

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

---

KATEDRA: KATEDRA KRAJINNÉHO MANAGEMENTU

SEKCE: SEKCE POZEMKOVÝCH ÚPRAV

OBOR: POZEMKOVÉ ÚPRAVY A PŘEVODY NEMOVITOSTÍ

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad  
ke sledování dlouhodobých změn krajiny

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Magdalena Maršíková

Autor:

Tereza Arnoštová

---

2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Katedra pozemkových úprav  
Akademický rok: 2008/2009

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tereza ARNOŠTOVÁ**  
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny.**

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

Cílem práce je zaměřit polohopis a výškopis v části povodí Jenína a výsledky měření zpracovat pro další využití.

- rekognoscace terénu a stávajícího bodového pole
- zhodnocení stávající sítě bodového pole a jeho případné doplnění
- podrobné zaměření situace pro polohopisné a výškopisné zpracování
- výpočetní práce
- grafické zpracování polohopisného a výškopisného plánu

Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Pokora, M., a kol.: Geodézie pro stavební fakulty. Praha, 1984.  
Podborský, I., a kol.: Podrobné mapování. Praha, 1980.  
Pažourek, J., a kol.: Mapování. Brno, 1992.  
Fišer, Z., a kol.: Mapování I, II. Brno, 2004.  
Maršík, Z., Maršíková, M.: Geodézie II. České Budějovice, 2002.  
Blažek, R., a kol.: Geodézie 30. Praha, 1997.  
Nevosád, Z., a kol.: Geodézie II, III. Brno, 1999  
Vyhláška č. 26/2007 Sb., Praha, 2007  
Návod pro obnovu katastrálního operátu. ČÚZK, Praha, 1997

Vedoucí diplomové práce: Ing. Magdalena Maršíková  
Katedra pozemkových úprav

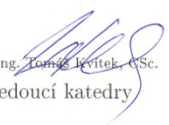
Datum zadání diplomové práce: 30. března 2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

V. Z.   
prof. Ing. Miloslav Soch, CSC.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Tomáš Levítek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. března 2009

## **Anotace**

Téma mé diplomové práce bylo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny. Zaměření zájmového území bylo provedeno poblíž obce Jenín. Jenín se nachází v katastrálním území Jenín, obec Dolní Dvořiště, okres Český Krumlov. Rozloha mapovaného území byla 40 ha. Úkolem této práce bylo vytvoření polohopisného a výškopisného plánu v měřítku 1 : 1 000. Vyhotovení mapy předcházela rekognoskace terénu a stávajícího bodového pole, návrh a stabilizace bodů PBPP, zaměření podrobných bodů, výpočetní práce a grafické zpracování. Lokalita byla podrobně zaměřena elektronickou tachymetrickou metodou. Poloha podrobných bodů byla určena polárně, výšky byly vypočteny trigonometricky. Souřadnice všech bodů jsou určeny v systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

**Klíčová slova:** tachymetrická metoda, zaměření polohopisu a výškopisu, mapovací práce, bodové pole

## **Annotation**

The theme of this thesis was a detailed planimetric survey and altimetric survey in a part of the basin of Jenín as a map base to monitor long-term landscape changes. Location of this area was performed near the town of Jenín. Jenín is located in the cadastre unit of Jenín, the town of Dolní Dvořiště, Český Krumlov region. The extent of the mapped area is 40 ha. The aim of this study was to make a planimetric map and a topographic map on a scale of 1:1000. Terrain reconnaissance and current minor control reconnaissance anticipated the map execution as well as the point monumentation proposal and location of detailed survey points, computational process and cartographic works. The area was located by tacheometry. Location of detailed survey points was settled by polar method, heights were measured trigonometrically. Position data of all points are given in the Uniform Trigonometric Cadastral Network and hypsographic Baltic Vertical system.

**Keywords:** tacheometry, planimetric survey, altimetric survey, mapping, minor control

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma „Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny“, jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Písku dne 20. dubna 2010

Podpis:

## **Poděkování**

Na tomto místě chci poděkovat vedoucí diplomové práce Ing. Magdaleně Maršíkové za její odborné rady a cenné poznatky při zpracování mé diplomové práce. Poděkování patří i Ing. Martinu Pavlovi za vstřícnost a pomoc při práci s totální stanicí. Dále děkuji své spolužačce Zuzaně Krejčíkové za pomoc při zaměřování.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	9
<b>2. Teoretická část</b> .....	10
2.1. Pozemkové úpravy .....	10
2.2. Měřické body .....	11
2.3. Polohové bodové pole.....	12
2.3.1. Rozdělení polohového bodového pole.....	12
2.3.2. Základní polohové bodové pole.....	12
2.3.3. Zhušťovací body .....	13
2.3.4. Podrobné polohové bodové pole.....	13
2.3.5. Dokumentace geodetického bodu.....	14
2.4. Výškové bodové pole.....	15
2.4.1. Rozdělení výškového bodového pole .....	15
2.4.2. Stabilizace výškových bodů.....	15
2.4.3. Dokumentace výškových bodů.....	16
2.4.4. Výškové systémy .....	16
2.5. Doplnění bodového pole.....	17
2.5.1. Geodetické metody .....	17
2.5.2. Technologie GNSS .....	19
2.5.3. Fotogrammetrické metody .....	20
2.5.4. Číslování bodů polohových bodových polí .....	20
2.6. Přípravné práce .....	22
2.6.1. Měřický náčrt a zápisník.....	22
2.7. Polohopisné měření .....	25
2.7.1. Pomocné a podrobné měřické body.....	25
2.7.2. Způsoby měření polohopisu.....	25
2.7.2.1. Polární metoda .....	26
2.7.2.2. Ortogonální metoda.....	27
2.7.2.3. Metoda konstrukčních oměrných.....	27
2.7.2.4. Metoda kontrolních oměrných .....	28
2.8. Výškopisné měření .....	29
2.8.1. Terénní reliéf.....	29
2.8.2. Metodika a metody měření výškopisu .....	29
2.8.2.1. Plošná nivelace.....	30
2.8.2.2. Tachymetrie .....	30

