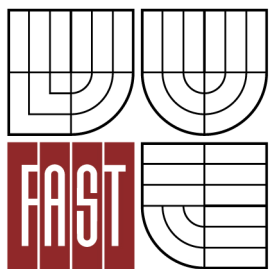




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV GEODÉZIE**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF GEODESY

# TVORBA ÚČELOVÉ MAPY ZADANÉ ČÁSTI LOKALITY HOLŠTEJN

CREATION OF THEMATIC MAP OF THE SPECIFIED PART OF HOLŠTEJN LOCALITY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**TADEÁŠ ČERNOHOUS**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. PETR KALVODA, Ph.D.**

BRNO 2014



# 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** Tadeáš Černošous

**Název** Tvorba účelové mapy zadané části lokality  
Holštejn

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2013

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

.....  
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.  
Vedoucí ústavu

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

## **Podklady a literatura**

1. ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek: Kreslení a značky. Praha: Vydavatelství norem, 1990. 108 s.
2. ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek: Základní a účelové mapy. Praha: Vydavatelství norem, 1990. 20 s.
3. URBAN, J. Digitální model terénu. 1.vyd. Praha: ČVUT, 1991. 60 s. ISBN 80-010-0553-4.
4. FIŠER, Z; et al. Mapování. 2. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 146 s. ISBN 80-7204-472-9.
5. HUML, M; MICHAL, J. Mapování 10. dotisk 2. přeprac. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 320 s. ISBN 978-80-01-03166-7.
6. Manuály a uživatelské příručky sw Atlas DMT dostupné z WWW:  
<http://www.atlasltd.cz/main.php?hkey=sw&a=25>.
7. Technologický postup pro technickou nivelaci, Český úřad geodetický a kartografický, Praha 1984.
8. VÚGTK. Odborný slovník. Vugtk.cz [online]. © 2005-2012 [cit. 2012-1-16]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
9. ČSN ISO 690. Informace a dokumentace - Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s. Třídící znak 01 0197.

## **Zásady pro vypracování**

Zaměřte tachymetricky jižní část lokality Holštejn (stupeň generalizace zvolte odpovídající měřítku 1:500 a 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410). Dodržte kritéria přesnosti podrobných bodů daná 3. třídou přesnosti dle ČSN 01 3410. Pro účel podrobného měření vybudujte síť pomocných měřických bodů připojenou do S-JTSK a Bpv. Ke zpracování použijte vhodný software. Na základě získaných dat vypracujte účelovou mapu v měřítku 1 : 500, souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Prvky obsahu mapy budou vyjádřeny v souladu s ČSN 01 3411.

## **Předepsané přílohy**

.....  
Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je vyhotovení účelové mapy zadané části lokality u obce Holštejn v měřítku 1:500. Konkrétně se jedná o zaměření terénního reliéfu, závrťů a vstupů do jeskyň v okolí přírodní rezervace Bílá voda, která se nachází v severní části Moravského krasu.

## **Klíčová slova**

účelová mapa, polygonový pořad, polární metoda, polohopis, výškopis, vrstevnice

## **Abstract**

Objective of this bachelor thesis is creation of the thematical map in the specific locality near the Holštejn in scale 1:500. Specifically, survey of the terrain relief, sinkholes and cave entrance near Bílá voda Nature Reserve, located in the northern part of the Moravian Karst.

## **Keywords**

Thematical map, polygon, polar method, topography, altimetry, contour line

## **Bibliografická citace VŠKP**

Tadeáš Černohous *Tvorba účelové mapy zadané části lokality Holštejn*. Brno, 2014. 48 s., 8 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 22.3.2014

.....  
podpis autora  
Tadeáš Černohous

**Poděkování:**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Kalvodovi, Ph.D. za jeho ochotu, rady a připomínky při zpracovávání této práce. Dále také Miroslavu Sládkovi a Ondřejovi Kroupovi za jejich pomoc při práci v terénu a mé rodině za jejich podporu.

## Obsah:

1. Úvod .....	10
2. Popis lokality.....	11
2.1. Chráněná krajinná oblast Moravský kras.....	11
2.2. Přírodní rezervace Bílá voda.....	13
2.3. Podrobný popis zadané lokality.....	14
3. Účelová mapa.....	17
3.1. Definice účelové mapy.....	17
3.2. Obsah účelové mapy.....	17
3.3. Druhy a dělení map.....	18
3.4. Metody znázornění výškopisu.....	20
3.4.1. Metoda výškového kótování.....	20
3.4.2. Metoda vrstevnic.....	21
3.4.3. Metoda šrafování.....	23
3.4.4. Ostatní metody.....	23
3.5. Terénní tvary.....	23
3.5.1. Teréní kostra.....	23
3.5.2. Terénní tvary.....	24
4. Měřické práce.....	29
4.1. Přípravné práce a rekognoskace terénu.....	29
4.2. Realizace pomocné měřické sítě.....	29
4.3. Zaměření podrobných bodů.....	29
4.4. Použité přístrojové vybavení a pomůcky.....	30
4.5. Měřický náčrt.....	31
5. Výpočetní práce.....	34
5.1. Výpočet PMS.....	35
5.2. Výpočet podrobných bodů.....	37
5.3. Testování přesnosti.....	37
5.3.1. Testování polohopisné složky.....	38
5.3.2. Testování výškopisné složky.....	39
5.3.3. Zhodnocení testování přesnosti.....	40
6. Tvorba mapy.....	41

7. Závěr.....	43
8. Seznam použitých zdrojů.....	44
9. Seznam použitých zkratk.....	46
10. Seznam obrázků a tabulek.....	47
10.1. Seznam obrázků.....	47
10.2. Seznam tabulek.....	47
11. Seznam příloh.....	48

## 1. ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je tachymerické zaměření zadané části lokality Holštejn v okrese Blansko a vyhotovení účelové mapy v měřítku 1:500 tak, aby prvky obsahu mapy byly vyjádřeny v souladu s *ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Předmětem měření je polohopisné a výškopisné zaměření zadané lokality, především závrťů, vstupů do jeskyň a průběh terénního reliéfu.

Lokalita má rozlohu téměř 6ha a nachází se v severní části Moravského krasu, přibližně 1km jižně od obce Holštejn. Do dané lokality částečně zasahuje i přírodní rezervace Bílá voda. Lokalita byla vymezena vedoucím bakalářské práce Ing. Petrem Kalvodou, Ph.D. a měla by navazovat na bakalářské práce dalších studentů Miroslava Sládka, Jana Soldána a Ivany Stolárové.

Práce byla vytvářena v souladu s nařízeními a předpisy pro tvorbu účelové mapy. Měření bylo realizováno v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické síť katastrální (S-JTSK) a ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv). Průběh prací a stupeň generalizace proběhl tak, aby bylo možné co nejlépe vyjádřit tvar terénního reliéfu v dané lokalitě.

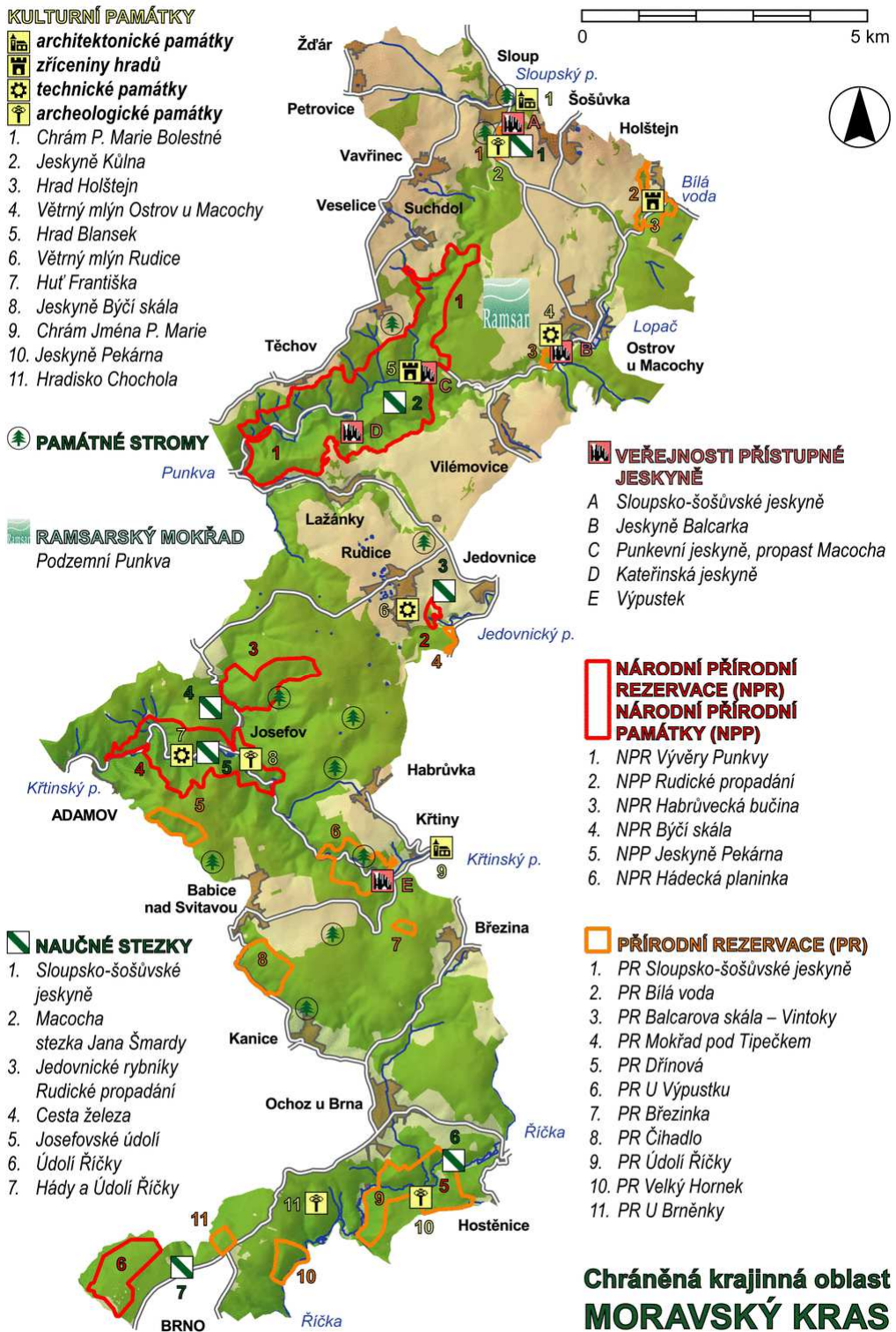
## **2. POPIS LOKALITY**

### ***2.1. Chráněná krajinná oblast Moravský kras***

CHKO Moravský kras byla vyhlášena v roce 1956. Její rozloha je 94km<sup>2</sup>. Moravský kras se rozkládá v severní oblasti Jihomoravského kraje a leží v geomorfologickém celku Dražanská vrchovina. Moravský kras je nejrozsáhlejším a nejvíce zkrasovělým územím České republiky. Pro tento krajinný celek jsou typické krasové plošiny se závrtý, hluboké žleby se soutěskami, ponory a vývěry vodních toků, propasti a množství jeskyní. Nejcennější části Moravského krasu jsou chráněny v jedenácti přírodních rezervacích, čtyřech národních přírodních rezervacích a dvou národních přírodních památkách.

