



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV GEODÉZIE**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEODESY

# TACHYMETRICKÉ ZAMĚŘENÍ LOKALITY U OSTROVA U MACOCHY

THE MAPPING SURVEY OF THE LOCALITY OSTROV U MACHOCHY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**EVA ČERVINKOVÁ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. MICHAL KURUC, Ph.D.**

BRNO 2016



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Eva Červinková
<b>Název</b>	Tachymetrické zaměření lokality u Ostrova u Macochy
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2015
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	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, Brno 2003

Fišer, Z., Vondrák, J.: Mapování I - studijní opory FAST VUT v Brně, Brno 2005

Fišer, Z., Podstavek, J., Vondrák, J.: Výuka v terénu II - studijní opory FAST VUT v Brně, Brno 2005

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK, Praha 2015

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

Norma ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky

## **Zásady pro vypracování**

V zadané lokalitě v Moravském krasu navrhnete, vybudujete a zaměříte síť měřických stanovisek. Uskutečnete měření potřebná pro vyhotovení polohopisného a výškopisného plánu lokality, použijte metodu tachymetrie. Zejména se zaměřte na zmapování krasových jevů v této lokalitě. Zpracujte měření s požadovanými přílohami a vyhotovte mapu lokality v závazném souřadnicovém a výškovém systému.

## **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. Michal Kuruc, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je polohopisné a výškopisné zaměření a vyhotovení mapy okolí jeskyně Balcarka v Moravském krasu se zaměřením na krasové útvary a vstupy do jeskyní.

Měření je připojeno do závazných referenčních systémů S-JTSK a Bpv. Výsledná mapa zájmové oblasti je vyhotovena v měřítku 1:500 ve 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410 a se seznamem souřadnic specifických bodů CHKO budou předány správě CHKO Moravský kras.

## **Klíčová slova**

Účelová mapa, polohopis, výškopis, vrstevnice, Moravský kras, jeskyně Balcarka, závrť

## **Abstract**

The aim of this work is topographic and altitudinal focus and make out maps Balcarka around the cave in the Moravian Karst focusing on karst formations and the entrances to the caves.

Measurement is connected to a mandatory reference systems S-JTSK and Bpv. The resulting map area of interest is made at a scale of 1: 500 3rd accuracy class according to CSN 01 3410 and a list of coordinates of specific points of CHKO will be handed management Moravian Karst.

## **Keywords**

Thematical map, topography, hypsography, contour line, Moravian Karst, Balcarka cave, sinkhole

## **Bibliografická citace VŠKP**

Eva Červinková *Tachymetrické zaměření lokality u Ostrova u Macochy*. Brno, 2016. 42 s., 3 přílohy. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Michal Kuruc, Ph.D.

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 24. 5. 2016

.....  
podpis autora  
Eva Červinková

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24.5.2016

.....  
podpis autora

Eva Červinková

**Poděkování:**

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalovi Kurucovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky, dále pak spolužákům, především Adéle Jendryščíkové, za jejich pomoc při práci v terénu. Na závěr bych ráda poděkovala své rodině za možnost studia a morální podporu.



## OBSAH:

1. ÚVOD.....	11
2. ZÁJMOVÁ OBLAST.....	12
2.1. MORAVSKÝ KRAS.....	12
2.2. JESKYNĚ BALCARKA.....	13
2.3. POPIS LOKALITY.....	14
3. POUŽITÉ GEODETICKÉ REFERENČNÍ SYSTÉMY .....	16
3.1. SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM JEDNOTNÉ TRIGONOMETRICKÉ SÍTĚ KATASTRÁLNÍ.....	16
3.2. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BALTSKÝ – PO VYROVNÁNÍ.....	16
4. TEORETICKÁ ČÁST.....	18
4.1. URČENÍ POLOHY BODU POMOCÍ GNSS.....	18
4.1.1. METODA RTK.....	18
4.2. MĚŘENÍ POLOHOPISU.....	19
4.2.1. POLÁRNÍ METODA.....	19
4.3. MĚŘENÍ VÝŠKOPISU.....	20
4.3.1. ELEKTRONICKÁ TACHYMETRIE.....	20
4.3.2. METODY ZOBRAZENÍ VÝŠKOPISU .....	21
5. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE.....	23
5.1. REKOGNOSKACE TERÉNU.....	23
5.2. VOLBA PŘÍSTROJŮ A POMŮCEK.....	23
5.2.1. GPS APARATURA.....	23
5.2.2. TOTÁLNÍ STANICE.....	24
6. MĚŘICKÉ PRÁCE.....	26
6.1. BUDOVÁNÍ POMOCNÉ MĚŘICKÉ SÍTĚ.....	26
6.1.1. STABILIZACE BODŮ.....	26
6.2. ZAMĚŘENÍ PODROBNÝCH BODŮ.....	27
6.2.1. MĚŘICKÝ NÁČRT.....	31
7. VÝPOČETNÍ PRÁCE.....	33
7.1. POLOHOVÉ A VÝŠKOVÉ URČENÍ POMOCNÝCH MĚŘICKÝCH BODŮ.....	33
7.2. VÝPOČET SOUŘADNIC PODROBNÝCH BODŮ.....	34
7.3. POSOUZENÍ PŘESNOSTI.....	34
7.3.1. TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI POLOHOPISU.....	34
7.3.2. TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI VÝŠKOPISU.....	36

8. GRAFICKÉ PRÁCE.....	37
8.1. KRESBA MAPY.....	37
9. ZÁVĚR.....	39
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	40
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	41
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK.....	42
SEZNAM PŘÍLOH.....	43

## 1. ÚVOD

Úkolem této bakalářské práce je vytvoření výškopisné a polohopisné mapy v měřítku 1:500 v závazném souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Téma této práce vzniklo na základě spolupráce Správy chráněné krajinné oblasti (dále jen CHKO) Moravského krasu a Ústavu geodézie.

V červnu roku 2014 proběhla rekognoskace mapovaného území s vedoucím práce a bylo vymezeno přesné území lokality. Dále jsem pokračovala v měřických pracích, kde jsem začala s budováním pomocné měřické sítě pomocí technologie globálního družicového polohového systému (dále jen GNSS). Tyto body byly připojené do závazného souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (dále jen S-JTSK) a závazného výškového systému Baltský po vyrovnání (dále jen Bpv). Tato síť byla v průběhu podrobného měření doplněna o tři body zaměřené metodou rajónu.

Na podzim 2014 jsem začala s podrobnými měřickými pracemi. Podrobné body byly zaměřeny tachymetricky a byly voleny tak, aby odpovídaly měřítku výsledné mapy.

Naměřená data byla zpracována ve 3. třídě přesnosti podle normy *ČSN 01 3410, Mapy velkých měřítek, základní a účelové mapy*. Na závěr byla vyhotovena mapa, dle normy *ČSN 01 3411, Mapy velkých měřítek, základní a účelové mapy-kreslení a značky*, která zobrazuje polohopisnou a výškopisnou situaci zájmového území.

