevněného povrchu byly zaokrouhlené na decimetry. Kresba byla doplněna o prvky polohopisu, mapové značky, svahové šrafy, hektometrickou síť, severku a legendu. Účelová mapa byla zpracována v měřítku 1:500 a formát výkresu je A2. Na závěr byla kresba doplněna vrstevnicemi.

Vrstevnice se mohou zobrazovat ručně nebo automaticky za pomoci softwaru. Při zákresu vrstevnic této práce byla použita metoda ručně. Tato metoda se může provádět graficky nebo počteně.

Počtení interpolace se používá málo, je velmi zdlouhavá, její podstatou je použití podobnosti trojúhelníků

Grafická interpolace je také založena na podobnosti trojúhelníků. K bodu A se přiloží měřítko a vyhledávají se hodnoty, které odpovídají výškám uvedeným u bodů A a B a za pomoci rovnoběžek se na spojnici bodů AB vyznačí vrstevnice v celých metrech. [3]



Obr. 28: Ukázka grafické interpolace [3]

6. URČENÍ PŘESNOSTI

Požadovaná přesnost polohového měření odpovídá kódu kvality 3, proto nesmí překročit maximální hodnotu střední souřadnicové chyby $m_{x,y}=0,14\text{m}$. [32]

Maximum střední výškové chyby je $m_H=0,12\text{m}$ a pro nezpevněný terén, který je u většiny zaměřených bodů je $m_H=3 \cdot u_H=3 \cdot 0,12=0,36\text{m}$. [32]

Pro dodržení veškerých kritérií přesností byl použit Návod pro obnovu katastrálního operátu [34] a to část, která je zaměřena na obnovu katastrálního operátu novým mapováním.

Požadavky na volbu přístroje: střední chyba měřeného směru max. do $0,0010^{\text{gon}}$
střední chyba měřené délky do $0,01\text{m}$.

Zvolené přístroje odpovídají těmto požadavkům. (viz. kapitola 4.2. Volba přístrojů a pomůcek)

Polohová přesnost:

Pomocné měřické body byly určeny metodou GNSS a následně bylo provedeno vyrovnání vázané sítě metodou nejmenších čtverců s použitím naměřených dat z proměření sítě. Tyto chyby jsou uvedeny v protokolech příloha č. 6.

Podrobné body byly zaměřeny polární metodou.

$$Y=Y_A+s \cdot \sin \alpha \quad X=X_A+s \cdot \cos \alpha$$

$$\alpha=\alpha_0+\omega$$

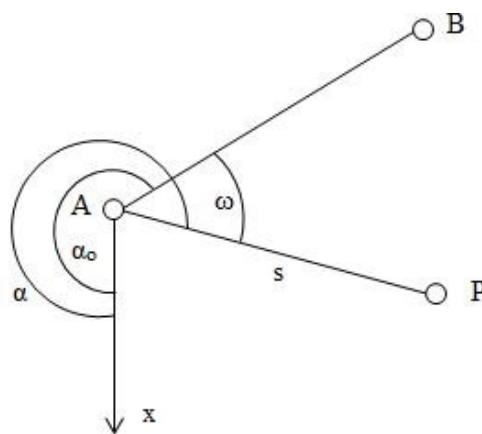
X_A, Y_A ...souřadnice výchozího bodu

s ...měřená vzdálenost

ω ...měřený vodorovný úhel

α ...směrník na určovaný bod

α_0 ...orientační směrník



Obr. 29: Ukázka měření polohy bodu polární metodou

Za použití zákona hromadění středních chyb byla odvozena střední souřadnicová chyba bodu určeného polární metodou:

$$m_{x,y}^2 = \left(1 - \frac{s}{s_{A,B}} \cdot \cos \omega + \frac{s^2}{s_{A,B}^2}\right) \cdot m_{x,y(A)}^2 + 0,5 \cdot (m_s^2 + s^2 \cdot m_\omega^2) + m_c^2 \quad [30]$$

$s_{A,B}$...vzdálenost mezi orientačními body

$m_{x,y(A)}$...střední souřadnicová chyba výchozího bodu

m_s ...střední chyba měřené délky

m_ω ...střední chyba měřeného úhlu

m_c ...střední chyba centrace stroje

Pro dosažení maximální možné hodnoty, byl úhel zvolený 100° , vzdálenost na orientaci 73,28m a na určovaný bod 46,34m.

$$m_{x,y(A)} = \sqrt{0,5 \cdot (m_x^2 + m_y^2)} \Rightarrow m_{x,y(A)} = 0,06m$$

$$m_s = 3,2mm \quad 3mm + 2ppm$$

$$m_\omega = 0,0014^\circ \quad m_\omega = m_r \cdot \sqrt{2} = 10 \cdot \sqrt{2}$$

$$m_c = 0,002m \quad \text{střední chyba centrace optickým centrovačem}$$

$$m_{x,y} = 0,11m$$

Výšková přesnost:

Výšky podrobných bodů byly při tachymetrii určeny trigonometricky. Výšku bodu spočítáme ze vzorce:

$$H_B = H_A + s \cdot \cos z + v_p - v_c + \frac{s^2 \cdot (1-k)}{2R}$$

H_B ...výška určovaného bodu

H_A ...výška výchozího bodu

s ...šikmá vzdálenost

z ...zenitový úhel

v_p ...výška přístroje

v_c ...výška cíle

Opět je použit zákon hromadění středních chyb \Rightarrow

$$m_{H_B}^2 = m_{H_A}^2 + m_s^2 \cdot \cos^2 z + s^2 \cdot \sin^2 z \cdot m_z^2 + m_{v_p}^2 + m_{v_c}^2 + \frac{s^4}{4 \cdot R^2} \cdot m_k^2 \quad [30]$$

- poslední člen se pro vzdálenosti do 100m zanedbává. (vliv zakřivení horizontu a terestrické refrakce)

m_{HA} ...střední chyba výchozího bodu (hodnota určena výrobcem)

m_{HB} ...střední chyba určovaného bodu

m_s ...střední chyba délky

m_z ...střední chyba zenitového úhlu

m_{vp} ...střední chyba výšky přístroje (měřeno svinovacím metrem)

m_{vc} ...střední chyba výšky cíle (měřeno svinovacím metrem)

$m_{vp} = m_{vc} = 0,002m$

$m_{HA}=0,030m$

$m_s=3,2mm$

Zenitový úhel byl zvolen $75,3038^g$, $s=46,34m$, $m_z=0,0010^g$ podle výrobce. [30]

=> **$m_{HB} = 0,03m$**

7. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření účelové mapy v jižní části lokality „Orinoko“ Brno, Obřany.

Při rekognoskaci nebyly nalezeny body polohového bodového pole, z tohoto důvodu byly pomocné měřické body zaměřeny pomocí metody GNSS. Při měření byl využit Trimble R4, totální stanice Topcon GPT 3003N a nivelační přístroj Topcon AT-G4. Podrobné body byly zaměřeny tachymetricky a pomocné měřické body byly připojeny do S-JTSK pomocí GNSS metody a k systému Bpv pomocí nivelace.

Výpočet byl proveden v programu GNet/mini, kde byla výškově a polohově vyrovnána síť a následně pomocí programu Groma8 byl vypočten zápisník měření podrobných bodů. Výsledné souřadnice byly použity pro grafické zpracování v programu MicroStation PowerDraft V8i.

Výsledkem je účelová mapa v měřítku 1:500.

8. SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] FÍŠER, Zdeněk a Jiří VONDRÁK. *Mapování I*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 48 s.
- [2] Fišer Zdeněk, Jiří Vondrák. *Mapování II*. Brno: CERM s.r.o., 2005
- [3] VONDRÁK, Jiří. *Geodézie II: Geodetická cvičení II*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2004, 38 s.
- [4] NEVOSÁD, Zdeněk a Josef VITÁSEK. *Geodézie III: Průvodce předmětem Geodézie III*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2004. 176 s.
- [5] VEVERKA, Bohuslav a Růžena ZIMOVÁ. *Topografická a tematická kartografie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 198 s. ISBN 978-80-01-04157-4.
- [6] HUML, Milan a Jaroslav MICHAL. *Mapování 10*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 319 s. ISBN 80-010-3166-7.
- [7] PLÁNKA, Ladislav GE18 Kartografie a základy GIS. Modul 01. Úvod do kartografie. Brno, 2006. 117s.
- [8] ČSN 730402 *Značky veličin v geodézii a kartografii*. Vydavatelství norem Praha, 2010.
- [9] Globální družicový polohový systém. [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z:http://cs.wikipedia.org/wiki/Glob%C3%A1ln%C3%AD_dru%C5%BEicov%C3%BD_polohov%C3%BD_syst%C3%A9m
- [10] Electronic Total Station. [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z:<http://www.topcon.com.sg/survey/gpt30.html>
- [11] Topcon. [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.topcon.lt/down/ATG46.pdf>
- [12] Geotronics Praha. [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.geotronics.cz/geodeticke-pristroje/gnss/trimble-r4-gnss-3-generace>
- [13] Brno-Maloměřice a Obrány. [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z:http://cs.wikipedia.org/wiki/Brno-Malom%C4%9B%C5%99ice_a_Ob%C5%99any
- [14] KUČA, Karel. *Brno: vývoj města, předměstí a připojených vesnic*. Vyd. 1. Praha: Baset, 2000, 644 s. ISBN 8086223116.