Dnes je evidováno více než 1 000 jeskyní na území Moravského krasu. Pro veřejnost jsou zpřístupněny jeskyně Punkevní, Kateřinská, Balcarka, Výpustek a Sloupsko-šošůvské jeskyně. Nejvýznamnější nepřístupné jeskyně tvoří jeskynní systém Amatérské jeskyně, který spolu s navazujícími jeskyněmi měří 35km a řadí se tak k nejrozsáhlejším jeskynním systémům ve střední Evropě.

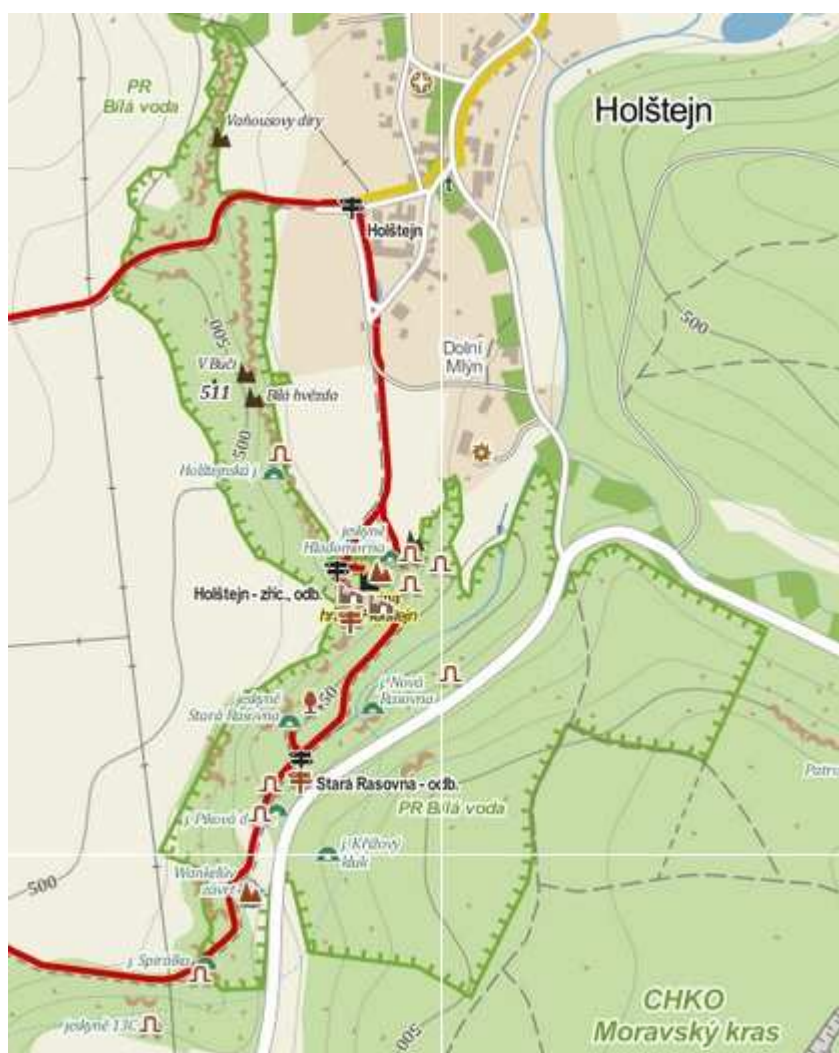
[1]



Obr. č.1: CHKO Moravský kras [1]

## 2.2. Přírodní rezervace Bílá voda

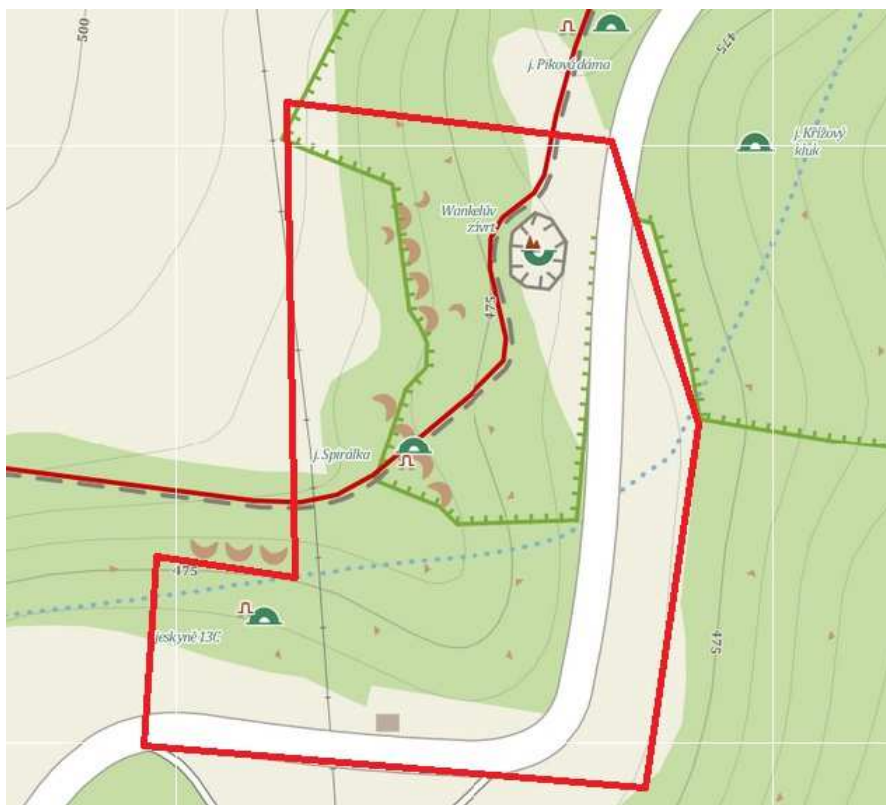
Tato přírodní rezervace byla vyhlášena v roce 1990, její rozloha je 31,7ha a leží zhruba 450 - 510 metrů nad mořem. Nachází se na severní hranici CHKO Moravský kras v okolí obcí Holštejn a Lipovec. Chráněno je ponorné krasové Holštejnské údolí potoka Bílá voda jižně od obce Holštejn, kde se na Suchdolských plošinách vyskytují krasové jevy (např. jeskyně Hladomorna, Holštejnská jeskyně nebo ponor potoka Stará a Nová Rasovna). Nejzajímavější částí rezervace prochází červeně značená turistická stezka z Ostrova u Macochy do Holštejna.[2]



Obr. č.2: Přírodní rezervace Bílá voda [2]

## 2.3. Podrobný popis zadané lokality

Zadaná lokalita leží zhruba 1km jižně od obce Holštejn a má rozlohu téměř 6ha. Nachází se na ní například Bártův závrť, Wanklův závrť, jeskyně Spirálka a jeskyně Třináctka. Lokalitou protéká podzemí potok Bílá voda a prochází jí červeně značená turistická cesta směřující z Holštejna do Ostrova u Macochy.



Obr. č.3: Přibližné hranice zadané lokality [3]

### **Wanklův závrť**

Vznikl 5. dubna v roce 1855, kdy došlo k propadu země na okraji lesa. Původní závrť měl v průměru zhruba 13 metrů a byl přes 20 metrů hluboký, časem byl ale závrť postupně zanášen zeminou, což vedlo k jeho zmenšení a v současnosti není hluboký ani 4 metry. Jeho vznik byl popsán krasovým badatelem Jindřichem Wanklem, po kterém dostal tento závrť svůj název. Pod tímto závrtem by měla vést jedna z chodeb jeskyně Spirálky. [3]



Obr. č.4: Wanklův závrť

### **Jeskyně Spirálka**

Nachází se ve skalnaté rokli poblíž Bártova závrtu. Její vstup je tvořen z betonových skruží s železným poklopem. Touto jeskyní protéká potok Bílá voda. Jeskyně je součástí jeskynního systému nazvaného Amatérské jeskyně. Tento jeskynní systém je nejdelším jeskynním systémem v České republice a je dlouhý téměř 35km. [4]



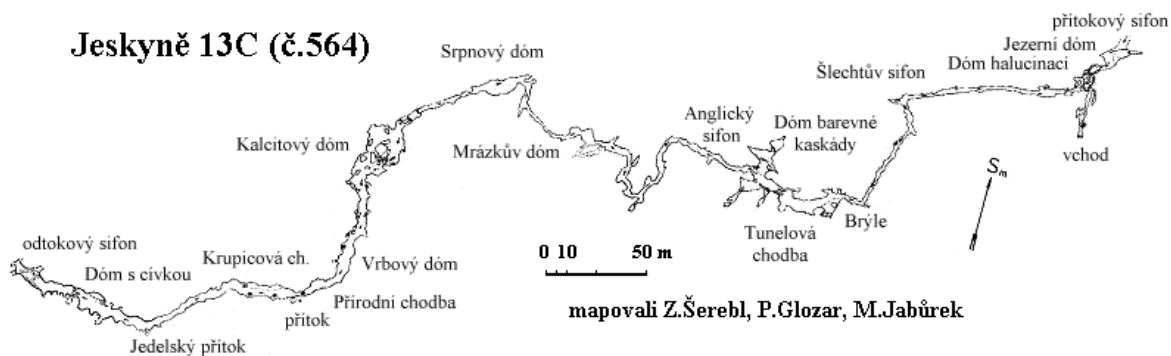
Obr. č.5: Vstup do jeskyně Spirálka

## Jeskyně Třináctka

Jeskyně byla objevena v roce 1964. Její název vznikl podle dřívějšího číslování v této oblasti, kdy dostala označení C 13. Její vchod se nachází na okraji skalnaté průrvy. Touto jeskyní protéká potok Bílá voda a celková délka chodeb této vodní jeskyně je asi 1500m. Vchod do jeskyně je tvořen skruží s poklopem. Stejně jako jeskyně Spirálka, je i tato jeskyně součástí jeskynního systému Amatérské jeskyně. [5]



Obr. č.6: Vstup do jeskyně Třináctka



Obr. č.7: Schéma jeskyně Třináctky [6]

### 3. ÚČELOVÁ MAPA

#### 3.1. Definice účelové mapy

Účelová mapa velkého měřítká, která obsahuje kromě topografických prvků i zákres dalších prvků, jevů a objektů zemského povrchu, pod povrchem a nad povrchem země pro předem definovaný účel. Oproti katastrální mapě tak spolu s tématickými mapami tvoří kategorii map s nadstandartním obsahem. Účelové mapy se používají pro projektové, plánovací, evidenční, provozní, dokumentační a další účely a narozdíl od map katastrálních neslouží pro potřeby státní správy. Účelové mapy se tvoří přímým měřením a zobrazováním, případně přepracováním nebo odvozením ze stávajících map. Volba třídy přesnosti účelové mapy a volba měřítká vychází z účelu pro který je mapa tvořena.