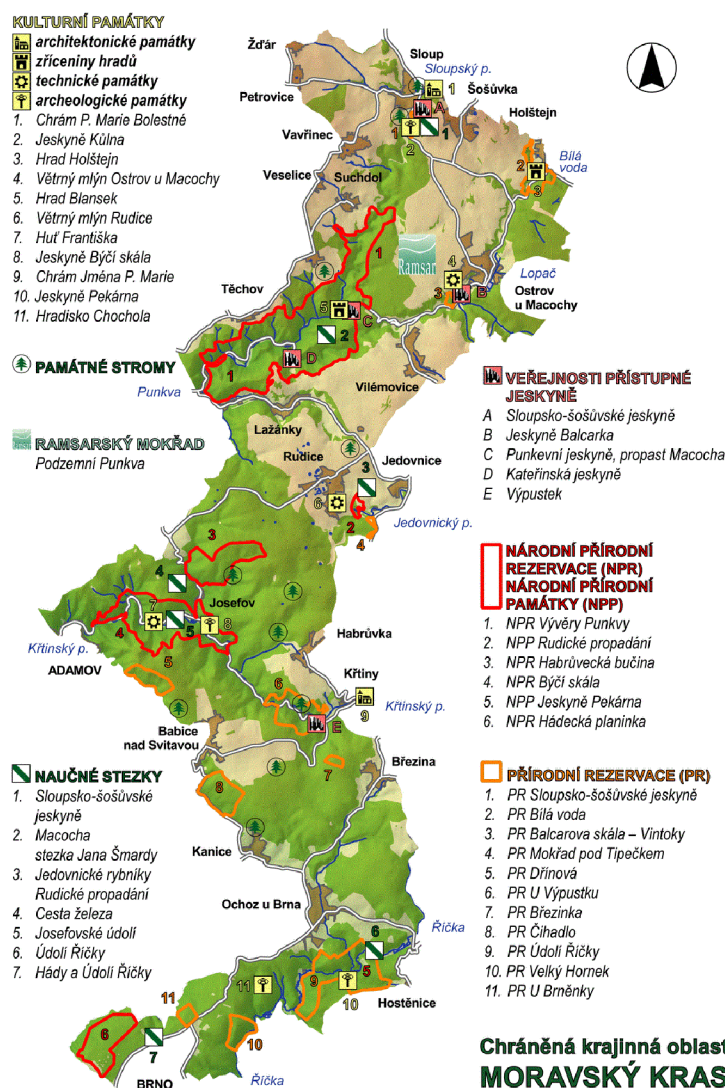
## 2. ZÁJMOVÁ OBLAST

### 2.1. MORAVSKÝ KRAS

Moravský kras je největší krasovou oblastí s nejširším spektrem krasových jevů v České republice (dále jen ČR). Patří i mezi nejvýznamnější krasové území ve střední Evropě. Rozloha, která se táhne od severního okraje Brna až k Sloupu a Holštejnu, z východu sevřena Drahanskou vrchovinou, ze západu obklopena posledními výběžky Českomoravské vrchoviny, prořata údolím řeky Svitavy zaujímá 92 km<sup>2</sup>. Na celé



Obrázek 1: Správa jeskyní ČR-  
Správa jeskyní Moravského krasu [2]



Obrázek 2: Přehledná mapa CHKO Moravský kras s vyznačením zvláště chráněných území [13]

ploše bylo objeveno více než 1100 jeskyní, z nichž je pět zpřístupněno pro veřejnost. Punkevní jeskyně s možností plavby na podzemní říčce Punkvě spojené s prohlídkou dna propasti Macocha, Kateřinská jeskyně, která je známa svými jedinečnými hůlkovými stalagmity, jeskyně Balcarka s bohatou a barevnou krápníkovou výzdobou, Sloupsko-šošůvské jeskyně, které jsou tvořené mohutnými chodbami a podzemními propastmi a jeskyně Výпустek, která je známa jako naleziště kostí pravěké zvěřiny.

Mezi nejvýznamnější nepřístupné jeskyně patří Amatérská jeskyně, která má nejdelší jeskynní systém v ČR

po propojení s Punkevními jeskyněmi, a to o délce 35,5 km. Druhým nejdelším systémem je Rudické propadání - Býčí skála o délce 12,3 km. Jeskyně Michálka sloužila za 2. světové války jako továrna pro výrobu součástek leteckých motorů. Dále také Ochozská jeskyně, která byla v roce 1975 zavřena pro veřejnost z důvodu častých záplav, Císařská jeskyně, která je v současné době využívána na speleoterapii.

Mimořádné bohatství a široká škála krasových jevů, stejně jako cenná fauna i flóra, jsou předmětem přísné ochrany. Již v roce 1956 bylo toto největší a nejlépe vyvinuté krasové území v ČR prohlášeno za chráněnou krajinnou oblast. Nejcennější lokality jsou navíc chráněny ve 14 přírodních rezervacích, ve kterých se vyskytují četné unikáty živé i neživé přírody - například pouze na dně propasti Macocha najdeme vzácnou kruhatku Matthioliho. Krasové podzemí je zimovištěm netopýrů, typických zástupců jeskynní fauny. [1]

## 2.2. JESKYNĚ BALCARKA

Jeskyně Balcarka leží v severní části Moravského krasu v malebném úseku Suchého žlebu u Ostrova u Macochy v přírodní rezervaci Balcarova skála - Vintoky na území chráněné krajinné oblasti Moravský kras. Je to labyrint chodeb, dómů a propastí, vytvořený ve třech výškových úrovních. Má bohatou, mnohotvárnou a barevnou krápníkovou výzdobu. Vstupní portál byl znám odnepaměti, a proto je také významnou paleontologickou a archeologickou lokalitou.



Obrázek 3: Správa jeskyní Moravského krasu - Jeskyně Balcarka [2]

Systém chodeb a dómů byl postupně objeven v letech 1923-1945. Celková délka dnes známých prostor dosahuje 1 150 metrů s výškovým rozpětím přes 40 m.

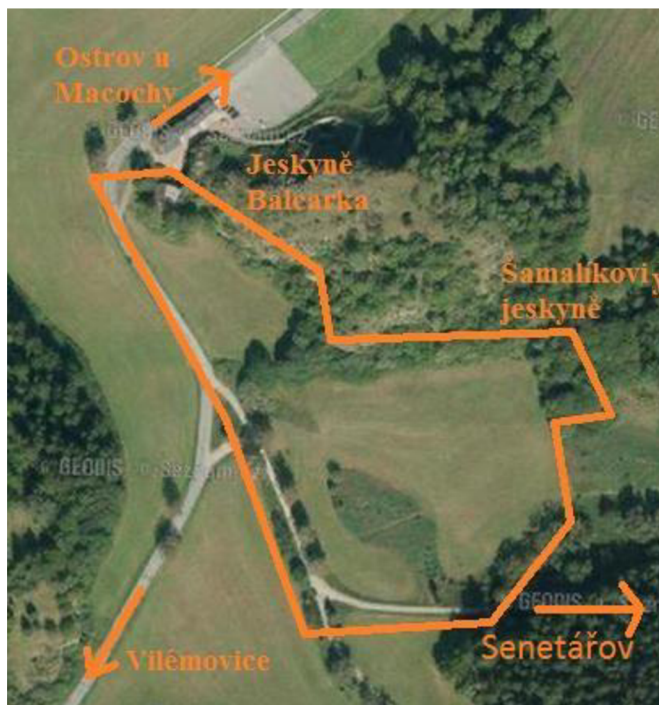
Někdy zhruba před 15 000 lety v ní sídlila početná skupina lidí, lovců sobů a koní z údobí magdalénienu. Zanechali po sobě několik ohnišť, větší počet pazourkových nástrojů i hrotů kopí, vyřezaných ze sobích parohů. Množství zvířecích kostí svědčí o tom, že byli úspěšnými lovci, kteří dokázali přežít v dosti drsných klimatických podmínkách vyznívání poslední doby ledové. [2]

## 2.3. POPIS LOKALITY

Zájmová oblast se nachází v přírodní rezervaci Balcarova skála - Vintoky a leží v severní části CHKO Moravský kras. Lokalita patří do katastrálního území Ostrov u Macochy.

Leží jižně od jeskyně Balcarka. Svoji plochou zaujímá cca 42 000 m<sup>2</sup>.

Mezi hlavní polohopisné prvky patří cesta procházející celou lokalitou, dále hranice ploch, vstupy do jeskyní a závrtů.