2.8.3. Určování výšek .....	33
2.8.3.1. Trigonometrická metoda .....	33
2.9. Přístroje a pomůcky .....	35
2.10. Zobrazovací práce .....	36
2.10.1. Zobrazení polohopisu .....	36
2.10.2. Zobrazení výškopisu .....	36
2.10.3. Ověření kvality výškopisného plánu .....	37
<b>3. Cíl práce .....</b>	<b>39</b>
<b>4. Metodika .....</b>	<b>40</b>
<b>5. Výsledky .....</b>	<b>41</b>
5.1. Charakteristika zájmového území .....	41
5.2. Přípravné práce .....	43
5.1.2. Technické podklady .....	43
5.1.3. Rekognoskace terénu .....	44
5.1.4. Volba měřických přístrojů a metod .....	45
5.2. Geodetické práce v terénu .....	47
5.2.1. Doplnění PBPP .....	47
5.2.2. Postup jednotlivých úkonů na stanovisku .....	47
5.2.3. Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu .....	49
5.2.4. Záznam výsledků měření .....	50
5.3. Výpočetní práce .....	51
5.3.1. Přečíslování bodů .....	51
5.3.2. Výpočet podrobných bodů .....	54
5.4. Grafické práce .....	56
5.4.1. Tvorba polohopisu .....	56
5.4.2. Tvorba výškopisu .....	57
5.4.3. Ověření přesnosti výškopisu .....	62
<b>6. Závěr .....</b>	<b>65</b>
Seznam použitých zkratk .....	66
Seznam obrázků a tabulek .....	67
Seznam příloh .....	68
Seznam použité literatury .....	69



# 1. Úvod

Téma mé diplomové práce bylo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny. Zaměření zájmového území jsem provedla poblíž obce Jenín. Jenín se nachází v katastrálním území Jenín, obec Dolní Dvořiště, okres Český Krumlov. Rozloha mapovaného území byla cca 40 ha.

Před samotným zahájením mapování území bylo nutné provést pochůzku terénem, tzv. rekognoskaci terénu. Během rekognoskace jsem provedla porovnání skutečného stavu se stavem zakresleným v mapě. Po vybudování bodového pole (tento úkon nebyl předmětem mé diplomové práce) byla podrobně zaměřena situace pro polohopisné a výškopisné zpracování. Výsledky měření byly zpracovány v programu Groma. Po výpočetních pracích bylo provedeno grafické zpracování polohopisného a výškopisného plánu v měřítku 1 : 1 000.

Téma podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny jsem si zvolila z několika důvodů. Především mi byla velmi sympatická představa, že se nejedná pouze o práci vykonávanou v kanceláři, nýbrž i o úkony spojené se zaměřováním v terénu. A ačkoliv by to na první pohled nemuselo být zřejmé, toto téma má velmi společného i s pozemkovými úpravami, které jsou předmětem mého studia. Podrobné zaměření polohopisu a v některých případech i výškopisu, je nedílnou součástí pozemkových úprav a to zejména ve fázi zaměřování obvodu pozemkové úpravy.

Diplomová práce je rozdělena na čtyři hlavní části. První část tvoří teoretická část, ve které je zpracována literární rešerše, jenž slouží jako teoretický základ pro zpracování daného téma. Dalšími částmi jsou cíl, metodika a výsledky práce. Výslednou podobu práce doutvají úvod, závěr, přílohy a seznam použité literatury.

## 2. Teoretická část

### 2.1. Pozemkové úpravy

Pozemkovými úpravami se ve veřejném zájmu prostorově a funkčně uspořádávají pozemky, scelují se nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost a využití pozemků a vyrovnání jejich hranic tak, aby se vytvořily podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. V těchto souvislostech se k nim uspořádávají vlastnická práva a s nimi související věcná břemena. Současně se jimi zajišťují podmínky pro zlepšení životního prostředí, ochranu a zúrodnění půdního fondu, vodní hospodářství a zvýšení ekologické stability krajiny. Výsledky pozemkových úprav slouží pro obnovu katastrálního operátu a jako nezbytný podklad pro územní plánování.

Pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav. Pokud je nutné vyřešit pouze některé hospodářské potřeby (například urychlené scelení pozemků, zpřístupnění pozemků) nebo ekologické potřeby v krajině (například lokální protierozní opatření nebo protipovodňové opatření) nebo když se pozemkové úpravy mají týkat jen části katastrálního území, provádějí se formou jednoduchých pozemkových úprav. [14]

Komplexní pozemková úprava má několik dílčích částí. Jednou z těchto částí je zaměření obvodu KPÚ a zaměření podrobných bodů katastrálního území, kde KPÚ probíhá.

Podkladem pro návrh KPÚ je podrobné zaměření polohopisu, příp. výškopisu ObPÚ. Mají-li být výsledky PÚ způsobilé k převzetí do katastru nemovitostí a využitelné pro následnou obnovu katastrálního operátu, musí splňovat ustanovení obecně závazných právních předpisů, zejména zákona č.344/1992 Sb. a vyhlášky č.190/1996 Sb.