[7,8]

#### 3.2. Obsah účelové mapy

##### **Polohopis**

Polohopis mapy tvoří soubor mapových znaků, které v mapě vyjadřují průmět objektů a jevů do roviny mapy prostřednictvím kartografického zobrazení. Polohopis mapy tvoří například hranice, pozemní komunikace, budovy, vodstvo, mosty, inženýrské sítě, zeleň apod. [9]

##### **Výškopis**

„Jako výškopis se označuje skupina kartografických prvků, které jsou schopny vyjádřit výškové poměry zobrazeného území.“ Výškopis je vyjádřen například pomocí kót, vrstevnic a nebo pomocí technických šraf. [9]

##### **Popis**

„Popis mapy představuje soubor všech geografických názvů, zkratk, různých alfanumerických údajů a slovních doplňků.“ [9]

Popis tvoří například mapové značky, názvy ulic, čísla popisná a evidenční stavebních objektů, název a využití budov apod.

### **3.3 Druhy a dělení map**

Pro potřeby mapování lze mapy rozdělit podle následujících hledisek.

#### **Podle způsobu vyhotovení:**

**Mapy původní** – Vznikají z přímého měření v terénu a zpracováním těchto dat. Sběr dat lze provést metodami geodetickými, fotogrammetrickými nebo metodami GNSS.

**Mapy odvozené** – Vznikají na podkladě map původních nebo již dříve odvozených, nebo i jejich montáží. Odvozují se do menších měřítek než mapy z kterých se odvozují a z tohoto důvodu se zde provádí redukce a generalizace obsahu mapy.

**Mapy částečně odvozené** - Vznikají kombinací výše zmíněných způsobů. Například doplněním polohopisné mapy o výškopis získaný přímým měřením v terénu.

#### **Podle měřítka:**

##### **Podle technicko-inženýrského hlediska:**

Mapy velkých měřítek - do 1 : 5000

Mapy středních měřítek – 1 : 10 000 – 1 : 200 000

Mapy malých měřítek – 1 : 200 000 a menší

##### **Podle obecně-kartografického hlediska:**

Mapy topometrické - do 1 : 5000

Mapy podrobné zeměpisné - od 1 : 5000 do 1 : 50 000

Mapy přehledné topografické - od 1:100 000 do 1:200 000

Mapy přehledné zeměpisné - od 1: 200 000 do 1 : 1000 000

Mapy chorografické - 1:1000 000 a menší

#### **Podle kartografických vlastností:**

Podle tohoto hlediska se mapy rozdělují dle vlastností kartografického zobrazení.

**Mapy konformní (stejnouhlé):** Nedochozí ke zkreslování úhlů (úhel odměřený kdekoliv v mapě odpovídá úhlu, který bychom reálně naměřili v terénu)

**Mapy ekvidistantní (stejnodélné):** Nedochozí ke zkreslování délek v určitém předem definovaném směru, tedy ve směru poledníků, rovnoběžek nebo v obecném předem definovaném směru.

**Mapy ekvivalentní (stejnoploché):** Nedochozí ke zkreslování ploch.

**Mapy vyrovnávací:** Mapy vyrovnávací částečně eliminují zkreslení jednoho prvku na úkor zkreslení jiného prvku. Z kartometrického hlediska jsou málo použitelné, pokud nejsou známy ekvideformáty úhlového, délkového a plošného zkreslení v mapovém poli.

#### **Podle obsahu mapy:**

**Polohopisné mapy:** Obsahují pouze polohopis a popis.

**Výškopisné mapy:** Mapy obsahující všechny tři prvky mapy - polohopis, popis a výškopis.

**Mapy obsahující pouze výškopis:** Tyto mapy obsahují zákres vrstevnic, podrobných výškových bodů a bodů výškového bodového pole. Vytvářejí se na průsvitný papír nebo plastovou fólii a používají se jako doplněk obsahu map velkých měřítek bez výškopisu.

#### **Podle formy vyjádření:**

**Mapy grafické (analogové):** Mapa existuje jen v grafické podobě a měřické údaje nejsou zaznamenány. Jedná se například o mapy, které vznikly stolovou metodou nebo grafickým fotogrammetrickým vyhodnocením.

**Mapy číselné:** Jedná se o mapy, které mají kromě grafické formy zpracován i seznam souřadnic (případně i výšek) podrobných bodů.

**Mapy digitální:** Takovéto mapy jsou vedeny jako soubor dat v počítači v podobě souboru číselných dat. Podle způsobu záznamu lze hovořit o mapách rastrových nebo vektorových.

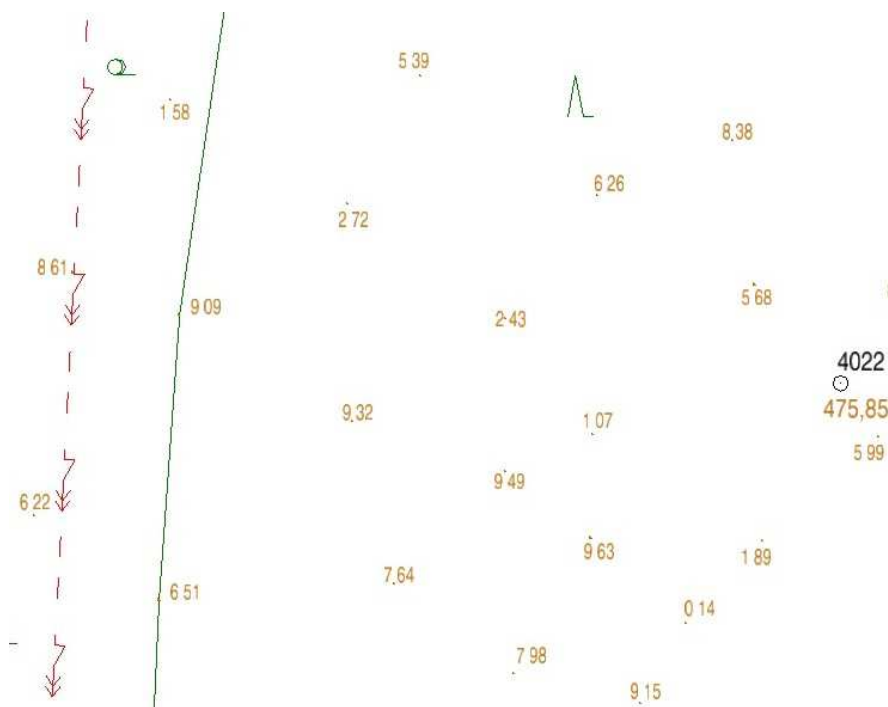
**Mapy obrazové:** Tyto mapy existují v podobě obrazu skutečnosti získaného upravením záznamu leteckých nebo družicových snímků.

[10]

### 3.4. Metody znázornění výškopisu.

#### 3.4.1. Metoda výškového kótování

Slouží pro poskytnutí rychlé a přesné informace o výšce terénu. Ze všech možných metod znázornění výškopisu tato metoda zachycuje reliéf terénu nejpřesněji, protože výškové kóty jsou získány přímo jako výsledek měření. Výhodou této metody je, že přesnost výškových kót nezávisí na měřítku mapy. Nevýhodou je, že jakkoliv hustá síť kót nenavodí u uživatele plastický dojem a uživatel tak nezíská představu o plasticitě terénu. Proto se tato metoda obvykle používá v kombinaci s vrstevnicemi a šrafami. [9]



Obr. č.8: Kóty

#### **Rozdělení výškových kót dle výšky nad zvolenou hladinovou plochou:**

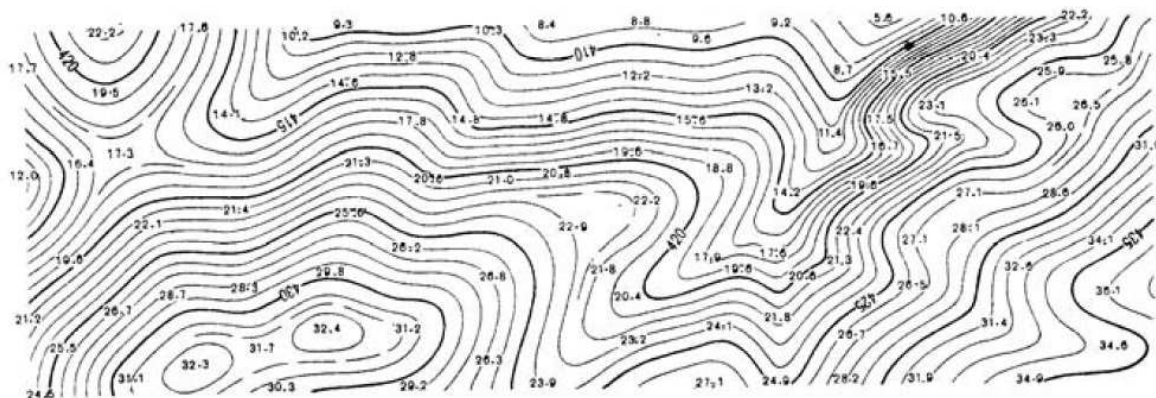
**Absolutní výška bodu** - svislá vzdálenost mezi skutečným horizontem bodu a příslušnou nulovou hladinovou plochou.

**Relativní výška bodu** - svislá vzdálenost skutečných horizontů těchto dvou bodů, která vyjadřuje jejich převýšení. Údaj relativní výšky se uvádí v závorce s příslušným znaménkem (+ nebo -).

### 3.4.2. Metoda vrstevnic

Tato metoda je nejvyžívanější metodou interpretace výškopisu. Její výhodou je, že poskytuje dobrou představu o plasticitě terénu. Vrstevnice jsou svislé průměty průsečnic vodorovných rovin s reliéfem (čáry spojující body o stejné nadmořské výšce). Vrstevnice společně v kombinaci s výškovými kótami dávají geometricky nejpřesnější vyjádření reliéfu terénu. K rychlejšímu určení výšek vrstevnic na mapě se používá kótování vrstevnic. Vrstevnicové kóty se umísťují po celé ploše mapy, obvykle do zdůrazněných přerušovaných vrstevnic, tak aby číslice byla vždy orientována ve směru stoupání.