Obrázek 4: Vymezení zájmové lokality



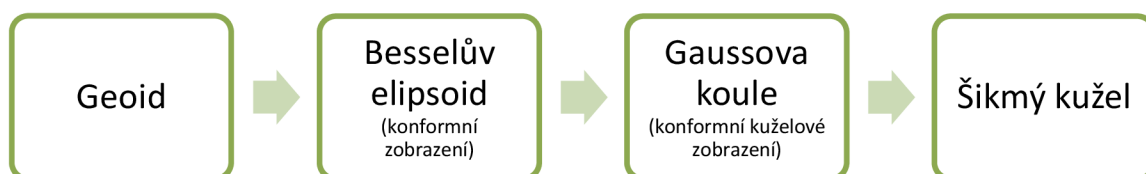
Obrázek 5: Pohled na část lokality směrem na obec Senetářov

### 3. POUŽITÉ GEODETICKÉ REFERENČNÍ SYSTÉMY

#### 3.1. SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM JEDNOTNÉ TRIGONOMETRICKÉ SÍTĚ KATASTRALNÍ

Závazný geodetický referenční systém S-JTSK je na území ČR definován dle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. v platném znění :

- a) Besselovým elipsoidem s parametry  $a_{(\text{hlavní poloosa})} = 6\,377\,397,15508$  m,  
 $b_{(\text{vedlejší poloosa})} = 6\,356\,078,96290$  m.
- b) Křovákovým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze



Obrázek 6: Křovákovo konformní kuželové zobrazení v obecné poloze

- c) Souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí

Počátkem pravouhlé rovinné soustavy byl zvolen obraz vrcholu kužele. Kladná osa X směřuje směrem k jihu, kladná osa Y, která je kolmá na X, směřuje k západu. Osa X je obrazem základního poledníku, ten je umístěn  $42^{\circ}32'$  východně od poledníku Ferro. Pro souřadnice kteréhokoliv bodu v ČR platí, že vždy bude X-ová souřadnice větší, než souřadnice Y-ová. [3]

#### 3.2. VÝŠKOVÝ SYSTÉM BALTSKÝ – PO VYROVNÁNÍ

Od roku 2000 je na území jediný používaný závazný výškový systém Bpv. Je definován výškovým bodem, kterým je nula stupnice vodočtu na břehu Baltského moře

v Kronštadtu nedaleko Petrohradu a souborem normálních výšek, které jsou odvozené aproximací metodou M. S. Moloděnského.

Výškové bodové pole tvoří Česká státní nivelační síť (následník bývalé Československé jednotné nivelační sítě). Výchozí nivelační bod české sítě je bod Lišov, který má v tomto systému nadmořskou výšku 564,760 m.



## 4. TEORETICKÁ ČÁST

Jako polohopis označujeme soubor bodových, liniových a plošných mapových znaků, které v mapě vyjadřují průmět bodových, liniových a plošných objektů a jevů do roviny mapy prostřednictvím kartografických zobrazení. [4]

Výškopisem se rozumí obraz terénního reliéfu na mapě. Toto zobrazení může být vyjádřeno vrstevnicemi, výškovými body s kótami, výškopisnými značkami a dalšími prostorově působícími způsoby znázornění terénu, např. stínováním. [3]

### 4.1. URČENÍ POLOHY BODU POMOCÍ GNSS

Globální navigační satelitní systém byl vyvinut za účelem navigace a určení polohy kdekoli na zemském povrchu. V principu se jedná o pasivní dálkoměrné systémy. [7]

Družice vysílají speciální kódový signál obsahující informace o své poloze a čase vysílání zprávy. Výpočet polohy vychází ze znalosti rychlosti šíření družicového signálu a rozdílu času mezi vysláním a příjmem signálu.

Pro určení prostorové polohy bodu je třeba přijímat signál nejméně ze 4 družic. Ze tří družic signál slouží k určení prostorové polohy bodu a signál ze čtvrté družice slouží k určení oprav hodin přijímače. Čím více signálů z družic je přijímáno, tím bude výsledek spolehlivější.

#### 4.1.1. METODA RTK

RTK neboli Real Time Kinematic poskytuje určení polohy v reálném čase. V základní konfiguraci se měřicí sestava skládá z přijímače po dobu měření umístěného na bodě o známých souřadnicích a z přijímače, který se pohybuje po určovaných bodech. Mezi

těmito přijímači musí být permanentní datové spojení realizované např. trvalým připojením na internet prostřednictvím GSM (Groupe Spécial Mobile).

V ČR lze využít tři sítě, které jsou použitelné na celém území ČR, které za poplatek poskytují data svým registrovaným uživatelům, a to CZEPOS (ČÚZK), Trimble VRS NOW (trimble) a TOPnet (Topcon).

Přesnost metody 25-50 mm.

Metodou RTK byly určeny body pomocné měřické sítě, což umožnilo přímé připojení do souřadnicového systému S-JTSK a výškového systému Bpv. Všechny tyto body byly dvakrát nezávisle zaměřeny za dodržení podmínky dostatečně odlišné konstalaci družic.

Výsledné souřadnice pomocných měřických bodů byly porovnány a vypočteny jako aritmetický průměr dvou opakovaných měření.

## 4.2. MĚŘENÍ POLOHOPISU

Polohopis je obraz předmětů šetření a měření na mapě prezentující jejich polohu, rozměr a tvar bez závislosti na terénním reliéfu; je to soubor zobrazených bodů, čar a mapových značek na mapě. [8]

Mezi nejčastější metodu měření polohopisu patří polární metoda, dále lze také použít doplňující metody měření, mezi které patří ortogonální metoda, metoda konstrukčních oměrných a metoda protínání z délek nebo směrů.

Před vlastním zaměřením objektů, je třeba provést jejich výběr a vyšetření (zjištění potřebných údajů). Zaměřené body se zobrazí jako spojnice významných podrobných bodů polohopisu, které charakterizují geometrické a polohové určení objektu.

### 4.2.1. POLÁRNÍ METODA

Polární metodou určujeme polohu bodu pomocí polárních souřadnic, tedy vodorovného úhlu mezi orientačním směrem a určovaným bodem a délky, která je měřena od stanoviska k určovanému bodu.

Na stanovisku orientujeme vždy alespoň na dva dané body. Nejméně na jeden z těchto bodů musíme měřit i vzdálenost. Pokud nelze zaměřit více jak jeden orientační směr, musíme orientaci ověřit na kontrolně zaměřeném bodě z jiného stanoviska.

Vzdálenost určovaného bodu nesmí přesáhnout délku spojnice stanoviska s nejbližším orientačním bodem o více jak jednu polovinu.

Může nastat i situace, kdy není zajištěna viditelnost mezi daným a určovaným bodem, takový bod můžeme změřit pomocí tzv. polární kolmice. Kolmice nesmí být delší než polovina délky od stanoviska k patě kolmice a její maximální přípustná délka je 30 m.

### 4.3. MĚŘENÍ VÝŠKOPISU

Výškopis je grafické znázornění zemského povrchu na mapě vrstevnicemi (číselné vyjádření výšek terénu), výškovými kótami (čáry spojující na topografické ploše body o stejné nadmořské výšce) a technickými šrafami (vyjádření úzkých a protáhlých přírodních či umělých terénních tvarů vymezených hranou) popřípadě jiným prostorově znatelným způsobem, např. výškopisnými značkami nebo stínováním.

Metody vyjadřující výškopis se vhodně kombinují. V intravilánu se používají převážně výškové kóty a v extravilánu vrstevnice. Technické šrafy se používají jako doplněk v místech náhlé změny terénu.