Podrobné body se obvykle zaměřují polární metodou. Nejběžnější způsob měření výškopisu je číselná tachymetrie. [4]

## 2.2. Měřické body

Sít' pevných bodů, které jsou v terénu trvale stabilizovány a jsou známy jejich souřadnice, je předpoklad každého geodetického měření. Proto je nutno všechny zeměměřické práce připojit k tzv. měřickým bodům. Tyto body jsou trvale stabilizovány, popř. signalizovány a je k nim vyhotovena dokumentace geodetických údajů.

Geodetické body se rozdělují podle účelu, za kterým byly vybudovány na:

- polohové geodetické body,
- výškové geodetické body,
- tíhové geodetické body.

Bod jednoho bodového pole může současně patřit i do jiného bodového pole.

Geodetické body vytváří bodová pole, ta lze rozdělit na základní a podrobná. Práce v základních bodových polích provádí Český úřad zeměměřický a katastrální, který je k těmto pracím pověřen státem.

Geodetické polohové body se počítají v S-JTSK. Ve výkresech musí být nad popisovým polem uvedeno označení souřadnicového systému. Označení výškového systému je opět nutno uvádět nad popisovým polem výkresů (plánů).

## 2.3. Polohové bodové pole

### 2.3.1. Rozdělení polohového bodového pole

Polohové bodové pole obsahuje:

- základní polohové bodové pole (ZPBP), které tvoří
  - body referenční sítě nultého řádu,
  - body Astronomicko-geodetické sítě (závazná zkratka „AGS“),
  - body České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka „ČSTS“),
  - body geodynamické sítě,
- zhušťovací body,
- podrobné polohové bodové pole (PBPP). [12]

Polohové bodové pole se vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou  $m_{xy}$ .

### 2.3.2. Základní polohové bodové pole

Body České státní trigonometrické sítě lze též nazývat jen jako trigonometrické body. Poloha bodu je volena tak, aby nebyl ohrožen, jeho signalizace byla jednoduchá a byl využitelný pro připojení bodů polohového bodového pole. [12]

Stabilizace trigonometrických bodů se v terénu často provádí kamenným hranolem délky asi 0,8 m, jehož hlava tvaru krychle o straně 0,2 m má na horní ploše vytesaný křížek ve směru úhlopříček. Tato povrchová značka je jištěna dvěma podzemními značkami. Obvykle jde o kamennou a skleněnou desku s křížkem na horní ploše, uložené asi 0,2 m pod předcházející značkou. Stabilizační značky musí být umístěny na svislici s přesností 3 mm. Jáma se poté zasype odlišným materiálem, který slouží k usnadnění vyhledání značky. [6]

Z trigonometrického bodu musí být z výšky měřického přístroje zajištěna orientace (viditelný směr) na jiný trigonometrický bod nebo zhušťovací bod nebo trvalý a jednoznačně identifikovatelný bod (orientační směr) nebo zřízený orientační bod.

### 2.3.3. *Zhušťovací body*

Poloha zhušťovacího bodu se volí tak, aby nebyla ohrožena stabilizace bodu a přitom byl bod využitelný pro zeměměřické činnosti.

Zhušťovací bod se stabilizuje povrchovou a jednou podzemní značkou. Povrchovou značkou je kamenný hranol o celkové délce nejméně 700 mm s opracovanou hlavou o rozměrech 160 mm x 160 mm x 100 mm s vytesaným křížkem ve směru úhlopříček na horní ploše hlavy. Podzemní značkou je kamenná deska o rozměrech nejméně 200 mm x 200 mm x 70 mm s obdobným křížkem jako na povrchové značce. Podzemní značka je umístěna pod povrchovou značkou ve vzdálenosti minimálně 200 mm. Středů křížků, ke kterým se vztahují souřadnice, musí být umístěny ve svislici s mezní odchylkou 5 mm. [12]

### 2.3.4. *Podrobné polohové bodové pole*

Podrobné polohové bodové pole se skládá z pevných bodů PBPP a z dočasně stabilizovaných bodů. [11]

Body PBPP se volí především na objektech trvalého rázu nebo na jiných místech tak, aby co nejméně omezovaly vlastníka v užívání pozemků, například v obvodu dopravních komunikací.

Pokud nejsou pro umístění bodů PBPP vhodné objekty, potom se výjimečně stabilizují kamennými hranoly o celkové délce nejméně 500 mm a s opracovanou hlavou o rozměrech nejméně 120 mm x 120 mm x 70 mm. Byl-li již v místě pevně osazen k jinému účelu opracovaný kámen o stejných rozměrech, použije se po doplnění křížkem nebo důlkem.

Zaměření každého bodu PBPP se provede nezávisle nejméně dvakrát. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů.

Charakteristikou přesnosti určení souřadnic x, y bodů PBPP je střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$ , daná vztahem

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{(m_x^2 + m_y^2)}{2}}$$

kde

$m_x$ ...střední chyba určení souřadnic x,

$m_y$ ...střední chyba určení souřadnic y.

PBPP se vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou 0,06 m a vztahuje se k nejbližším bodům ZPBP a zhušťovacím bodům.