Na mapách v měřítku 1:500 až 1:5 000 se vrstevnice nekreslí přes stavby, strmé svahy, skály, přes šrafované plochy nebo mezi hranicemi vodní plochy. V místech, kde je mezera mezi základními vrstevnicemi menší než 0,5mm, se kreslí pouze zdůrazněné vrstevnice. [7,9]



Obr. č.9: Vrstevnice [9]

**Interval vrstevnic:** Rozdíl mezi výškami dvou sousedních vrstevnic (vertikální vzdálenost mezi vrstevnicemi). Kvalita interpretace výškopisu je závislá na volbě intervalu vrstevnic. Interval se zvolí vhodně na základě měřítka mapy a sklonitosti terénu. „Pro každou mapu se stanovuje základní interval vrstevnic. Pro mapy v měřítku 1:500 a větší je stanoven základní interval vrstevnic  $i=1\text{m}$ . Pro měřítka 1:10 000 a menší se základní interval vrstevnic stanovuje pomocí vzorce  $i=M/5\ 000$ , kde M je měřítkové číslo.“ [7]

**Rozestup vrstevnic:** „Rozestup vrstevnic je horizontální vzdálenost mezi sousedními vrstevnicemi na mapě.“ Je třeba dbát na to, aby byl dodržen minimální rozestup vrstevnic 0,3mm a byla tak zachována čitelnost mapy. [9]

### **Vrstevnice lze rozlišit na několik typů:**

**Základní vrstevnice** – jsou určeny vhodně zvoleným základním intervalem (obvykle  $i=1\text{m}$ ), kresleny plnou souvislou hnědou čarou o tloušce  $0,18\text{mm}$ .

**Zdůrazněné vrstevnice** – většinou se pro ně volí pětinasobek základního intervalu a jsou přerušeny v místě, do něhož je vepsána výšková kóta vrstevnice. Zdůrazněné vrstevnice jsou kresleny plnou hnědou čarou o tloušce  $0,35\text{mm}$ .

**Doplňkové vrstevnice** – používají se tam, kde je nemožné zobrazit terén pomocí základních vrstevnic (ploché tvary). Používají se tak, aby v daném místě vystihly terénní tvary, které nelze pomocí základních vrstevnic dostatečně vystihnout. Jejich interval je obvykle  $1/2$  nebo  $1/4$  základního intervalu, kreslí se čárkovanou hnědou čarou o tloušce  $0,18\text{mm}$ .

Pro polovinu základního intervalu se používá čárkovaná čára (5mm čárka, 1mm mezera).

Pro čtvrtinu základního intervalu se používá čárkovaná čára (3mm čárka, 1mm mezera).

**Pomocné vrstevnice** – mají pouze informativní význam, jejich zákres je pouze přibližný, používají se k znázornění nepravidelností terénu tam, kde je vyhotovení ostatních vrstevnic neúčelné (například v místě nestáلهo a měnícího se terénu). Kreslí se hnědou čárkovanou (2mm čárka, 1mm mezera) čarou o tloušce  $0,18\text{mm}$ . [9,11]

Pro zvýšení plastičnosti interpretace reliéfu se někdy využívají spádovky. Spádovky jsou  $1\text{mm}$  krátké úseky spádnic, které se přikreslují kolmo k vrstevnicím na straně spádu v místě největšího zakřivení. Spádovky se používají v místech, kde z obrazu vrstevnic není zřejmý sklon georeliéfu. [9]

### **Definice hran pro tvorbu vrstevnic v programu Atlas DMT**

Při tvorbě vrstevnic v programu Atlas DMT (viz. kapitola 6) bylo třeba definovat čáry terénní kostry pomocí příslušných hran.

**Povinná hrana** - spojnice dvou bodů, která nezpůsobuje změnu ve vyhlazení terénu. Terén se nad touto hranou stále vyhlazuje. Používá se především pro zadání hřbetnic a údolnic nebo pro vyznačení polohopisné kresby (např. ploty či hranice).

**Lomová hrana** - povinná spojnice, nad kterou při vytváření hladké plochy nedochází ve směru kolmém na spojnici k vyhlazení, ve směru podélném se ale vyhlazuje. Používá se především pro vyznačení terénních zlomů (např. hrana svahu, rokle, břehu, silnice, příkopu).

**Lomová přímá hrana** - povinná spojnice, nad kterou při vytváření hladké plochy nedochází ve směru podélném ani kolmém na spojnici k vyhlazení. Používá se hlavně k označení umělých terénních útvarů (např. hrana budovy, betonové desky).

**Ostrovní hrana** - má funkci jako lomová hrana a zároveň označuje okrajovou hranu ostrova (oblast, v níž se nebudou vyhodnocovat vrstevnice).

### **3.4.3. Metoda šrafování**

Šrafy znázorňují zejména prudké změny sklonu terénu. Používají se především tam, kde není možné použít vrstevnice tak, aby byla zajištěna čitelnost mapy (musí být zachován minimální rozestup vrstevnic).

**Technické šrafy** - V současné době nepoužívanější šrafy.

Používají se pro vyjadřování přírodních a umělých terénních útvarů vymezených hranou, především na mapách velkých a středních měřítek. Hrany se kreslí jen v případě, že se nekryjí s polohopisnou čarou, nebo jsou-li od ní vzdáleny více než 0,5mm.

Šrafy jsou tvořeny střídavě dlouhými a hrátkými čarami ve směru spádu. Aby bylo možné zjistit velikost sklonu jsou, šrafy doplněny kótami hran.

Pro zobrazení přírodních struktur se používá hnědá barva a pro zobrazení umělých struktur se používá černá barva. [11]

### **3.4.4. Ostatní metody**

Mezi tyto metody patří například:

Znázornění výškopisu pomocí mapových značek

Kombinace výše zmíněných způsobů

## **3.5. Terénní tvary**

### **3.5.1 Teréní kostra**

**Body terénní kostry** - místa, kde se vodorovná rovina pouze dotýká topografické plochy (např. vrcholy kup nebo sedel).

Čáry terénní kostry tvoří prostorové čáry, na nichž se stýkají dílčí terénní plochy.

**Mezi čáry terénní kostry patří:**

**Hřbetnice** - spojnice relativně nejvýše položených bodů na styku svahů hřbetu nebo hřebene

**Údolnice** - čára ve směru spádu, která spojuje relativně nejnižší položené body vhloubené plochy.

**Terénní hrana** - čára na styku dílčích terénních ploch, kde dochází k výrazné změně spádu.

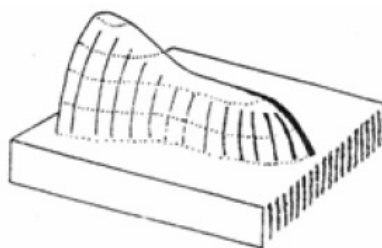
**Tvarová čára** - Každý terénní tvar je charakterizován tvarovou čarou, případně i více tvarovými čarami. Tvarová čára je čára, která charakterizuje vodorovnou nebo mírně kloněnou část terénního tvaru.

**Úpatnice** - čára styku dvou různě skloněných ploch, kde terénní tvar přechází do roviny nebo do mírně skloněného svahu.

### 3.5.2. Terénní tvary

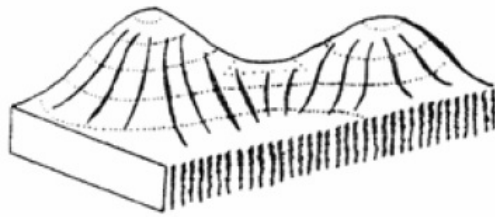
**Terénní tvary na vrcholové části vyvýšeniny:**

**Spočinek** – část hřbetu vyvýšeniny, který má vodorovný nebo mírně skloněný tvar s výrazně menším spádem hřbetnice, která má před a po ukončení spočinku větší spád.



Obr. č.10: Spočinek [12]

**Sedlo** - nejnižší ležící vhloubený tvar podél hřbetnice mezi dvěma terénními tvary na vrcholové části vyvýšeniny. Stýkají se v něm dvě hřbetnice a dvě údolnice. Tvarovou čáru sedla tvoří čtyřúhelník s oblouky vypuklými k vrcholu sedla.



Obr. č.11: Sedlo [12]

**Terénní tvary na úbočích vyvýšenin:**

Úbočí jsou svahové plochy, které se nacházejí na obou stranách hřbetnice.

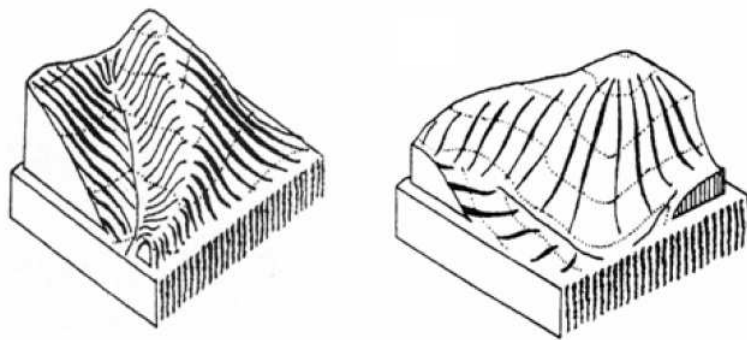
**Svahový hřbet** – protáhlý útvar ve směru spádu na úbočí, který probíhá mezi dvěma vhloubenými nebo rovnými plochami. Svahový hřbet lze dělit podle tvaru na svahový hřbet široký, normální, úzký a ostrý.

Svahový hřbet široký má mírně klenutou plochu.

Svahový hřbet normální má zřetelnější klenutou plochu.

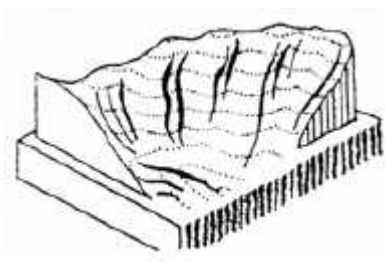
Svahový hřbet úzký má značně klenutou plochu.

Svahový hřbet ostrý je charakterizován hřbetnicí, která tvoří ostrou hranu.