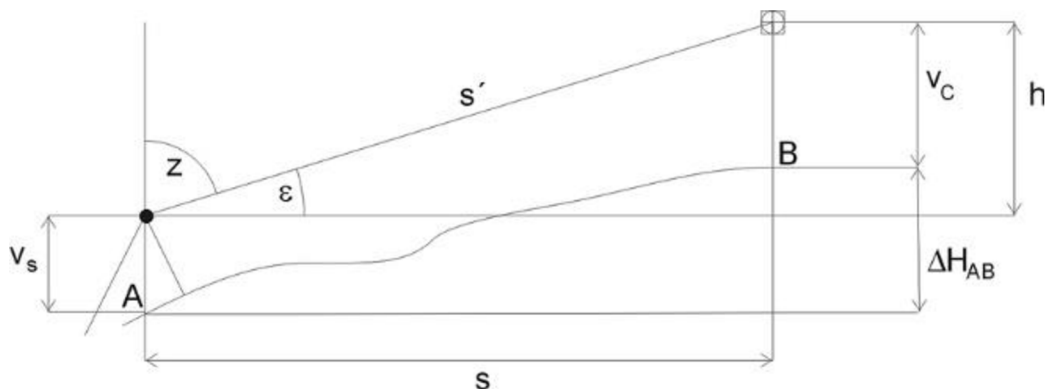
#### 4.3.1. ELEKTRONICKÁ TACHYMETRIE

Tachymetrie je měřicí metoda určená pro prostorové zaměřování zemského povrchu, který nazýváme terénní reliéf. V doslovném překladu lze tachymetrii přeložit jako „rychlé měření“. Metoda je založená na současném měření polohopisné i výškopisné složky. Z výsledků tachymetrického měření se vytvářejí polohopisné a výškopisné plány. [8]

Záznamem měření na stanovisku se získávají prvky pro určení polohy a výšky podrobného bodu – šikmá délka ( $s'$ ), vodorovný úhel ( $\phi$ ) a zenitový nebo výškový úhel ( $z$ ).

Způsob, jakým jsou určovány výšky bodů, se nazývá trigonometrická metoda.

Pro výpočet výšky platí vztah:  $H_B = H_A + v_s + s' \cdot \cotgz - v_c$ .



Obrázek 7: Schéma určení trigonometrické výšky bodu [12]

#### 4.3.2. METODY ZOBRAZENÍ VÝŠKOPISU NA MAPĚ

Jako výškopis označujeme prvky, které vyjadřují výškové poměry zobrazovaného území. Výškopis znázorněný vrstevnicemi je zpravidla jen na mapách velkého a středního měřítká.

Pro zobrazení výškopisu v mapě se používá několik způsobů a to: bodové, liniové nebo plošné značky, případně i jejich kombinace. Kóty, jsou číselný údaj u výškové značky, které patří mezi značky bodové, v případě vrstevnic a technických šraf hovoříme o značkách liniových. Plošné značky jsou takové, které pokrývají víceméně souvisle celou plochu mapy. Jako příklady lze uvést stínování, tónování, barevnou stupnici nebo sklonové šrafy.

**Výškové kóty** – Kóty, neboli číselné vyjádření výšek terénu, zachycují reliéf terénu nejpřesněji ze všech ostatních metod. Výškové kóty získáváme přímo jako výsledek měření. Přesnost nezávisí na měřítku mapy, ale na použité metodě při jejich zjišťování. Metoda má však nevýhodu, sama o sobě nenavodí plastický dojem.

**Vrstevnice** – Patří mezi nejpoužívanější metodu znázornění výškopisu. Jsou to izoliny na topografické ploše spojující stejné místa nadmořské výšky. Jsou to průniky topografické plochy se soustavou hladinových ploch vedených v určitých výškových intervalech. V kombinaci s výškovými kótami dávají vrstevnice geometricky nejpřesnější vyjádření reliéfu terénu. [3]

Vrstevnice v mapě jsou kresleny na základě interpolace mezi výškovými kótami terénu. Rozdíl mezi dvěma výškami sousedních vrstevnic se označuje jako interval vrstevnic a jeho volba rozhoduje zásadním způsobem o celkové kvalitě znázornění terénu.

Pro mapy vyhotovené v měřítku 1:5000 a větším je jako nejvhodnější interval stanoven 1 m. Rozlišujeme vrstevnice základní, zdůrazněné, kterými bývá většinou každá pátá vrstevnice, pomocné a doplňkové, které se používají v polovičním nebo čtvrtinovém intervalu.

Vrstevnice se nekreslí mezi hranicemi vodní hladiny, ve skalách a přes šrafované plochy. V mapě měřítka 1:2000 a většího se nekreslí v ploše stavebních objektů.

**Technické šrafy** – Slouží k vyjádření úzkých a protáhlých přírodních a umělých terénních útvarů vymezených hranou. Jsou kresleny ve směru spádu tak, že se pravidelně střídají krátké a delší čárky.

## 5. PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

Před zahájením měřických prací bylo nutné si připravit potřebné informace a materiály, jako přesné vymezení lokality na ortofotomapě, pokyny pro tvorbu účelové mapy, tabulku atributů a především datové soubory programu Microstation (zakládací výkres, knihovnu buněk, knihovnu uživatelských čar).

Rozsah bakalářské práce byl definován v zadání.

### 5.1. REKOGNOSKACE TERÉNU

Před započítím vlastního měření byla provedena rekognoskace zájmového území, kde jsem se seznámila s přesnou polohou lokality, rozsahem území a členitostí terénu.

Bodové pole v okolí lokality nebylo pro potřeby vybudování měřické sítě dostačující, proto bylo doplněno o pomocné body zaměřené technologií GNSS.

Následné měřické práce probíhaly v různých etapách, v závislosti na klimatických podmínkách daného ročního období.

### 5.2. VOLBA PŘÍSTROJŮ A POMŮCEK

Měřické přístroje a pomůcky byly vybírány na základě požadavků na 3. třídu přesnosti, kde bylo potřeba vybrat přístroje pro tachymetrické měření a měření GNSS.

Použité pomůcky:

- Přijímač GNSS-RTK Trimble R4 + tyč
- Totální stanice Topcon GPT-3003N
- Stativ Leica duralový
- Hranol Topcon + tyč
- Svinovací metr (2 m)

#### 5.2.1. GPS APARATURA

Pro určení bodů pomocné měřické sítě jsem využila metodu GNSS (tzn. Global Navigation Satellite System) neboli globální družicový polohový systém.

Pro práci byla použita GPS aparatura Trimble R4, která umožňuje rychlé spolehlivé a přesné měření. Skládá se z integrovaného GNSS přijímače, antény, radio modemu a vyměnitelné baterie, která vydrží až 11 hodin nepřerušené práci v terénu.



Obrázek 8: GPS aparatura Trimble R4 [5]

### 5.2.2. TOTÁLNÍ STANICE

Pro měření podrobných bodů byla použita totální stanice s možností hranolového i bezhranolového módu při měření TOPCON GPT-3003N s registrací měřených hodnot vodorovných směrů, zenitových úhlů a vodorovných či šikmých vzdáleností. Před vlastním měřením byly v totální stanici nastaveny atmosférické korekce (a to prostřednictvím teploty vzduchu a tlaku), konstanta použitého hranolu a měřítkový faktor, který byl zvolen 1 (proto, aby totální stanice nezaváděla korekce matematické). Při měření totální stanicí byly použity následující pomůcky: stativ, odrazný hranol TOPCON s tyčí a svinovací metr (2 m).