V závislosti na velikosti střední souřadnicové chyby lze určit kód kvality podrobných bodů. [13]

Tab. 2-1 Kódy kvality

Kód kvality	Základní střední souřadnicová chyba $m_{xy}$ (m)
3	0,14
4	0,26
5	0,50

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2009

### 2.3.5. Dokumentace geodetického bodu

Ke každému bodu se vyplňuje předepsaný formulář. Na tomto formuláři jsou uvedeny geodetické údaje, jejichž součástí je místopis, který slouží k vyhledání bodu v terénu. Uživatelé si sami musí ověřit, zda se geodetické údaje (poloha, výška, apod.) nezměnily. [6]

## 2.4. Výškové bodové pole

### 2.4.1. Rozdělení výškového bodového pole

Výškové bodové pole obsahuje:

- základní výškové bodové pole, které tvoří
  - základní nivelační body,
  - body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka „ČSNS“)
- podrobné výškové bodové pole, které tvoří
  - nivelační sítě IV. řádu,
  - plošné nivelační sítě,
  - stabilizované body technických nivelací.

Nivelační síť je budována tak, aby vzdálenost nivelačních bodů v nivelačních pořadech v nezastavěném území byla menší než 1,0 km a v zastavěném území byla v průměru 0,3 km. [12]

### 2.4.2. Stabilizace výškových bodů

Stabilizace výškových bodů je přirozená nebo umělá. Přirozená stabilizace se užívá u základních nivelačních bodů, kde vlastním bodem je vybroušená vodorovná ploška 150 mm x 150 mm na rostlé skále. Pro umělou stabilizaci se užívají značky z hmot, které odolávají vlhkosti a kyselinám (litina, slitina mědi a hliníku). Značky se umísťují se tak, aby nad nimi byl volný prostor pro svislé postavení nivelační latě. [6]

Body výškového pole jsou stabilizovány jedním z následujících způsobů:

- skalní značkou, kterou je vyhlazená ploška nebo vodorovná ploška s polokulovým vrchlíkem uprostřed,
- hřbovou značkou, která se osazuje shora do vodorovné plochy skal, vybraných staveb nebo do horní plochy nivelačního kamene,
- hřbovou značkou, která je osazena shora do vodorovné plochy nebo ze strany do svislé plochy skal a vybraných staveb,
- hřbovou značkou pro hloubkové stabilizace,
- hřbovou značkou pro tyčové stabilizace,

- čepovou značkou s označením „Státní nivelace“ pro nivelační body základního výškového bodového pole nebo bez označení pro nivelační body podrobného výškového pole. [1]

#### 2.4.3. Dokumentace výškových bodů

Pro každý výškový bod jsou vyhotoveny nivelační údaje, které obsahují označení bodu, kde se nachází, nadmořskou výšku v systému Bpv, situační nákres a popis, druh značky, pro snazší vyhledání zeměpisné souřadnice (lze využít přístroje GPS), kdo a kdy stabilizoval bod a vyhotovil nivelační údaje. [6]

#### 2.4.4. Výškové systémy

- Jaderský výškový systém

ČSR byl převzat z bývalého Rakouska-Uherska, v současnosti je značen ČSJNS/J. Počátek tohoto systému je vztažen k vodočtu na molu Sartorio v italském Terstu.

- Systém severních výšek

Tento německý systém je odvozen od normálního nulového bodu (NN), vztaženého k vodočtu v Amsterdamu. V době 2. světové války byly do tohoto systému přepočítávány body ČSJNS zejména v povodí Labe (přibližný převod:  $NN = J - 0,25 \text{ m}$ ).

- Balt po vyrovnání

Závazný výškový systém ČR a SR se zkratkou Bpv. Je odvozen od vodočtu v ruském Kronštatu. Byl používán jako jednotný systém evropských zemí bývalé Rady vzájemné hospodářské pomoci. Přibližně platí převod:  $Bpv = J - 0,40 \text{ m}$ . [11]



## 2.5. Doplnění bodového pole

Po rekognoscaci terénu následuje doplnění PBPP novými body PBPP. Body jsou orientovány na body základního bodového pole nebo PBPP stejné nebo vyšší třídy přesnosti. Body jsou voleny takovým způsobem, aby jejich rozmístění umožňovalo úplné zaměření všech podrobných bodů. Metody pro doplnění bodového pole lze rozdělit na geodetické, fotogrammetrické a technologie GNSS.

### 2.5.1. Geodetické metody

Body PBPP se zaměřují následujícími metodami:

a) plošnými sítěmi s měřeními vodorovnými úhly a délkami,

b) polygonovými pořady oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými. Polygonové pořady kratší než 1,5 km mohou být jednostranně orientované, popř. neorientované (vetknuté). Neorientované pořady mohou mít nejvýše 4 strany a je-li to možné, alespoň na jednom z jeho vrcholů se zaměří orientační úhel. Orientační úhly mezi body se dále porovnávají podle odstavce 2.5.1.2 písmene e) nebo f) uvedeného v Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod.

Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů jsou:

Tab. 2-2 Kritéria přesnosti polygonových pořadů

Připojovací body	Mezní délka strany (m)	Mezní délka pořadu d (m)	Mezní odchylka v uzávěru pořadu	
			úhlová (cc)	polohová (m)
ZBPP, ZhB	200-1500	5000	$25 \cdot (n)^{1/2}$	$0,0025 \cdot (\sum d)^{1/2}$
ZBPP, ZhB	50-400	3000	$50 \cdot (n)^{1/2}$	$0,004 \cdot (\sum d)^{1/2}$
PBPP, ZBPP, ZhB	50-400	1500	$100 \cdot (n)^{1/2}$	$0,006 \cdot (\sum d)^{1/2}$

Zdroj: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2009

kde:

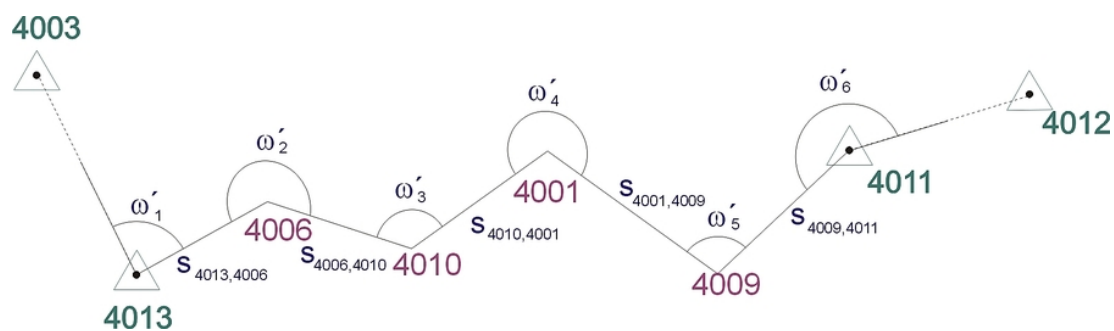
n... je počet bodů pořadu včetně bodů připojovacích,

$\sum d$ ... je součet délek stran pořadu,

- pořad má nejvýše 15 nových bodů,

- mezní poměr délek sousedních stran v polygonovém pořadu je 1:3.

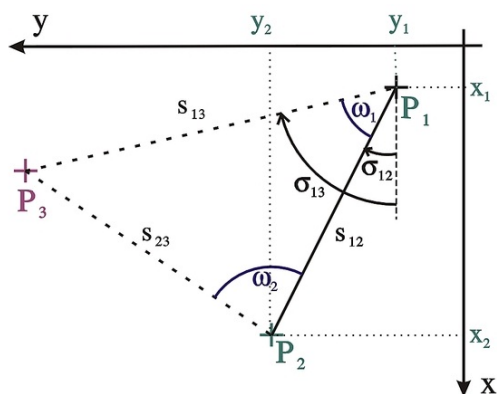
Obr. 2-1 Polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný



Zdroj: Čada, 2010

c) protínáním vpřed z úhlů nebo protínáním z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří bodů ZBPP, ZhB nebo z jiných bodů odpovídající přesnosti. Úhel protínání na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 gon až 170 gon. Kratší vzdálenost od daného bodu k bodu určovanému v určovacím trojúhelníku nesmí být větší než 1500 m. Směry na body vzdálené od stanoviska více než 500 m se měří ve dvou skupinách.

Obr. 2-2 Protínání vpřed z úhlů



Zdroj: Čada, 2010

d) rajónem do délky 1500 m s orientací na daném bodě na dva body ZBPP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m nebo s orientací na daném i určovaném bodě. Délka rajónu nesmí být delší než délka nejvzdálenější orientace. Pokud je délka rajónu větší než 800 m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. Vychází-li rajón z bodu se střední souřadnicovou chybou mezi 0,04 m a 0,06 m, nesmí být delší než 300 m.

e) rajónem do délky 1500 m s orientací na určovaném bodě na nejméně tři body ZBPP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m. Úhel protínání mezi směrem s měřenou délkou a ostatními orientačními směry na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 gon až 170 gon. Pokud je délka rajónu větší než 800 m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. Vychází-li rajón z bodu se střední souřadnicovou chybou mezi 0,04 m až 0,06 m, nesmí být delší než 300 m.

### 2.5.2. *Technologie GNSS*

Technologie GNSS (Global Navigation Satellite System – globální navigační družicový systém) je celosvětová služba, která za pomoci družic umožňuje prostorové určování polohy. Družicové polohové systémy fungují na principu družicového radiového dálkoměrného systému. K měření jsou použity rádiové vlny, které vysílá každá družice. Na celém světě funguje několik různých GNSS systémů. Jediný plně funkční systém je USA NAVSTAR GPS, který provozuje americká armáda. Dalšími systémy jsou ruský GNSS GLONAS, vyvíjen je evropsky Galileo či čínský Compass. Na území České republiky je možné využít síť permanentních stanic CZEPOS. Tato služba využívá 27 referenčních stanic. Jedná se o placenou službu.

K měření a jeho zpracování se použijí takové přijímače GNSS a takové zpracovatelské výpočetní programy, které zaručují požadovanou přesnost výsledků provedených měřických a výpočetních prací.

Určení polohy bodu pouze z jednoho měření (jedné observace při měření v reálném čase nebo jednoho vektoru při následném zpracování měření) není přípustné. Nutná jsou nejméně dvě nezávislá měření GNSS nebo jedno měření GNSS a jedno měření klasickou geodetickou metodou. Při opakované observaci nebo při měření vektoru musí být opakovaně měření provedeno při dostatečně odlišné konstelaci družic. Doporučuje se provádět opakované měření při odlišné výšce antény. [2]

### 2.5.3. Fotogrammetrické metody

PBPP a současně vlíčovací body se určují aerotriangulací (zpravidla analytickou aerotriangulací). Použijí se letecké měřické snímky na rozměrově stálé podložce, pořizované kalibrovanými leteckými kamerami nejméně s 60% podélným a 30% příčným překryvem. Nejmenší použitelné měřítko snímků je 1 : 5 000.

Výchozími body jsou ZBPP a ZhB a ostatní body polohového pole splňující hodnotu mezní odchylky v úhlu 0,007 až 0,020 gon a v délce 9 až 13 cm mezi zaměřenými prvky a vypočtenými ze souřadnic. Všechny tyto body musí být signalizovány a identifikovatelné na snímcích. [7]

### 2.5.4. Číslování bodů polohových bodových polí

Jednotkou pro číslování bodů ZBPP a ZhB je triangulační list, jednotkou pro číslování PBPP je katastrální území. Body se označují dvanáctimístným úplným číslem.