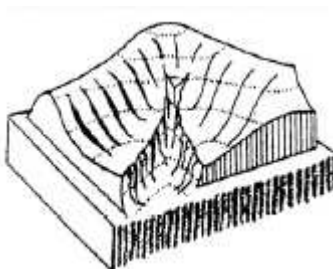
Obr. č.12: Svahový hřbet úzký (vlevo) a široký (vpravo) [12]

**Úžlabí** – prohlubeň mezi dvěma svahovými hřbety. Úžlabí lze rozdělit podle tvaru dílčích ploch na úžlabí mělké, normální a úzké.



Obr. č.13: Úžlabí [12]

**Rokle** – hluboká široce rozvětvená strž.

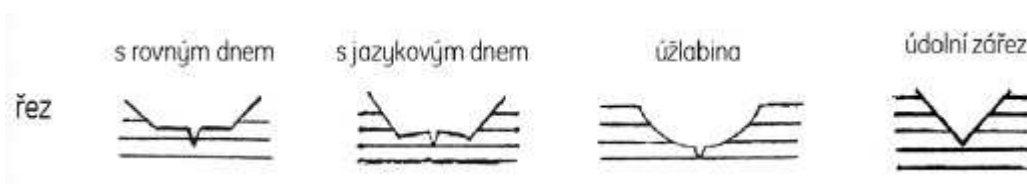


Obr. č.14: Rokle [12]

**Jámy** – uzavřené vhloubené části terénního reliéfu. Vznikají působením přírodních sil nebo lidskou činností.

### Terénní tvary údolní:

Údolí je protáhlý terénní tvar, jehož okraje jsou lemovány vyvýšeným terénem. Podle tvaru dna se údolí rozlišuje na údolí s rovným dnem, údolí s jazykovým (vypuklým) dnem, údolí s vhloubeným dnem (úžlabina) a údolní zářez.



Obr. č.15: Tvary údolního dna [12]

[12]

### Terén nepravidelný:

**Závrtý** – vznikají nejčastěji rozpouštěním rozpustné horniny směrem do podzemí (krasovění). Závrt je jedním z nejtypičtějšých povrchových krasových tvarů. Nejčastěji jde o okrouhlé deprese (sníženina), dosahující průměru od několika metrů do 1km a hloubce

od 1m až po hluboké závrtý hlubší než 100m.

**Podle morfologie a způsobu vzniku lze závrtý rozdělit na několik typů:**

**závrtý korozní** - vznikají rozpouštěním krasovějící horniny (většinou vápence) vodou, která postupně proniká systémem puklin do podzemí. Takto ubývá na povrchu krasu horniny a vzniká deprese.

**závrtý řícené** - vznikají propadnutím stropů podzemních prostor po jejich oslabení korozí a erozí působící zevnitř jeskyně. Tyto závrtý vznikají náhle, vyznačují se převážně strmými skalnatými stěnami.

**závrtý náplavové** - vznikají v krasovém terénu pokrytém nerozpustnými sedimenty (např. říčními štěrky apod.). Sedimenty z povrchu jsou unášeny vodou do rozšiřujících se puklin v hornině do hloubky, takže ubývající materiál v sedimentární vrstvě tvoří depresi.

**závrtý sufózní** - vznikají podobně jako závrtý náplavové, ale zde je rozpustná hornina kryta nekrasovými nerozpustnými horninami (např. pískovcem). Při ubývání rozpustné horniny v hlubší vrstvě rozpouštěním dochází k sesedání nerozpustné horniny do hloubky a vzniku deprese.

[13]

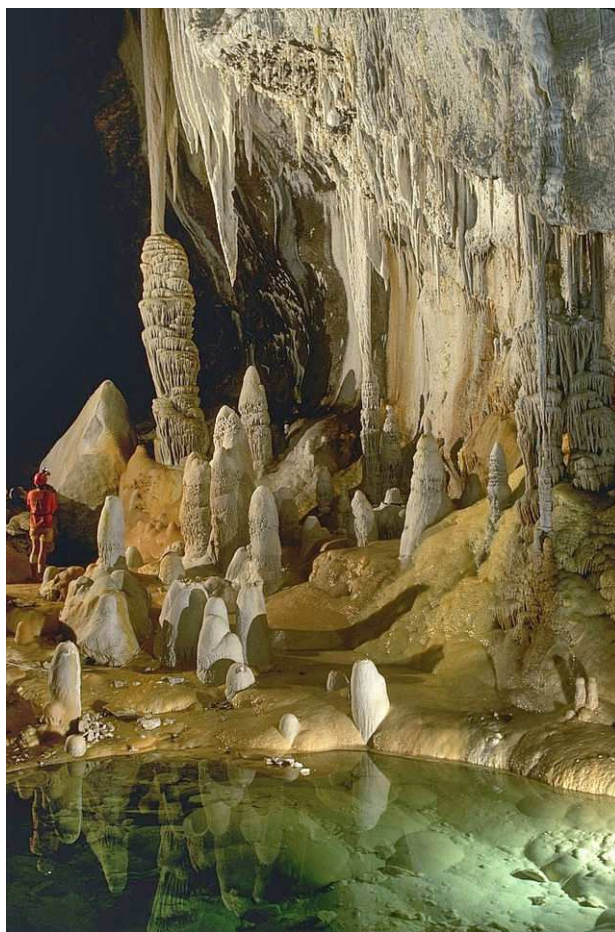


Obr. č.16: Závrt

**Jeskyně** - podzemní dutina vytvořená přirozenou cestou většinou vymíláním nebo vymýváním horniny (obvykle vápence) podzemními prameny.

Jeskyně z pravidla vzniká v krasových oblastech, kde dochází k chemické reakci vody s horninou, která má rozpouštěcí schopnosti. Voda se vsakuje do podzemí, kde rozpouští okolní horninu, čímž může dojít ke vzniku mohutných podzemních prostor - jeskyní.

[14]



Obr. č.17: Jeskyně [14]

## **4. MĚŘICKÉ PRÁCE**

### **4.1. Přípravné práce a rekognoskace terénu**

Před rekognoskací byly optařeny veškeré potřebné podklady. Jelikož se v blízkém okolí nenacházel žádný stávající bod polohového nebo výškového bodového pole, tak bylo navrženo a stabilizováno několik pomocných stanovisek, které byly tentýž den také zaměřeny metodou GNSS.

Rekognoskace terénu, realizace a zaměření několika bodů pomocné měřické sítě (PMS) metodou GNSS proběhla dne 13. 8. 2012. Podrobné měření probíhalo ve dnech 14. 8. - 23. 8. 2012

### **4.2. Realizace pomocné měřické sítě**

PMS byla vytvářena současně s měřením podrobných bodů. Pro tvorbu měřické sítě bylo využito Pokynu pro tvorbu účelové mapy a také Návodu pro OKO. Z důvodu členitosti terénu a hustoty vegetace je PMS hustá a tvoří ji 32 bodů, které byly stabilizovány dřevěnými kolíky.

### **4.3. Zaměření podrobných bodů**

Měřické práce probíhaly od 14. 8. do 23. 8. 2012. Podrobné body byly měřeny tachymetricky. Tachymetrie je metoda měření, kterou se určuje poloha i výška bodu současně. Poloha i výška jednotlivých bodů se získá měřením polárních souřadnic (vodorovný úhel, svislý úhel a délka ze stanoviska k jednotlivým bodům). [15]

Hustota podrobných bodů byla zvolena vhodně vzhledem k měřítku 1:500, členitosti terénu a hustoty vegetace. Celkem bylo zaměřeno 1303 podrobných bodů. Několik z nich bylo zaměřeno 2x a využito jako identický bod pro testování přesnosti. Pro ulehčení následného zpracování se používalo kódování.

#### 4.4. Použité přístrojové vybavení a pomůcky

- Totální stanice Topcon GPT-3003 N, v.č. 4D0511
- Aparatura GNSS - Leica GPS System 1200, type GX 1230 GG
- Ocelové pásmo na vidlici
- stativ
- odrazný hranol 2x, nástavce, kolíky, sekera, mačeta

##### Totální stanice Topcon GPT-3003 N

Přesnost měření délek	$\pm 3\text{mm} + 2\text{ppm}$
Přesnost měření úhlů	3“
Rozlišovací schopnost	2,8“
Zvětšení dalekohledu	30.10.2014
Minimální délka zaostření	1,3m
Dosah dálkoměru	až 3000m
Hmotnost přístroje s baterií	5,1kg
Doba provozu	4,2hodiny

Tab. č.1: Parametry totální stanice [16]



Obr. č.18: Topcon GPT-3003 N [16]

##### Aparatura GNSS

K určení souřadnic několika pomocných bodů byla použita aparatura GNSS - Leica GPS System 1200, type GX 1230 GG.



Obr. č.19: Leica GPS System 1200, type GX 1230 GG [17]

#### **4.5. Měřický náčrt**

Náčrty obvykle obsahují bodové pole, body pomocné měřické sítě, podrobné body, významné polohopisné čáry (např. cesty nebo stavební objekty), čáry terénní kostry, vyznačení terénních stupňů, náznaky horizontál, oměrné a konstrukční míry, další polohopisný obsah, hranice náčrtů a popis apod.

Po skončení měřických prací se provede závěrečná úprava (adjustace) měřických náčrtů zpočívající ve zvýraznění prvků obsahu náčrtu příslušnou barvou a v doplnění potřebných údajů, které nebyly zaznamenány při měření.

Popis měřického náčrtu tvoří číslo náčrtu a název katastrálního území, orientace náčrtu k severu a čísla sousedních měřických náčrtů. Pokud je náčrt v měřítku, tak se uvede dole uprostřed. V dolním rohu se umístí popisové pole, které obsahuje čísla zápisníků, poslední použitá čísla podrobných bodů, vyhotovil a datum.

**Hnědě se vyznačuje:**

- podrobné body (ležaté křížky) určené tachymetricky a jejich čísla
- průběh čar terénní kostry a tvarových čar
- náznaky horizontál pro vyjádření přibližného průběhu vrstevnic
- příčné profily určené tachymetricky (dvojitou čarou)
- hrany terénních stupňů pokud nejsou totožné s polohopisnou kresbou a šrafy ve směru spádnic relativní výškové kóty, výšky bodů bodových polí a pomocných měřických bodů

**Modře se vyznačuje:**

- podrobné body (ležaté křížky) určené plošnou nivelací jejich čísla
- příčné profily určené plošnou nivelací
- hrany terénních stupňů, pokud nejsou totožné s polohopisnou kresbou a šrafy ve směru spádnic určené nivelací
- vodní toky a související objekty

**Červeně se vyznačuje:**

- střídavou čarou strany polygonových pořadů
- čárkovaně rajóny a měřické přímky
- řídce tečkovaně orientační směry
- pomocné měřické body a jejich čísla
- body bodových polí a jejich čísla
- orientace náčrtu k severu šipkou o délce 20mm a před ní písmeno S

**Černě se vyznačuje:**

- kontrolní oměrné míry
- měřené rozměry objektů a potrubí
- polohopisná kresba (rozhraní druhů pozemků), typy kultur a povrchů nebo způsob jejich využití příslušnou mapovou značkou, popisem nebo zkratkou
- čísla popisná, evidenční či orientační, účelový popis domů
- nadzemní znaky a průběh inženýrských sítí příslušnou mapovou značkou
- ostatní předměty měření příslušnou mapovou značkou nebo popisem

Budovy se opatřují světle růžovou lemovkou nebo vybarvením takovým způsobem, aby náčrt zůstal přehledný. V případě totožnosti hrany s polohopisnou kresbou má prioritu polohopisná kresba. Opakované určení podrobného bodu se v náčrtu vyznačí podtržením čísla bodu.