Tabulka 1: Parametry totální stanice [11]

Parametry totální stanice	
Dalekohled	
Zvětšení	30 x
Min. zaostření	1,3 m
Měření délek	
Bez hranolu	1,2-250 m
přesnost do 25 m	±10 mm
nad 25 m	±5 mm + 2 ppm
S hranolem	3000 m
přesnost	± (3 mm + 2 ppm x D)
Měření úhlů	
Metoda	absolutní čtení
Přesnost	3"
Další parametry	
Data	24 000 bodů
Leaserová olovnice	ANO



Obrázek 9: Totální stanice TOPCON GPT-3003N



## 6. MĚŘICKÉ PRÁCE

Po rekognoskaci a stabilizaci následovalo samotné zaměření práce. To probíhalo především v zimních měsících.

Měření bylo uskutečněno během osmi dní. První měření proběhlo 18. 10. 2014, kdy byly zaměřeny pomocné body měřické sítě. V následujících dnech (18. 10. 2014 – 16. 3. 2015) probíhalo zaměřování podrobných bodů, kde byla následně vypočtena poloha a výška pro vyhotovení mapy.

### 6.1. BUDOVÁNÍ POMOCNÉ MĚŘICKÉ SÍTĚ

Měřická síť tvoří základ pro každé geodetické měření. Volba pomocných bodů závisí na rozsahu členitosti zaměřované oblasti a volbě měřické metody.

Celkem bylo zaměřeno 10 pomocných měřických bodů (716065000014001 – 716065000014010) metodou RTK, z důvodů malého počtu bodů polohového bodového pole v okolí lokality. Body byly stabilizovány dřevěnými kolíky, jeden hřebem.

Pomocné měřické body byly dvakrát nezávisle na sobě zaměřeny, tedy s odstupem minimálně jedné hodiny.

Průběžně tyto body byly ještě doplněny o 3 body (716065000014011 – 716065000014013) které byly určeny metodou rajónu.

#### 6.1.1. STABILIZACE BODŮ

Stabilizace pomocných bodů byla provedena dočasným způsobem, konkrétně dřevěným kolíkem o rozměrech 2,5x2,5x50 cm se značkou na hlavě. Kolíky byly zatlučeny cca 5 cm nad terén, aby nedošlo k nechtěnému poškození.

## 6.2. ZAMĚŘENÍ PODROBNÝCH BODŮ

Podrobné body byly postupně zaměřeny ze stanovisek totální stanicí Topcon GPT-3003N metodou elektronické tachymetrie ve 3.třídě přesnosti. Zároveň s měřením byl vytvářen měřický náčrt, podle kterého byla vyhotovena následná mapa.

Hustota podrobných bodů byla volena vzhledem k vyhotovované mapě v měřítku 1:500. V kresbě tedy 2-3 cm, což ve skutečnosti odpovídá 10-15 m.

Celkem bylo zaměřeno 994 bodů v třetí třídě přesnosti podle ČSN 01 3410, z nichž je 103 kontrolních.

Před začátek měření byla vždy zhorizontována a zcentrována totální stanice, která byla umístěna na stativu. Byla změřena výška přístroje a zaměřeny orientace na pomocné body měřické sítě, a to ve dvou polohách dalekohledu z důvodu eliminace kolimační a úklonné chyby přístroje.

Na orientacích byla vždy pečlivě provedena horizontace výtyčky s hranolem. Po zaměření všech dostupných orientací následovalo zaměření podrobných bodů polární metodou. Snažila jsem se co nejlépe vystihovat průběh terénu, a to zejména u tvarů, které narušovaly hladký průběh povrchu, jako jsou hrany svahů, paty svahů, prohlubně, závrtky a jiné. Obecné křivky bylo třeba generalizovat a realizovat je jednotlivými úsečkami, ale maximální odchylka průběhu křivky od přímé spojnice zaměřených bodů by neměla překročit 0,1 m.

Mezi ostatní měřické práce patřilo měření pásmem při měření kontrolních oměrných délek na stranách objektů.



*Obrázek 11: Závrť č.1 (na louce)*



*Obrázek 10: Závrť č.2 pohled A*



*Obrázek 13: Závrt č.2 pohled B*



*Obrázek 12: Boční vstup do jeskyně Balcarka*



*Obrázek 14: Vstup do Šamalikovy jeskyně ( les )*

### 6.2.1. MĚŘICKÝ NÁČRT

Pro přehledné zpracování naměřených dat je důležité vedení měřického náčrtu. Jde o záznam nutných informací o zaměřovaném území.

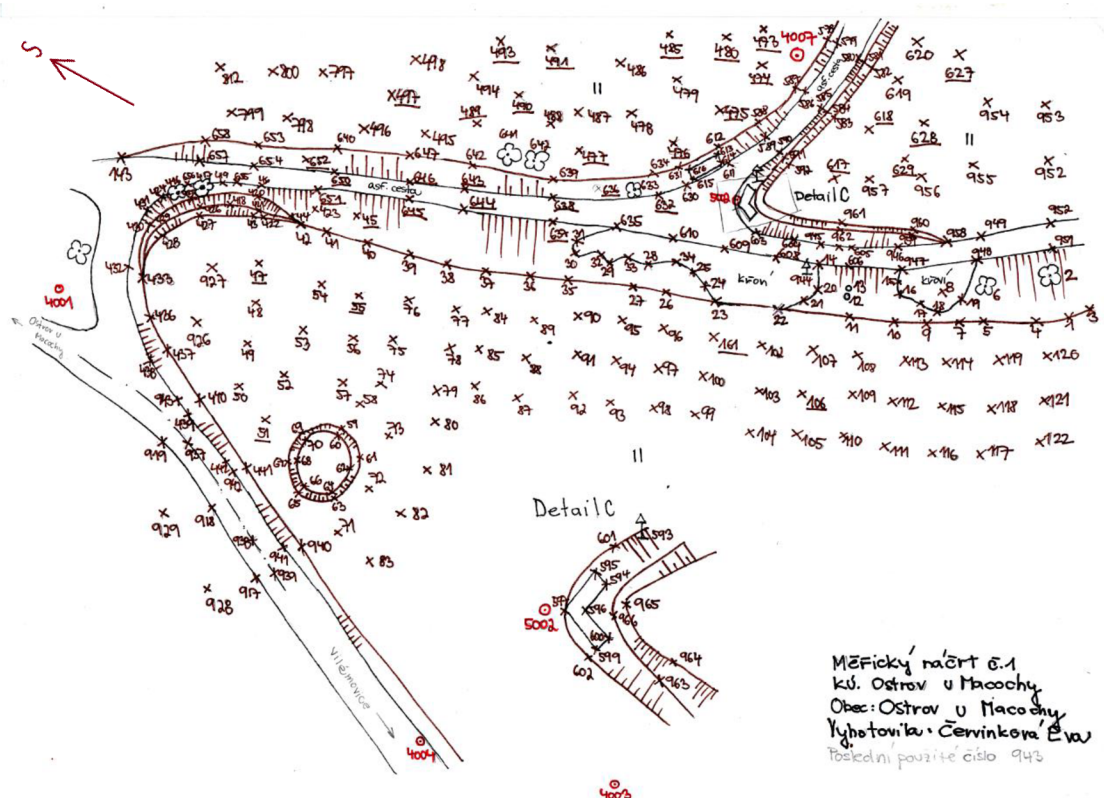
Terén nelze vždy na mapě vyjádřit do všech podrobností, proto je nutno přistoupit ke generalizaci terénu, tedy vypuštění nepodstatných podrobností, které v daném měřítku nemá smysl zaměřovat.

Obsahem měřického náčrtu je síť pomocných a podrobných bodů, ty jsou zakreslovány křížkem a jsou průběžně číslovány. Terénní tvary znázorňujeme pomocí čar terénní kostry či šrafami.