- [15] Mapy Google. Google. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@49.2318713,16.6393848,251m/data=!3m1!1e3?hl=cs>
- [16] Obřany. Wikipedia: the free encyclopedia. [online]. 2001- [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ob%C5%99any>
- [17] Symboly naší MČ. Statutární město Brno: Městská část Brno, Maloměřice a Obřany. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: http://www.malomerice.cz/index.php/symboly_MC.html
- [18] Metody nivelace. *Přednáškové texty z geodézie*. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://geomatika.kma.zcu.cz/studium/gen1/html/ch11s05.html>
- [19] Nivelace. SEMINÁRNÍ PRÁCE Z MATEMATIKY. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://absolventi.gymcheb.cz/2006/mocondre/nivelace.html>
- [20] Výšky, jejich určování a referenční plochy. *Přednáškové texty z geodézie*. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch10.html>
- [21] Turistické mapy. *SmartMaps*. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.smartmaps.cz/turisticke-mapy/>
- [22] Účel mapovania, mapa, plán a náčrt. *Stredná odborná škola geodetická*. [online]. 5.4.2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.sgs.edu.sk/HTML/map1.htm>
- [23] Topografické plochy. ČVUT v Praze, fakulta dopravní. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: http://www.fd.cvut.cz/departament/k611/PEDAGOG/files/webskriptum/topograficke/topo_index.html
- [24] Тахеометры серии GPT-3000N. ПРИН. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.prin.ru/equipment/equipment/total-stations/101/archive/165/>
- [25] Gebrauchtgeräte. Wenger-Wiethüchter, Vermessungstechnik. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.wenger-vermessungstechnik.de/site4677.html?rk=Gebrauchtger>
- [26] PROIZVODI. Geomatika Smolčák. [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: http://www.geomatika-smolcak.hr/proizvodi_detail.aspx?ID=636959
- [27] CAD forum. CAD. [online]. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: http://www.cadforum.cz/cadforum/Vyvojove-prostredkyAutoCADu/AutoLISP/CAD2_8.htm

- [28] Trimble R4 GNSS systém. Trimble R4 GNSS systém. [online]. [cit. 2015-04-20].
Dostupné z: http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/CZE_TrimbleR4GNSS_DS.pdf
- [29] Navigace. Institut geoinformatiky. [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://gis.vsb.cz/dokumenty/dns-gps/view?searchterm=GPS>
- [30] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Alexej VITULA, Jiří BUREŠ. *Inženýrská geodézie: Návody ke cvičením*. Brno: Vysoké učení technické, 2006, 161 s.
- [31] ČESKÝ ÚŘAD GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ. *Státní mapa 1:5000 – odvozená*. Český úřad geodetický a kartografický, 1988.
- [32] ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Praha: Vydavatelství norem. 1990. 19s.
- [33] ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Praha: Vydavatelství norem. 1990. 43s.
- [34] *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod*. Praha: ČÚZK. 2009. 59s.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

GNSS – globální navigační satelitní systém

Bpv – výškový systém Balt po vyrovnání

GPS – globální polohový systém

DMT – digitální model terénu

S-JTSK – souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální

RTK – Real Time Kinematic

PPBP – podrobné polohové bodové pole

GÚ – geodetické údaje

GLONASS – ruský globální družicový polohový systém

GALILEO – evropský globální družicový polohový systém

ČSN – česká státní norma

10. SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Dostupnost bodů PPBP

Tab. č. 2: Přibližné souřadnice bodů

11. SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Lokace přírodní lokality
- Obr. 2: Lokace přírodní lokality II
- Obr. 3: Ukázka mapy 1:5000
- Obr. 4: Městská část Obřany
- Obr. 5: Městský znak
- Obr. 6: Ukázka nivelační sestavy
- Obr. 7: Ukázka nivelačního pořadu
- Obr. 8: Ukázka při zaměření bodu
- Obr. 9: Ukázka zobrazení zemského povrchu při výpočtu kót
- Obr. 10: Ukázka mapy s kótami
- Obr. 11: Ukázka zobrazení technických šraf
- Obr. 12: Ukázka zobrazení vrstevnic
- Obr. 13: Zobrazení terénních tvarů
- Obr. 14: Svahový hřbet
- Obr. 15: Terénní stupně
- Obr. 16: Úžlabí
- Obr. 17: Zářez
- Obr. 18: Rýha
- Obr. 19: Nánosový suťový kužel
- Obr. 20: Údolí
- Obr. 21: Úžlabina
- Obr. 22: Topcon GPT-3003N
- Obr. 23: Nivelační přístroj Topcon AT-G4
- Obr. 24: Trimble R4
- Obr. 25: Označení pomocných měřických bodů
- Obr. 26: Označení pomocných měřických bodů
- Obr. 27: Ukázka software Groma 8
- Obr. 28: Ukázka grafické interpolace
- Obr. 29: Ukázka měření polohy bodu polární metodou

12. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Měřické náčrty (elektronické)
- Příloha č. 2: Klad měřických náčrtů (elektronické)
- Příloha č. 3: Přehledka měřické sítě (elektronické)
- Příloha č. 4: Geodetické údaje (elektronické)
- Příloha č. 5: Zápisníky měření (elektronické)
- Příloha č. 6: Výpočetní protokoly (elektronické)
- Příloha č. 7: Seznamy souřadnic (elektronické)
- Příloha č. 8: Účelová mapa (elektronické/tištěné)
- Příloha č. 9: Fotodokumentace (elektronické)

Tištěná příloha je volně vložena.