Body základního polohového bodového pole a zhušťovací body se vyznačí mapovou značkou a úplným číslem bodu, nebo jen vlastním číslem bodu a číslem triangulačního listu uvedeným v závorce za vlastním číslem bodu. Body podrobného polohového bodového pole a pomocné měřické body se vyznačují mapovou značkou a jen svým pořadovým číslem, úplné číslo bodu se uvede jen u bodu očíslovaného v jiném katastrálním území. Body výškového bodového pole se vyznačují mapovou značkou a svým označením.

[11]

## 5. VÝPOČETNÍ PRÁCE

Naměřená data byla stažena pomocí programu Geoman, ve kterém byly zavedeny korekce dálek do kartografického zobrazení a z nadmořské výšky. Pro určení hodnoty tohoto koeficientu byly použity souřadnice bodu 4003. Veškeré výpočty byly provedeny v programu Groma v. 10.0.

Předč. Číslo	Y	X	Z
1 4001	583 708.82	1 139 537.18	487.81
1 4002	583 698.72	1 139 595.81	488.42
1 4003	583 734.71	1 139 770.49	486.19
1 4004	583 845.11	1 139 772.02	483.88
1 4005	583 972.31	1 139 700.33	465.54
1 4006	583 845.35	1 139 651.55	486.99
1 4007	583 864.87	1 139 577.44	490.69
1 4008	583 837.27	1 139 494.89	493.69
1 4009	583 819.72	1 139 413.17	496.11
1 4010	583 702.57	1 139 689.90	467.69
1 4011	583 750.90	1 139 621.29	470.90
1 4012	583 751.18	1 139 555.23	469.95
1 4013	583 851.91	1 139 713.85	466.08
1 4014	583 897.93	1 139 637.66	486.80
1 4015	583 896.66	1 139 684.76	463.13
1 4016	583 861.36	1 139 666.83	478.09
1 4017	583 897.31	1 139 737.71	463.56
1 4018	583 870.28	1 139 704.93	465.31
1 4019	583 828.67	1 139 729.48	466.78
1 4020	583 801.86	1 139 682.87	483.04
1 4021	583 783.16	1 139 731.84	475.51
1 4022	583 807.68	1 139 709.79	475.85
1 4023	583 779.09	1 139 653.05	482.65
1 4024	583 767.33	1 139 708.71	479.76
1 4025	583 761.80	1 139 673.63	479.41
1 4026	583 788.52	1 139 624.65	474.24
1 4027	583 789.66	1 139 593.20	485.74
1 4028	583 735.85	1 139 669.69	467.78

Předč. Číslo	Hřz	Z	Vod.délka	dH	Signál	Popis
70100001 4002					1.560	STAN
70100001 4001	306.5928	100.8538	59.425		1.390	OR
70100001 4003	128.3123	100.8411	178.373		1.390	OR
70100001 4010	117.9755	100.5880	94.196		1.390	OR
70100001 4011	186.4410	97.4793	58.092		1.390	OR
70100001 4012	257.2829	98.6937	66.320		1.390	OR
70100001 1	318.8052	100.3900	41.632		1.390	CES
70100001 2	310.4808	100.3646	41.071		1.390	CES
70100001 3	306.2608	100.5258	33.079		1.390	CES
70100001 4	316.0636	100.6442	30.575		1.390	CES
70100001 5	311.8930	101.0102	21.840		1.390	CES
70100001 6	297.0126	100.9450	23.625		1.390	CES
70100001 7	280.9462	101.5786	16.101		1.390	CES
70100001 8	301.2122	101.9640	12.854		1.390	CES
70100001 9	254.4640	105.3526	5.600		1.390	CES
70100001 10	239.6508	102.8870	11.004		1.390	CES
70100001 11	191.7904	102.6292	12.859		1.390	CES
70100001 12	163.2884	103.0312	9.617		1.390	CES
70100001 13	146.2234	101.8602	17.701		1.390	CES
70100001 14	162.7050	101.8852	21.143		1.390	CES
70100001 15	152.6936	101.3362	29.045		1.390	CES
70100001 16	139.4286	101.3084	27.242		1.390	CES
70100001 17	136.5900	101.1434	36.623		1.390	CES
70100001 18	145.9604	101.1604	39.162		1.390	CES
70100001 19	142.5956	101.0060	46.683		1.390	CES
70100001 20	134.6182	100.9284	48.326		1.390	CES
70100001 21	133.6686	100.8390	57.403		1.390	CES

Obr. č.20: Prostředí programu Groma v. 10.0

Souřadnice byly počítány v souřadnicovém systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). Ten je definován Besselovým elipsoidem, Křovákovým zobrazením (dvojitě konformní kuželové zobrazení v obecné poloze) a S-JTSK. Za počátek pravoúhlé rovinné soustavy byl zvolený obraz vrcholu kuželu. Kladný směr osy X směřuje k jihu, osa Y směřuje na západ. Výšky byly počítány ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv).

Číslování bodů bylo provedeno podle vyhlášky 357/2013 Sb. „Podrobný bod, pomocný měřický bod a pomocný bod pro výpočet se označují číslem a příslušností ke katastrálnímu území. Číslo bodu se skládá z čísla záznamu podrobného měření změn (ZPMZ) a vlastního čísla bodu. Podrobný bod má vlastní číslo v rozmezí 1 až 3999, pomocný bod má vlastní číslo od čísla 4001 včetně. Úplné číslo bodu je devítimístné, kde prvních pět číslic je číslo záznamu podrobného měření změn a poslední čtyři číslice jsou vlastním číslem bodu.“ [18]

Po dohodě s vedoucím bakalářské práce a ostatními studenty, kteří vyhotovují navazující bakalářské práce jsem zvolil číslo ZPMZ 00003.

### **5.1. Výpočet pomocné měřické sítě**

Použité metody:

- Technologie GNSS (9 bodů PMS)
- Polygonový pořad ( 16 bodů PMS)
- Metoda rajónu (6 bodů PMS)
- Volné polární stanovisko (1 bod PMS)

#### **Technologie GNSS:**

Poloha bodu musí být určena ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou. Opakované měření GNSS musí být nezávislé a musí být provedeno při nezávislém postavení družic. Odstup dvojího měření tentýž den musí být minimálně 1 hodinu (3 hodiny v případě špatného geometrického rozmístění družic) [19]

Jelikož se v blízkosti lokality nenacházel žádný stávající bod polohového nebo výškového bodového pole, tak byly touto metodou určeny body 4001- 4009 aby bylo možné připojit měření do S-JTSK a Bpv. Některé z této bodů jsou společné pro navazující bakalářské práce.

číslo bodu	Y[m]	X[m]	H[m]
000034001	583706.82	1139537.18	467.81
000034002	583698.72	1139595.81	468.42
000034003	583734.71	1139770.49	466.19
000034004	583845.11	1139772.02	463.88
000034005	583972.31	1139700.33	465.54
000034006	583845.35	1139651.55	486.99
000034007	583864.87	1139577.44	490.69
000034008	583837.27	1139494.89	493.69
000034009	583819.72	1139413.17	496.11

Tab. č.2: Seznam souřadnic bodů určených technologií GNSS

### **Polygonový pořad:**

„Polygonový pořad je definován jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Jeho vrcholy jsou polygonové body a spojnice polygonových bodů se nazývají polygonové strany. K určení polohy polygonových bodů se měří na polygonových bodech osnovy směrů, z nichž se určí vrcholové úhly. Délky stran se měří dvakrát - tam a zpět. Orientace pořadů se provádí směrovým připojením z koncových bodů pořadů na body ZBPP, zhušťovací body a body PBPP.“ [20] Délka polygonového pořadu tvořeného pomocnými body nesmí být větší než 2000m.

Byly změřeny čtyři oboustranně připojené a oboustranně orientované polygonové pořady. Z prvního polygonového pořadu byly určeny souřadnice bodů 4014, 4015 a 4017. Z druhého polygonového pořadu byly určeny souřadnice bodů 4011, 4028 a 4010. Z třetího polygonového pořadu byly určeny souřadnice bodů 4020, 4021, 4024, 4025, 4023, 4026, 4011, 4027 a 4030. Ze čtvrtého polygonového pořadu byly určeny souřadnice bodů 4031, 4032 a 4030. Souřadnice bodů 4011 a 4030 byly určeny 2x a průměr těchto souřadnic se považuje za správné souřadnice.

Parametry pro všechny 4 polygonové pořady a jejich mezní odchylky byly dodrženy. Viz. Příloha č.2.1. Výpočet PMS.

### **Metoda rajónu:**

Délka rajónu může být nejvíce 1000m, nesmí ale být větší než je délka k nejbližšímu orientačnímu bodu. Pokud je délka rajónu větší než 800m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. [11]

Rajóny byly voleny tak, aby na sebe navazovaly nanejvýš tři a aby součet jejich délek nebyl větší než 250m. Touto metodou byly určeny body 4012, 4013, 4016, 4019, 4022 a 4029. Příloha č.2.1. Výpočet PMS.

### **Volné polární stanovisko:**

Při této metodě se orientuje na nejméně tři známé body do vzdálenosti 1500 m. Úhel protnutí mezi směrem s měřenou délkou a ostatními orientačními směry na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 až 170 gradů. Pokud je délka rajónu větší než 800m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. [21]

Touto metodou byl určen pouze bod 4018. Příloha č.2.1. Výpočet PMS.

## **5.2. Výpočet podrobných bodů**

Fyzikální korekce byly zavedeny v přístroji před měřením. Naměřená data byla stažena pomocí programu Geoman, v tomto kroce byly zavedeny korekce dálek do kartografického zobrazení a z nadmořské výšky. Pro určení hodnoty tohoto koeficientu byly použity souřadnice bodu 4003. Výpočet PMS proběhl v programu Groma v. 10.0. pomocí funkce polární metoda dávkou a k určení souřadnic podrobných bodů bylo použito dříve určených 32 bodů PMS.