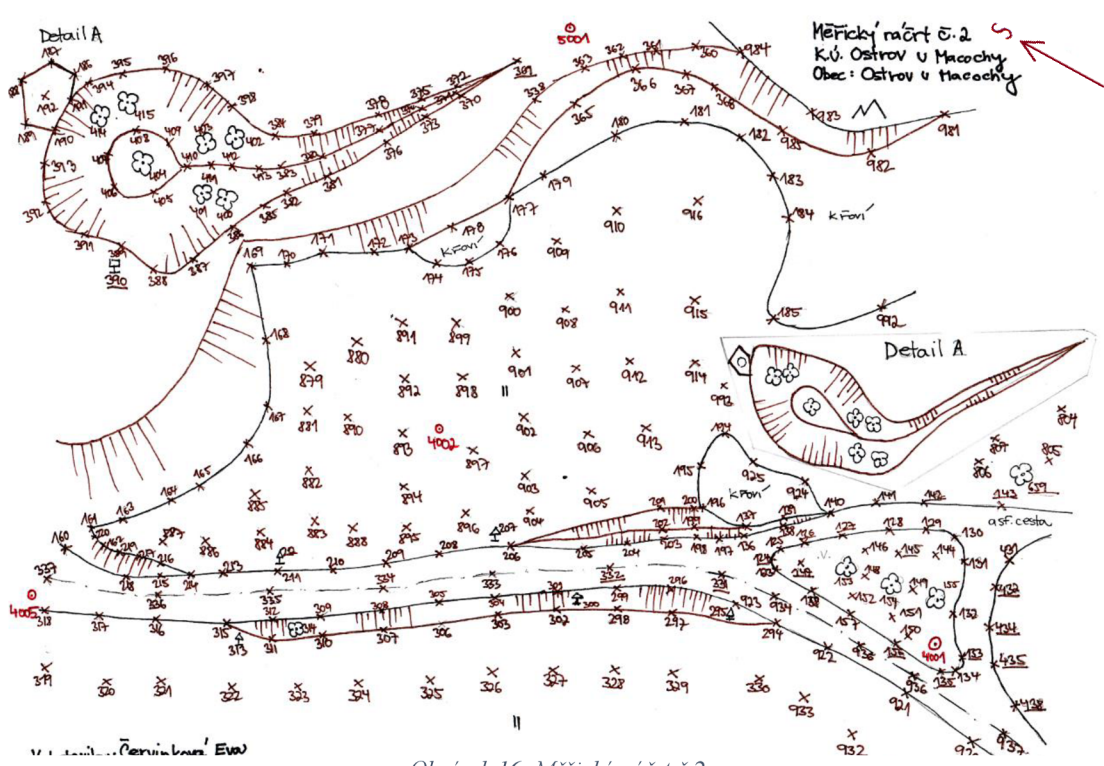
Nutná je průběžná kontrola naměřených dat a náčrtu, aby nedošlo ke zbytečným nesouvislostem.

Náležitosti měřického náčrtu jsou: číslo náčrtu, čísla sousedních náčrtů, orientace k severu, bodové pole, poslední použité číslo bodu, čáry terénní kostry, oměrné míry, vyhotovil a datum měření.

Po skončení měřických prací se provede závěrečná úprava (adjustace) měřických náčrtů spočívající ve zdůraznění prvků obsahu příslušnou barvou a v doplnění zbývajících popisných údajů, které nebyly dostatečně zaznamenány při měření.



Obrázek 15: Měřický náčrt č.1



Obrázek 16: Měřický náčrt č.2

## 7. VÝPOČETNÍ PRÁCE

Nejprve byla stažena data z paměti totální stanice, získané v terénu, za pomoci programu GEOMAN, kde byly zavedeny i korekce délek a kartografického zobrazení a z nadmořské výšky. Pro určení hodnoty tohoto koeficientu byly použity souřadnice bodu 716065000014001.

Výpočetní práce byly realizované elektronicky v programech Groma, Microsoft Excel a Atlas DMT. Před samostatným započítáním výpočtů bylo třeba zkontrolovat a případně nastavit funkce výpočetního programu (korekce, přesnosti a další).

Souřadnice byly počítány v S-JTSK a výšky v systému Bpv.

### 7.1. POLOHOVÉ A VÝŠKOVÉ URČENÍ POMOCNÝCH MĚŘICKÝCH BODŮ

Měřené pomocné body zaměřené metodou RTK, neboli určování měřených bodů v reálném čase, bylo provedeno dvakrát nezávisle na sobě při nezávislém postavení družic, výsledkem jsou průměrné hodnoty souřadnic. Pro výpočet polohy a výšky bodů bylo využito služeb společnosti CZEPOS RTK-VRS. Souřadnice polohy a výšky bodů byly zprůměrovány a byly dále používány při dalších výpočtech.

Tabulka 2: Souřadnice a výšky pomocných měřických bodů

ČÍSLO BODU	Y[m]	X[m]	H[m]
716065000014001	585237.11	1141988.20	443.57
716065000014002	585238.92	1141904.99	445.17
716065000014003	585291.52	1142126.02	442.80
716065000014004	585286.55	1142067.38	442.88
716065000014005	585281.85	1141856.44	445.30
716065000014006	585329.42	1142077.20	456.00
716065000014007	585161.28	1142079.04	448.02
716065000014008	585144.38	1141983.66	446.78
716065000014009	585349.77	1142149.08	443.40
716065000014010	585125.20	1141968.24	449.24



Body, které byly určeny metodou rajónu, byly určovány současně s podrobnými body. Kde souřadnice polohy a výšky byly vypočítané v programu Groma pomocí polární metody dávkou.

## 7.2. VÝPOČET SOUŘADNIC PODROBNÝCH BODŮ

Nejdříve bylo třeba sjednotit zápisníky z jednotlivých etap měření. Upravené zápisníky byly importovány současně se seznamem souřadnic a výšek pomocných bodů do programu Groma.

Souřadnice podrobných bodů byly určeny pomocí funkce polární metoda dávkou. Vypočtené souřadnice podrobných bodů byly uloženy ve formátu textového souboru obsahující souřadnice Y,X (S-JTSK) a nadmořské výšky (Bpv). V průběhu výpočtu byly vyhodnocované souřadnicové rozdíly na kontrolních bodech, které byly dále testované pro ověření správnosti měřického procesu.

Protokol o výpočtu je přiložený v příloze 03\_2.

## 7.3. POSOUZENÍ PŘESNOSTI

Při testování přesnosti bylo ověřováno, zda dosažené výsledky vyhovují kritériím přesnosti stanovených pro 3. třídu přesnosti podle ČSN 10 3410. Kontrolní body byly voleny tak, aby byly rovnoměrně rozmístěny po celé lokalitě. Rozsah testovaného souboru byl 103 bodů. Body musely splnit podmínku, aby byly jednoznačně identifikovatelné a tvořili reprezentativní výběr.

Tabulka 3: Hodnoty 3. třídy přesnosti podle ČSN 10 3410

TŘÍDA PŘESNOSTI	$u_{x,y}$ [m]	$u_h$ [m]	$u_v$ [m]
3	0,14	0,12	0,50

Testovaný soubor splnil požadavky, které byly kladené normou ČSN 01 3410. Charakteristiky přesnosti souboru byly vypočítány v programu Microsoft Excel.

### 7.3.1. TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI POLOHOPISU

Dosažená požadovaná přesnost určená dvojicí souřadnic podrobných bodů polohopisu byla ověřena nezávislým kontrolním měřením a výpočtem souřadnic podrobných bodů. Dále byly porovnány s výslednými souřadnicemi (určené prvním měřením).