Přítom:

a) pro body ZBPP a ZhB má číslo tvar 0009EEEECCCC0, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu; pořadové číslo bodu ZBPP je v rozmezí od 1 do 199 a ZhB v rozmezí od 201 do 499, přitom pořadové číslo přidruženého bodu k bodu ZBPP a ZhB se uvádí na posledním místě úplného čísla tohoto bodu namísto 0,

b) pro body PBPP má číslo tvar PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v rámci územního obvodu, ve kterém katastrální pracoviště vykonává působnost příslušného katastrálního úřadu, a CCCC je pořadové číslo bodu v rozmezí 501 ž 3999,

c) jednotkou číslování pomocných bodů je katastrální území a podrobných bodů měřický náčrt.

1) Pomocné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v rámci územního obvodu katastrálního pracoviště, a CCCC je pořadové číslo

pomocného bodu od 4001 včetně. Přitom je nutno zajistit, aby nedošlo k duplicitě s body určenými při budování či revizi a doplnění PBPP.

2) Podrobné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPPSZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území (jako u pomocných bodů), S je uvnitř územního obvodu nulové číslo nebo může znamenat příslušnost bodu do sousedního územního obvodu a pak má hodnotu 1 až 8, ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 3999.

Pomocný nebo podrobný bod může mít jen jedno číslo.

Podrobné body obsahu využitelného podkladu určeného v S-JTSK se obvykle nepřechíslovají a jejich čísla se v měřickém náčrtu zpravidla neuvádějí, uvede se pouze číslo ZPMZ. Nově zaměřené kontrolní a identické body využitelného podkladu se uvádějí v měřickém náčrtu i v zápisníku se svými původními čísly. V případě využití podkladu, který dosud neměl přiřazeno číslo ZPMZ nebo nebyl určen v S-JTSK, je tomuto podkladu přiřazeno nové číslo v řadě ZPMZ. V rámci jednoho ZPMZ lze očíslovat i body z více využitelných podkladů.

Body PBPP jsou číslovány v rámci katastrálního území, ve kterém se nacházejí; pokud je bod PBPP totožný s lomovým bodem hranice katastrálního území nebo se výjimečně nachází za hranicí katastrálního území, pak příslušnost bodu ke katastrálnímu území je v přehledném náčrtu PBPP vyjádřena zkratkou katastrálního území u čísla bodu. [2]

## 2.6. Přípravné práce

Před zahájením jakýchkoliv měřických prací je vždy nutné vykonat tzv. rekognoskaci terénu, tj. podrobnou prohlídku celé zájmové lokality. Při rekognoskaci je zapotřebí zajistit stav a využitelnost stávajícího bodové a výškového pole (trigonometrických, zhušťovacích a nivelačních bodů) a navrhnout případné zhuštění. Pro nové body PBPP je nutné navrhnout způsob jejich zaměření a způsob jejich stabilizace. Dále je nutno stanovit způsob (technologie) zaměřování jednotlivých částí území i způsob dokumentace měření (zápisníky měření, měřické náčrtky atd.).

Přípravné práce spočívají v určení stanovisek (jejich souřadnic a nadmořských výšek) pro podrobné měření. Hustotu stanovisek a jejich polohu volíme v závislosti na členitosti terénu a na tvaru zaměřovaného území. Za stanoviska se volí především body geodetického základu (stávající bodové pole). Jestliže je jejich síť řídká, doplní se dalšími stanovisky např. protínáním, polygonovými pořady apod. Nově vytvořené body lze stabilizovat trvale či dočasně. Při měření malých území je často příhodné vybudovat síť stanovisek jako uzavřený polygonový pořad, naopak při měření území protáhlého tvaru mohou být vhodnou sítí stanovisek vrcholy polygonového pořadu jdoucího přibližně osou zájmového území. Stanoviska musí být připojena na celostátní souřadnicový systém JTSK a na státní nivelační síť. Výjimečně, při zaměřování velmi malých území, je možno zavést místní pravoúhlý systém souřadnic a systém relativních výšek. Místní systémy je možno použít když připojení na státní systémy by bylo náročnější než vlastní podrobné měření. Při tzv. velkoplošné tachymetrii je možné vytvářet síť stanovisek a vykonávat podrobné měření zároveň. Přípravné práce jsou v podstatě veškeré práce, které je nutno vykonat k tomu, aby mohlo být zahájeno podrobné měření. [8]

### 2.6.1. Měřický náčrt a zápisník

Vzhledem k tomu, že měřický náčrt spolu s tachymetrickým zápisníkem jsou jediným podkladem pro vyhotovení originálu mapy, je nutné jejich vedení věnovat zvláštní pozornost. [8] V dnešní moderní době již není zcela běžné vyhotovování zápisníků, naměřená data jsou ukládána do registru v paměti totální stanice.