## **5.3. Testování přesnosti**

Dosažená přesnost byla ověřena pomocí identických bodů. Identické body byly voleny tak, aby byly rozmístěny rovnoměrně po celé lokalitě.

Testování přesnosti bylo provedeno dle kritérií pro 3. třídu přesnosti uvedených v normě ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*.

Podrobné body se pro ověření přesnosti vyberou tak, že:

- a) jsou jednoznačně identifikovatelné
- b) tvoří reprezentativní výběr
- c) jsou rozmístěny po celém území
- d) nezahrnuje body umístěné v bezprostřední blízkosti bodů bodového pole, které byly použity při tvorbě nebo údržbě mapy.

Rozsah reprezentativního výběru se stanoví počtem nejméně 100 bodů (u souřadnic a výšek) nebo nejméně 100 dvojic bodů (u délek jejich spojnic). [22]

### 5.3.1. Testování polohopisné složky

Dosažení přesnosti určení souřadnic podrobných bodů se ověřuje:

- a) v průběhu tvorby nebo údržby mapy pomocí oměrných měr objektů nebo kontrolním měřením délek přímých spojnic jiných vybraných dvojic podrobných bodů a jejich porovnáním s délkami, vypočtenými ze souřadnic.
- b) u výsledné formy mapy nezávislým kontrolním zaměřením a výpočtem souřadnic výběru podrobných bodů a jejich porovnáním s jejich výslednými souřadnicemi nebo kontrolním zaměřením délek přímých spojnic podrobných bodů výběru a jejich porovnáním s délkami, vypočtenými ze souřadnic.

K testování přesnosti souřadnic  $x, y$  podrobných bodů se vypočtou pro body výběru rozdíly souřadnic.

$$\Delta x = x_1 - x_2, \Delta y = y_1 - y_2,$$

kde  $x_1, y_1$  jsou souřadnice získané z prvního určení souřadnic,  $x_2, y_2$  jsou souřadnice získané z kontrolního určení souřadnic.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední souřadnicové chyby  $s_{xy}$ , vypočtené jako kvadratický průměr středních chyb souřadnic  $s_x, s_y$ , které se určí ve výběru o rozsahu  $N$  bodů 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 hodnota  $k=2$ , protože kontrolní měření bylo provedeno stejnou metodou, hodnota  $N$  je počet vybraných bodů.

Přesnost určení souřadnic se pokládá za vyhovující, když

I) polohové odchylky vypočtené ze vztahu

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

vyhovují kritériu

$$[\Delta p] \leq 1,7 u_{xy}$$

kde  $u_{xy} = 0,14\text{m}$  pro třetí třídu přesnosti

II) je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. výběrová střední souřadnicová chyba  $s_{xy}$ , vypočtená ze vztahu

$$s_{xy} = \sqrt{\frac{1}{2} s_x^2 + s_y^2}$$

vyhovuje kritériu

$$s_{xy} \leq \omega_{2N} \cdot u_{xy}$$

kde  $u_{xy} = 0,14\text{m}$  pro třetí třídu přesnosti a  $\omega_{2N} = 1,10$

[22]

### 5.3.2. Testování výškopisné složky

Dosažení přesnosti výsledků výškopisu se ověřuje nezávislým kontrolním měřením a určením výšek podrobných bodů výběru a jejich porovnáním s výškami uvedenými v mapě nebo určenými z vrstevnic.

K testování přesnosti výšek podrobných bodů se pro body výběru vypočtou rozdíly výšek

$$\Delta H = H_1 - H_2$$

kde  $H_1$  je výška získaná z prvního určení,  $H_2$  je výška získaná z kontrolního určení

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední výškové chyby  $s_H$ , vypočtené ze vztahu

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

kde hodnota  $k=2$ , protože kontrolní měření bylo provedeno stejnou metodou, hodnota  $N$  je počet vybraných bodů.

Přesnost určení výšek se pokládá za vyhovující, když

I) hodnoty rozdílu výšek  $\Delta H$  vyhovují kritériu

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

II) je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. výběrová střední výšková chyba  $s_h$  vyhovuje kritériu

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$$

kde  $u_H = 0,12m$  pro třetí třídu přesnosti a  $\omega_N = 1,1$

[22]

### 5.3.3. Zhodnocení testování přesnosti

Podmínka	dosažená hodnota (max. dosažená hodnota)	splnění podmínky
$[\Delta p] \leq 1,7 u_{xy}$ $[\Delta p] \leq 0,24m$	0,13m - max. na bodě 767	vyhovující pro všechny $[\Delta p]$
$s_{xy} \leq \omega_{2N} \cdot u_{xy}$ $[s_{xy}] \leq 0,15m$	$S_{XY} = 0,03m$	ano
$ \Delta H  \leq 2 u_H \cdot \sqrt{k}$ $[\Delta H] \leq 0,34m$	0,15m - max. na bodě 972	vyhovující pro všechny $[\Delta H]$
$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$ $[s_H] \leq 0,14m$	$S_H = 0,04m$	ano

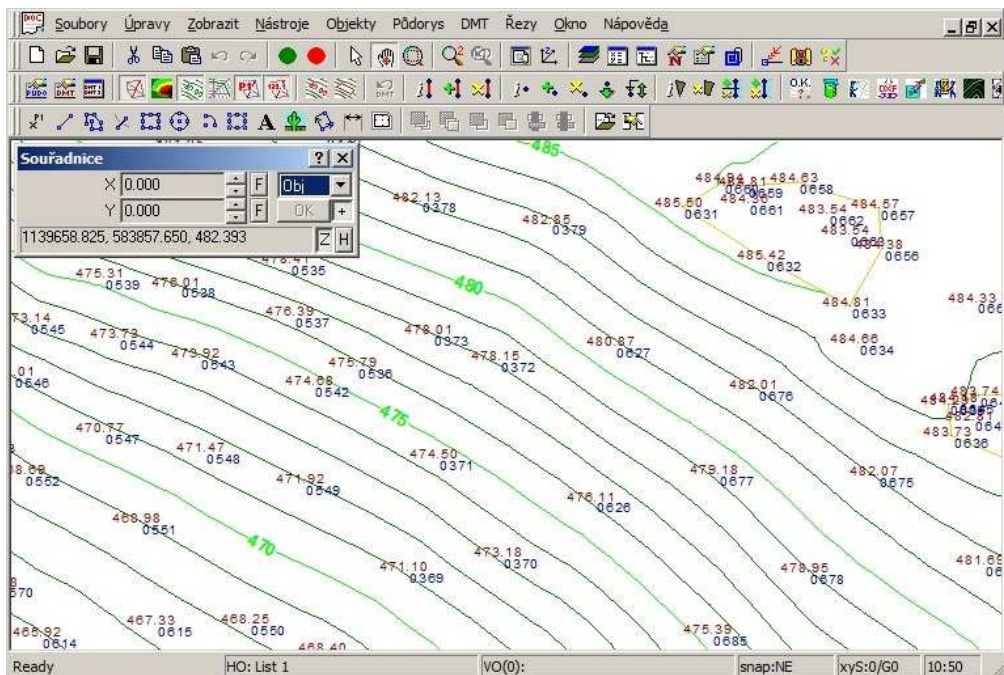
Tab. č.3: Zhodnocení testování přesnosti

Z dosažených hodnot vyplývá, že podmínky pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.* byly splněny. Viz. Příloha č.4 Testování přesnosti.

## 6. TVORBA MAPY

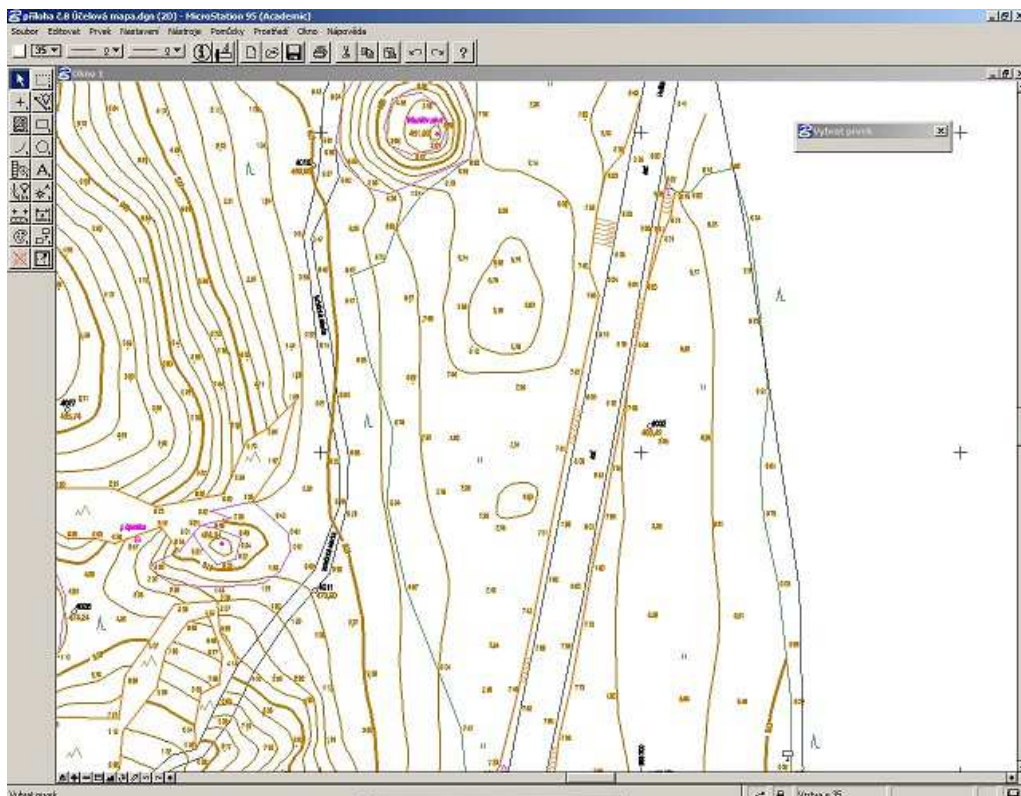
Mapa byla tvořena v programu Atlas DMT a Microstation 95 v souladu s normou ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.*. Nejprve se pracovalo v programu Atlas DMT. Zde byl vytvořen nový výkres, u kterého se nastavila velikost listu a byl generován nový model terénu, který vznikl na základě textového souboru, který obsahoval seznam souřadnic podrobných bodů. Tento seznam souřadnic byl upraven tak, aby neobsahoval body které se nehodí pro tvorbu vrstevnic (např. body PMS). Poté byl vložen model terénu pomocí funkce Vložit model terénu - Založit i s půdorysem a nastavilo se měřítko 1:500. Interval vrstevnic byl zvolen  $i=1\text{m}$  a zdůrazněná byla každá pátá vrstevnice.