Body byly učeny v obou případech stejnou metodou. Po otestování souřadnic byly výsledné souřadnice určeny jako aritmetický průměr. Tímto způsobem byla ověřena rovněž homogenita měření.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední souřadnicové chyby  $s_{x,y}$ :

$$s_{x,y} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot (s_x^2 + s_y^2)}$$

Střední výběrové chyby souřadnic se určí ze vztahů:

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2} \quad s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2}$$

Kde N je počet kontrolních bodů, k=2 se volí v případě, že mají oba způsoby určení bodu stejnou přesnost.

Přesnost určení souřadnic se považují za vyhovující, když:

1. Polohové odchylky  $\Delta p$  vyhovují kritériu  $|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{x,y}$ , přičemž  $\Delta p$  se vypočítá ze vztahu  $\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$
2. Výběrová střední souřadnicová chyba  $s_{x,y}$  vyhovuje kritériu  $s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y}$ , kde  $\omega_{2N} = 1,05$  (závisí na počtu kontrolních bodů).

Z celkového souboru 103 kontrolních bodů nedošlo k překročení stanoveného kritéria. Výsledky polohopisu tedy považujeme za vyhovující v dané 3. třídě přesnosti.

Tabulka 4: Ukázka tabulky pro testování přesnosti souřadnic

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	Y <sub>IB</sub> [m]	X <sub>IB</sub> [m]	ΔY [m]	ΔX [m]	Δp [m]	\Delta p  \le 1,7 \cdot u_{xy}
45	585211,91	1142013,76	585211,87	1142013,78	-0,042	-0,023	0,048	VYHOVUJE
47	585222,51	1142014,32	585222,53	1142014,34	0,016	-0,025	0,030	VYHOVUJE
51	585244,54	1142024,53	585244,56	1142024,49	0,025	0,040	0,047	VYHOVUJE
55	585221,36	1142030,20	585221,40	1142030,20	0,037	0,004	0,037	VYHOVUJE
101	585206,08	1142083,40	585206,08	1142083,41	0,002	-0,012	0,012	VYHOVUJE
106	585209,55	1142099,16	585209,58	1142099,16	0,027	-0,005	0,027	VYHOVUJE
124	585235,46	1141959,61	585235,46	1141959,59	0,003	0,023	0,023	VYHOVUJE
126	585230,79	1141964,40	585230,77	1141964,43	-0,016	-0,032	0,036	VYHOVUJE

### 7.3.2. TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI VÝŠKOPISU

Přesnost měření výškopisu byla testována stejným způsobem jako testování přesnosti určení polohopisu a to na základě porovnání výšek bodů, které byly určeny nezávislým kontrolním měřením s výškami prvního určení bodu.

Po otestování výšek, byla výsledná výška určena aritmetickým průměrem. Pro každý bod byl vypočítán výškový rozdíl podle vzorce  $\Delta H = H - H_{IB}$ , kde H značí první určení a  $H_{IB}$  je kontrolní určení podrobného bodu.

Z těchto bodů byla zjištěná výběrová střední výšková chyba  $s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2}$ , kde N je počet kontrolních bodů, k=2 se volí v případě, když mají obě určení bodu stejnou přesnost.

Přesnost určených výšek se předpokládá za vyhovující, když:

Výškové odchylky  $\Delta H$  vyhovují kritériu  $|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k}$

Výběrová střední výšková chyba  $s_H$  vyhovuje kritériu  $s_H \leq 3 \cdot \omega_N \cdot u_H$ , kde  $u_H = 0,12$  m pro 3. třídu přesnosti,  $\omega_N = 1,1$ .

Testované kontrolné body byly stabilizované na zpevněném i nezpevněném povrchu. Výšky byly testované podle kritéria ČSN 01 3410 pro zpevněný povrch (kritéria daná hodnotou  $u_H = 0,12$ m), které je přesnější. Ze 103 kontrolních bodů žádný nepřekročil toto kritérium. Proto výsledky výškopisu považují za vyhovující, jelikož vyhověly podmínkám 3. třídy přesnosti.

Tabulka 5: Ukázka tabulky pro testování přesnosti výšek

Číslo bodu	H [m]	$H_{IB}$ [m]	$\Delta H$ [m]	$ \Delta H  \leq 2 \cdot u_H \cdot k^{1/2}$
45	445,13	445,09	0,04	vyhovuje
47	444,38	444,42	-0,04	vyhovuje
51	443,64	443,60	0,04	vyhovuje
55	444,57	444,65	-0,08	vyhovuje
101	447,20	447,18	0,02	vyhovuje
106	447,55	447,63	-0,08	vyhovuje
124	443,71	443,70	0,01	vyhovuje
126	443,60	443,58	0,02	vyhovuje
127	443,75	443,72	0,03	vyhovuje
133	443,47	443,46	0,01	vyhovuje

## 8. GRAFICKÉ PRÁCE

Grafické práce představují finální podobu při tvorbě polohopisné a výškopisné mapy. Data, jak naměřená, tak vypočtená, bylo potřeba dále zpracovat pro jasné grafické znázornění a to pomocí geodetických programů. Mapa byla zpracována na základě geodetického zaměření ve 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410 MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK ZÁKLADNÍ A ÚČELOVÉ MAPY. Pro zpracování polohopisné a výškopisné mapy byl využit program MicroStation PowerDraft s nadstavbou MGEO (geodetický software s mnohostranným využitím v oblasti tvorby geografických dat, zaměřen na tvorbu a údržbu účelových map velkých měřítek, zpracování technické dokumentace, tvorbu územních plánů aj).

Nástavba MGEO doplňuje základní grafické prostředí MicroStationu o rozsáhlý soubor nástrojů umožňující jednoduchou a přehlednou práci s naměřenými daty a následnou grafickou tvorbou dle ČSN 01 3411 MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK. KRESLENÍ A ZNAČKY.

### 8.1. KRESBA MAPY

Na začátku byl založený výkres na základě podkladového výkresu v systému S-JTSK 2D. Výstupem programu je soubor ve formátu \*.dgn.

Před začátkem kreslení bylo potřeba nastavit zadané atributy. Poté byly pomocí aplikace Groma naimportované pravoúhlé souřadnice a redukované výšky podrobných bodů.

Kresba byla konstruována pomocí měřických náčrtů vyhotovovaných v terénu. Jednotlivé prvky polohopisu byly zařazené do vrstev podle zadaných atributů. Dále byla spojována polohopisná kresba, do které byly doplněny mapové značky a popisy povrchů, názvy jeskyní, potoka a komunikací.

Výkres musí obsahovat:

POPISOVÉ POLE – Nachází se z pravidla v pravém dolním rohu ve vzdálenosti

5 mm od okraje papíru. Obsahuje informace o názvu, měřítku, souřadnicovém a výškovém systému, datum zpracování, název katastrálního území, formát, kdo mapu měřil, kreslil a kontroloval.

**FORMÁT** – Formát bývá přizpůsoben obsahu a velikosti mapy. Ve většině případů se používají standardní formáty (A0, A1, A2 a další). Je však možné použít i libovolný rozměr, který vyhovuje přehlednosti a souvislému zobrazení zájmového území. Výkres je však nutné složit na formát A4, tak aby popisové pole a další informace byly viditelné.

**LEGENDA** – Slouží pro vysvětlení všech použitých značek, symbolů a čar. Bývá umístěna ve volném prostoru výkresu.

**SMĚROVÁ RŮŽICE** – Zobrazující orientaci mapy k severu. Je kreslena v měřítku.

**HEKTOMETRICKÁ SÍŤ** – Pravidelná soustava křížků, ve výkresu zakreslena po vzdálenosti 10 m (50 m ve skutečnosti). Slouží k měření vzdáleností a přibližnou představu o souřadnici bodu v rámci sítě. Ve výkresu je nutné popsat minimálně dva křížky.

**POLOHOPIS** – Znázornění cest, chodníků, hranic ploch, budov a zájmové objekty jako jsou sloupy, značky dopravní či místní aj.