#### ▪ Měřický náčrt

Kostru náčrtu tvoří body ZPBP, ZhB a PBPP. V náčrtu se zakresluje poloha všech zaměřovaných podrobných bodů, ta se označuje křížky a pořadovými čísly. Body se číslují průběžně od 1 do 999. Dále se vyznačuje situační kresba, charakteristické terénní útvary, terénní kostra (hřbetnice, spádnice, údolnice apod.) a nástin horizontál. Kresbu doplňují údaje přímo odměřených vzdáleností, např. oměrných měř objektů, šířkám cest apod. Náčrt je doplněn smluvenými značkami, popisem, zakreslují se body bodového pole a orientace na jednotlivých stanoviscích. Nemusí být vyhotovován v měřítku a není nutné, aby byl orientován k severu. Jako podklad pro měřický náčrt může posloužit mapa zájmového území v příhodném měřítku anebo lze použít čistý papír. [3]

#### ▪ Zápisník

Obsahuje čísla všech zaměřovaných bodů (orientačních, podrobných, kontrolních), stručný popis (charakteristiku) bodů (např. roh domu, sloup, kanální výpusť apod.) a všechny naměřené údaje (vodorovný a výškový úhel, čtení na lati, šikmá či vodorovná vzdálenost, výška cíle apod.) Moderní elektronické dálkoměry vybavené magnetickými záznamníky usnadňují a urychlují práci v terénu a umožňují snížení počtu členů měřické skupiny. [8]

Pro lepší orientaci a práci se souborem naměřených dat je možné využít funkci kódování bodů, kdy jsou charakteristicky stejným bodům přiřazovány stejné číselné hodnoty.

Aby byla shoda mezi číslováním bodů v zápisníku i v náčrtu, hlásí zapisovatel smluveným znamením vedoucímu každý desátý zaměřený bod. V dalším měření se pokračuje až po souhlasné odpovědi vedoucího. Při nesouhlasu se musí příčina zjistit a číslování uvést do pořádku. [3]

Důležitou prací polní měřické skupiny (obvykle vedoucího) je tzv. adjustace měřického náčrtu a zápisníku. Pod pojmem adjustace rozumíme kontrolu všech záznamů v náčrtu i v zápisníku se současným zvýrazněním některých údajů. Do náčrtu si měřič může poznamenat jakékoliv informace, které mu později usnadní zpracování originálu. Zvýraznění se může provést černým vytahovacím perem či

tenkým černým zvýrazňovačem (fixem). V měřickém náčrtu se obvykle zvýrazňuje popis (název lokality, číslo náčrtu, měřítko, jméno vyhotovitele, datum vyhotovení), měřická stanoviška s vyznačením orientací, orientace k severu (obvykle šipkou). Do popisu náčrtu ještě patří nejnižší a nejvyšší číslo zakresleného podrobného bodu, které se rovněž zvýrazňuje.

V tachymetrickém zápisníku se obvykle zvýrazňují veškeré údaje o měření (jméno měřiče, datum, označení a číslo měřického přístroje, povětrnostní podmínky apod.), dále údaje o každém stanovisku (číslo bodu, nadmořská výška, výška přístroje, apod.), čísla orientačních a kontrolních bodů. [8]



## 2.7. Polohopisné měření

Polohopis je množina vyšetřených (vybraných) a zaměřených lomových bodů a podrobných bodů objektů, zobrazených většinou jako spojnice (posloupnost) bodů polohopisu, které charakterizují geometrické a polohové určení objektu.

### 2.7.1. Pomocné a podrobné měřické body

Pro měření podrobných bodů se vychází z bodů PBPP, které se ještě podle potřeby doplňuje pomocnými měřickými body v potřebné hustotě. Pomocné měřické body se určují:

- staničením na měřických přímkách mezi body polohového bodového pole a pomocnými body,
- rajóny,
- pomocnými polygonovými pořady,
- protínáním ze směrů (příp. délek) a
- jako volné polární stanovisko.

Pomocné měřické body se číslují v rámci katastrálního území od 4001 a stabilizují se dočasně dřevěným kolíkem, kovovou trubkou, hřebem, vyrytým nebo trvanlivou barvou nakresleným křížkem apod.

Podrobné body polohopisu jsou číslovány v rámci dílčích měřických náčrtů, vzestupně od 1, a evidovány (ukládány v databázích podrobných bodů polohopisu) po katastrálních územích s úplným číslem bodu. Při výpočtu souřadnic podrobných bodů se používají měřické náčrty, zápisníky podrobného měření a seznamy souřadnic daných bodů.

### 2.7.2. Způsoby měření polohopisu

Podrobné body polohopisu se obvykle zaměřují polární metodou, jako doplňující se používá metoda ortogonální, metoda konstrukčních oměrných a metoda kontrolních oměrných, popř. metoda protínání. Polární metoda zaznamenala prudký vzestup zejména v posledních letech s rozvojem elektrooptických dálkoměrů. Doplňující metody se používají, pokud není možné nebo účelné podrobné body

zaměřit polární metodou. Kromě uvedených geodetických metod měření polohopisu je možné použít také metod fotogrammetrických či GPS.

### 2.7.2.1. Polární metoda

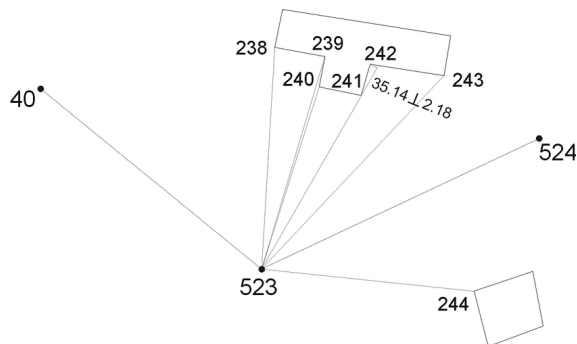
Při polární metodě určujeme polohu bodu pomocí polárních souřadnic – vodorovného úhlu (mezi orientačním směrem a určovaným bodem) a délky (od stanoviště k určovanému bodu).