Dále bylo pracováno s pracovními vrstevnicemi, které byly dále upravovány dle terénní kostry pomocí definování různého typu hran (jejich popis viz. kapitola 3.4.2. ) na kterých se interpolované vrstevnice ohýbaly a také byly definovány oblasti, ve kterých se neměly vykreslovat vrstevnice (např. skály nebo šrafované oblasti). Byly také smazány některé podrobné body terénu tak, aby vrstevnice co možná nejlépe vystihovali průběh terénu a aby se vytvořený model co nejvíce blížil skutečnosti. Následně proběhl výpočet vrstevnic, u kterého bylo nastaveno vyhlazení vrstevnic ve vlastnostech, pomocí počtu dílků, který byl nastaven na 10 a následně byly zdůrazněné vrstevnice okótovány. Tento model byl exportován do souboru s příponou dxf a importován do programu Microstation.



Obr. č.21: Prostředí programu Atlas DMT

Do programu Microstation 95 byly kromě tohoto modelu také importovány podrobné body (jejich čísla, výšky a značky) pomocí MDI aplikace Groma. V tomto programu byl vytvořen polohopis mapy, upraven výškopis o chyby způsobené výpočtem modelu, který byl následně doplněn o šrafy pomocí MDI aplikace MGEO. Pro tvorbu mapy byly použity atributy prvků a knihovna buněk a čar, které byly poskytnuty vedoucím bakalářské práce Ing. Petrem Kalvodou, Ph.D. Výkres byl následně doplněn dalšími údaji jako např. síť křížků souřadnicové sítě nebo popisová tabulka.



Obr. č.22: Prostředí programu Microstation 95

## 7. ZÁVĚR

Výsledkem této bakalářské práce je účelová mapa v měřítku 1 : 500 v zadané části lokality Holštejn, která bude sloužit pro potřeby CHKO Blansko.

Po zajištění patřičných podkladů a rekognoskaci terénu byla vybudována pomocná měřická síť, která byla připojena do S-JTSK a Bpv metodami GNSS, polygonového pořadu, rajónu a volného stanoviska a poté byly z těchto bodů tachymetricky zaměřeny podrobné body, tak aby byla dodržena kritéria přesnosti podrobných bodů daná 3. třídou přesnosti dle *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Mapování proběhlo ve dnech 13. 8. - 23. 8. 2012 a jeho obsahem bylo polohopisné a výškopisné zaměření zadané lokality, především závrtů, vstupů do jeskyň a průběh terénního reliéfu. K měření byla použita totální stanice Topcon GPT-3003 N.

Výpočty byly provedeny v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Pro výpočty byl použit program Groma v. 10.0, pro tvorbu mapy pak program Microstation 95 a Atlas DMT. Přesnost podrobného měření byla posouzena souřadnicovým a výškovým testováním přesnosti dle normy *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Dosažená výběrová střední souřadnicová chyba je 0,03m a výběrová střední chyba výšky je 0,04m. Z testování přesnosti vyplývá, že veškerá kritéria pro třetí třídu přesnosti byla dodržena (viz příloha č.4 Testování přesnosti).

Součástí této bakalářské práce je i několik příloh (viz. kapitola 11. Seznam příloh). Přílohy, které jsou vyhotoveny v digitální podobě, jsou obsaženy na CD-ROM nosiči.

## 8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Moravský kras. [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Moravsk%C3%BD\\_kras#Sloupsko-.C5.A0o.C5.A1.C5.AFvsk.C3.A9\\_jeskyn.C4.9B](http://cs.wikipedia.org/wiki/Moravsk%C3%BD_kras#Sloupsko-.C5.A0o.C5.A1.C5.AFvsk.C3.A9_jeskyn.C4.9B)
- [2] SEZNAM.CZ, A. S. *Mapový portál*. [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: [http://www.mapy.cz/#!d=muni\\_6156\\_1&x=16.777130&y=49.400199&z=14&l=16](http://www.mapy.cz/#!d=muni_6156_1&x=16.777130&y=49.400199&z=14&l=16),  
upraveno
- [3] SEZNAM.CZ, A. S. *Mapový portál*. [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: [http://www.mapy.cz/#!d=muni\\_6156\\_1&x=16.773746&y=49.397907&z=16&l=16](http://www.mapy.cz/#!d=muni_6156_1&x=16.773746&y=49.397907&z=16&l=16),  
upraveno
- [2] Bílá voda (přírodní rezervace). [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%ADl%C3%A1\\_voda\\_%28p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD\\_rezervace%29](http://cs.wikipedia.org/wiki/B%C3%ADl%C3%A1_voda_%28p%C5%99%C3%ADrodn%C3%AD_rezervace%29)
- [3] Wankelův závrt. [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Wankel%C5%AFv\\_z%C3%A1vrt](http://cs.wikipedia.org/wiki/Wankel%C5%AFv_z%C3%A1vrt)
- [4] Spirálka. [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Spir%C3%A1lka>
- [5] C 13. [online]. [cit. 30-09-2013]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/C\\_13](http://cs.wikipedia.org/wiki/C_13)
- [6] Jeskyně 13C. [online]. Dostupné z: <http://www.planivy.cz/cztxt/mapy/13c800.gif>
- [7] Fišer, Z., Vondrák, J.: *Mapování I*. VUT, CERM s. r. o. Brno 2005.
- [8] Plánka, L.: *Kartografie a základy GIS – Státní mapové dílo*. VUT FAST Brno 2006.
- [9] Plánka, L.: *Kartografie a základy GIS – Kartografická interpretace*. VUT FAST Brno 2006
- [10] Plánka, L.: *Kartografie a základy GIS – Úvod do kartografie*. VUT FAST Brno 2006
- [11] Kalvoda, P.: *Pokyn pro tvorbu účelové mapy* VUT FAST Brno 2011.
- [12] Terénní tvary. ŠIFFEL. [online]. Praha, 2008 [cit. 24-02-2014]. Dostupné z: <http://spszem.cz/storage/files/66/map2-si.pdf>
- [13] Závrt. [online]. [cit. 01-05-2014]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Z%C3%A1vrt>
- [14] Jeskyně. [online]. [cit. 01-05-2014]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Jeskyn%C4%9B>
- [15] Vondrák, J.: *Geodézie II – Geodetická cvičení II*. VUT FAST Brno 2004.

- [16] Totalní stanice topcon GPT3000LN. [online]. [cit. 25-02-2014]. Dostupné z: [http://www.geoserver.cz/zbozi\\_files/313/totalni-stance-topcon-GPT3000LN.pdf](http://www.geoserver.cz/zbozi_files/313/totalni-stance-topcon-GPT3000LN.pdf)
- [17] Leica GPS Systém 1200 [online]. [cit. 28-04-2014]. Dostupné z: [http://www.gefos-leica.cz/ftp/GPS/Navody/CZ\\_Rychlonavody/GPS1200\\_rychlonavod.pdf](http://www.gefos-leica.cz/ftp/GPS/Navody/CZ_Rychlonavody/GPS1200_rychlonavod.pdf)
- [18] Vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška)
- [19] Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou s provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením
- [20] Nevosád, Z., Vitásek, J.: *Geodézie II – Průvodce předmětem geodézie II*. VUT FAST Brno 2004.
- [21] Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, Vydal: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2007  
Dostupné z <http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK.aspx>
- [22] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Praha: Vydavatelství norem, 1990

## **9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

CHKO - Chráněná krajinná oblast

S-JTSK - Systém jednotné sítě katastrální

Bpv - Balt po vyrovnání

GNSS - Global navigation satellite system (globální družicový polohový systém)

GPS - Global positioning system (globální polohovací systém)

PMS - Pomocná měřická síť

ZPMZ - Záznam podrobného měření změn

ČSN - Česká státní norma

ZBPP - Základní bodové polohové pole

PBPP - Podrobné bodové polohové pole

DMT – Digitální model terénu

## 10. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

### 10.1. Seznam obrázků

Obr. č.1: CHKO Moravský kras.....	12
Obr. č.2: Přírodní rezervace Bílá voda.....	13
Obr. č.3: Přibližné hranice zadané lokality.....	14
Obr. č.4: Wanklův závrť.....	15
Obr. č.5: Vstup do jeskyně Spirálka.....	15
Obr. č.6: Vstup do jeskyně Třináctka.....	16
Obr. č.7: Schéma jeskyně Třináctky.....	16
Obr. č.8: Kóty.....	20
Obr. č.9: Vrstevnice.....	21
Obr. č.10: Spočinek.....	24
Obr. č.11: Sedlo.....	25
Obr. č.12: Svahový hřbet úzký (vlevo) a široký (vpravo).....	25
Obr. č.13: Úžlabí.....	26
Obr. č.14: Rokle.....	26
Obr. č.15: Tvary údolního dna.....	26
Obr. č.16: Závrť.....	27
Obr. č.17: Jeskyně.....	28
Obr. č.18: Topcon GPT-3003 N.....	30
Obr. č.19: Leica GPS System 1200, type GX 1230 GG.....	31
Obr. č.20: Prostředí programu Groma v. 10.0.....	34
Obr. č.21: Prostředí programu Atlas DMT.....	41
Obr. č.22: Prostředí programu Microstation 95.....	42

### 10.2. Seznam tabulek

Tab. č.1: Parametry totální stanice.....	30
Tab. č.2: Seznam souřadnic bodů určených technologií GNSS.....	36
Tab. č.3: Zhodnocení testování přesnosti.....	40

## 11. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 Zápisník měření (D, 26 stran A4, formát zap, pdf)

Příloha č.2.1 Výpočet PMS (D, 14 stran A4, formát pro, pdf)

Příloha č.2.2 Výpočet podrobných bodů (D, 80 stran A4, formát pro, pdf)

Příloha č.3.1 Seznam souřadnic a výšek PMS (D, 1 strana A4, formát txt, pdf)

Příloha č.3.2 Seznam souřadnic a výšek podrobných bodů (D, 19 stran A4, formát txt, pdf)

Příloha č.4 Testování přesnosti (D, 4 strany A4, formát ods, pdf)

Příloha č.5 Náčrty (D, 2 strany A3, formát pdf)

Příloha č.6 Přehledka PMS (D, formát dgn, pdf)

Příloha č.7 Tabulka atributů (D, 1 strana A4, formát pdf)

Příloha č.8 Účelová mapa (D, formát dgn, pdf + T, 1x A1)

T - tištěná podoba

D - digitální podoba