**VÝŠKOPIS** – Znázorněn kótami, vrstevnicemi a technickými šrafami. Vykreslen hnědou barvou.

**POPIS** – Doplnující informace o budovách objektech či jiných prvcích polohopisu či výškopisu, jenž není možné vyčíst z kartografického znázornění.

Konstrukce vrstevnic byla provedena v programu Atlas, poté následoval import do nového výkresu \*.dgn programu MicroStation. Výsledné vrstevnice pro měřítko 1:500 byly vypočítané v rozestupu 1 m pro základní vrstevnice a 5 m pro vrstevnice zdůrazněné.

## 9. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá vyhotovením polohopisné a výškopisné mapy, která má znázornit situaci v krasové oblasti v okolí jeskyně Balcarky. V práci jsou rozebrány teoretické základy, které souvisí s problematikou a realizační etapy výsledné mapy.

Práce začala vyhledáváním využitelných podkladů a následovala rekognoskace v terénu. Následovalo vybudování pomocné měřické sítě technologií GNSS. V průběhu měření byly body pomocné měřické sítě ještě zhuštěny pomocí metody rajónu. Měření podrobných bodů bylo realizováno elektronickou tachymetrií.

Přesnosti výsledného měření byly posuzované s polohopisným a výškopisným testováním přesnosti podle normy ČSN 01 4310. Testování proběhlo na bodech, které byly nezávisle kontrolně zaměřeny z jiného pomocného bodu. Posouzení splnilo podmínky stanovené normou pro 3. třídu přesnosti.

V poslední etapě byla provedená realizace kresby v programu MicroStation PowerDraft a byly vykresleny vrstevnice pomocí programu Atlas DMT.

Výsledkem bakalářské práce je polohopisná a výškopisná mapa v měřítku 1:500. Mapa detailně dokumentuje průběh krasových jevů v oblasti jeskyně Balcarky a může sloužit pro potřebu CHKO Moravský kras.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ABSOLON, Karel. Moravský kras. 1. vyd. Praha: Academia, 1970, 345 s., 30 obr. na příl., mp.
- [2] SPRÁVA JESKYNÍ MORAVSKÉHO KRASU. [online].  
Dostupné z: <<http://www.cavemk.cz/>>. [cit. 2015-04-30]
- [3] PLÁNKA, Ladislav. KARTOGRAFIE A ZÁKLADY GIS: Kartografická interpretace. Brno: VUT, 2006.
- [4] VÚGTK, Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí. [on-line]  
Dostupné na www: <<http://www.vugtk.cz/slovník>>. [cit. 2015-04-29]
- [5] Geotronic Praha. Geodetické přístroje. <http://www.geotronics.cz/>. [online]. 4.5.2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.geotronics.cz/geodeticke-pristroje/gnss/trimble-r4-gnss-3-generacef>
- [6] VÚGTK, Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí. [on-line]  
Dostupné na www: <<http://www.vugtk.cz/slovník>>. [cit. 2015-04-30]
- [7] KŘEMEN, Tomáš. <http://k154.fsv.cvut.cz/>. [online]. 4.5.2016 [cit. 2016-05-04].  
Dostupné z: [http://k154.fsv.cvut.cz/~kremen/geodezie\\_pro\\_architekty\\_5\\_n.pdf](http://k154.fsv.cvut.cz/~kremen/geodezie_pro_architekty_5_n.pdf)
- [8] VÚGTK, Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí. [online].  
Dostupné na www: <<http://www.vugtk.cz/slovník>>. [cit. 2015-05-01]
- [9] ČSN 01 3410, Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy. Vydavatelství norem Praha, 1990
- [10] Vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška)
- [11] Totální stanice Topcon [online]. 2015. Dostupné na  
<[http://www.geoserver.cz/zbozi\\_files/313/totalni-stanice-topcon-GPT3000LN.pdf](http://www.geoserver.cz/zbozi_files/313/totalni-stanice-topcon-GPT3000LN.pdf)>  
[cit. 2015-05-02]
- [12] ČADA, Václav. Přednáškové texty z  
Geodézie. <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>. [online]. 4.5.2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch13.html>
- [13] Správa CHKO Moravský kras. AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČESKÉ REPUBLIKY. [online]. 23.5.2016 [cit. 2016-05-23]. Dostupné z: <http://moravskykras.ochranaprirody.cz/res/archive/081/012051.gif?seek=1382513925>

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bpv – Výškový systém baltský – po vyrovnání

CHKO – Chráněná krajinná oblast

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

ČSN – Česká státní norma

GNSS – Globální navigační satelitní systém (Global Navigation Satellite System)

RTK – Real time kinematic

VRS – Virtuální referenční stanice



## SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Správa jeskyní ČR- Správa jeskyní Moravského krasu [2] .....	12
Obrázek 2: Přehledná mapa CHKO Moravský kras s vyznačením zvláště chráněných území [13].....	12
Obrázek 3: Správa jeskyní Moravského krasu - Jeskyně Balcarka [2].....	13
Obrázek 4: Vymezení zájmové lokality.....	14
Obrázek 5: Pohled na část lokality směrem na obec Senetářov .....	14
Obrázek 6: Křovákovo konformní kuželové zobrazení v obecné poloze .....	15
Obrázek 7: Schéma určení trigonometrické výšky bodu [12] .....	20
Obrázek 8: GPS aparatura Trimble R4 [5] .....	23
Obrázek 9: Totální stanice TOPCON GPT-3003N .....	24
Obrázek 11: Závrt č.2 pohled A.....	27
Obrázek 10: Závrt č.1 (na louce) .....	27
Obrázek 13: Boční vstup do jeskyně Balcarka .....	28
Obrázek 12: Závrt č.2 pohled B.....	28
Obrázek 14: Vstup do Šamalíkovy jeskyně ( les ).....	29
Obrázek 15: Měřický náčrt č.1 .....	31
Obrázek 16: Měřický náčrt č.2 .....	31
Tabulka 1: Parametry totální stanice [11].....	24
Tabulka 2: Souřadnice a výšky pomocných měřických bodů .....	32
Tabulka 3: Hodnoty 3.třídy přesnosti podle ČSN 10 3410.....	33
Tabulka 4: Ukázka tabulky pro testování přesnosti souřadnic .....	34
Tabulka 5: Ukázka tabulky pro testování přesnosti výšek .....	35

## SEZNAM PŘÍLOH

- 01\_Mapá\_v\_měřítku\_1\_500
- 02\_Náčrt\_pomocné\_měřícké\_sítě
- 03\_CD\_ROM
  - 03\_1\_Zápisníky
    - 03\_1\_1\_Zápisník\_tachymetrického\_měření\_1
    - 03\_1\_2\_Zápisník\_tachymetrického\_měření\_2
    - 03\_1\_3\_Zápisník\_tachymetrického\_měření\_3
  - 03\_2\_Protokol
    - 03\_2\_1\_Protokol\_o\_výpočtu
  - 03\_3\_Seznamy\_souřadnic
    - 03\_3\_1\_Seznam\_souřadnic\_pomocných\_bodů\_YXH
    - 03\_3\_2\_Seznam\_souřadnic\_podrobných\_bodů\_YXZ
  - 03\_4\_Náčrt\_pomocné\_měřícké\_sítě
    - 03\_4\_1\_Přehledný\_náčrt\_měřícké\_sítě
  - 03\_5\_Testování\_přesnosti
    - 03\_5\_1\_Testování\_přesnosti\_YX
    - 03\_5\_2\_Testování\_přesnosti\_H
  - 03\_6\_Atributy
    - 03\_6\_1\_Atributová\_tabulka\_kresby
  - 03\_7\_Mapá
    - 03\_7\_1\_Mapá\_v\_měřítku\_1\_500