U polární metody se můžeme setkat s pojmy polární doměrek a polární kolmice. Polární doměrek se měří v případě, kdy je vnitřní roh budovy nepřístupný a my potřebujeme zaměřit délku. Polární kolmice se měří, pokud na určovaný podrobný bod není ze stanoviště vidět.

Při měření polární metodou mohou nastat dva případy:

- stojíme na známém stanoviště – pevné stanoviště

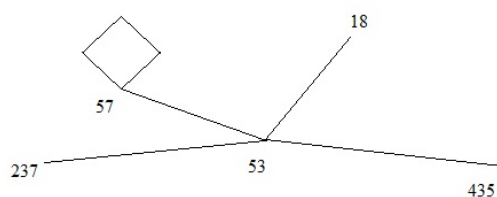
Obr. 2-3 Polární metoda – pevné stanoviště



Zdroj: Čada, 2010

- stojíme na neznámém stanoviště – volné stanoviště [1]

Obr. 2-4 Polární metoda – volné stanoviště

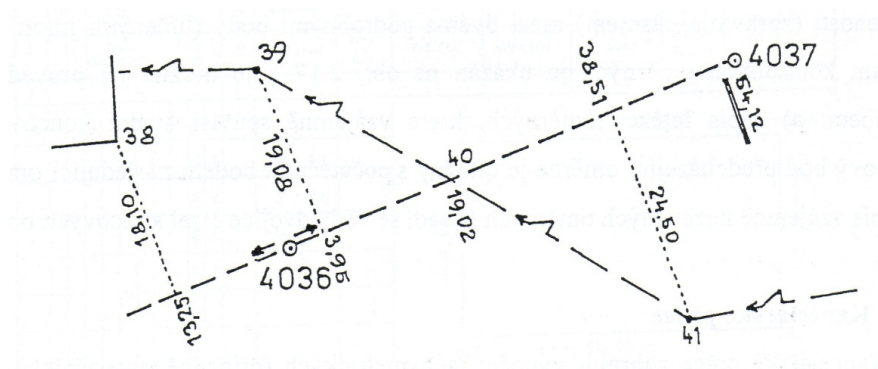


Zdroj: Čada, 2010

### 2.7.2.2. Ortogonální metoda

Používá se s výhodou při zaměřování polohopisu v rovných, úzkých ulicích, ve stíněné zástavbě apod. Podrobné body se určují pravoúhlými souřadnicemi, vztaženými k měřické přímce připojené na pevné body měřické sítě. Jde tedy o místní souřadnicový systém, který má počátek v jednom z bodů měřické přímky, přičemž osa x splývá s měřickou přímkou a osa y je na ní kolmá. Kladný směr osy y je napravo od osy x (měřické přímky), to znamená, že body nacházející se napravo od měřické přímky (ve směru rostoucího staničení) mají souřadnici kladnou, body na levé straně pak zápornou.

Obr. 2-5 Ortogonální metoda

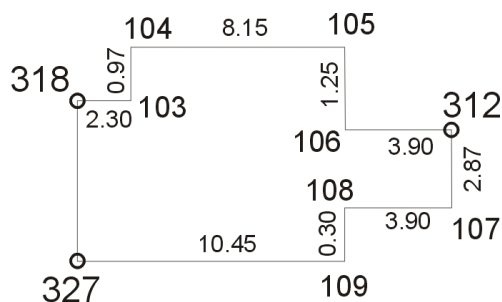


Zdroj: Maršík, Maršíková, 2002

### 2.7.2.3. Metoda konstrukčních oměrných

Tento způsob určení nových podrobných bodů se používá jen v omezené míře pro zaměření pravoúhlých výstupků pevných objektů (např. domů). Měří se (pásmem) postupně všechny délky mezi lomovými body objektu.

Obr. 2-6 Metoda konstrukčních oměrných



Zdroj: Čada, 2010

#### *2.7.2.4. Metoda kontrolních oměrných*

Kontrolní oměrné jsou přímo měřené vzdálenosti (zpravidla pásmem) mezi dvěma podrobnými body (určenými jinou metodou). Zápis je možno provádět dvojitým způsobem – buď zápisem řetězce oměrných, jež vzájemně sousedí anebo zápisem vzájemně nezávislých oměrných. [8]

## 2.8. Výškopisné měření

### 2.8.1. Terénní reliéf

Z hlediska polního měření i konečného zobrazení území vrstevnicemi se posuzuje průběh terénní plochy jednak ve směru vodorovném (podél vrstevnice), jednak ve směru spádnic (kolmo na vrstevnice). Průběh ve směru vodorovném se projeví ve tvaru vrstevnice, průběh ve směru spádnic udává velikost rozestupu vrstevnic.

#### ▪ Kostra terénu

Čáry a body, na nichž se dílčí plochy stýkají, tvoří kostru terénu, kterou je každý terénní tvar charakterizován. Tyto čáry mají rozhodující význam při rozboru terénu, volbě podrobných bodů, vyhotovení náčrtu a při konstrukci vrstevnic. Patří sem:

- a) tvarové čáry - ohraničují mírně sklonitá nebo vodorovná místa terénních tvarů,
- b) hřbetnice – čára spojující relativně nejvýše položená místa terénního tvaru,
- c) údolnice – čára, která spojuje relativně nejnižší položená místa terénního tvaru,
- d) hrany – čáry, které vznikají na styku dvou terénních ploch různého sklonu,
- e) body terénní kostry – místa, kde se čáry terénní plochy sbíhají nebo protínají.

#### ▪ Terénní tvary

Kombinací různých terénních ploch, zejména vypuklých a vhloubených s měnícím se sklonem spádnice, vznikají různé tvary, které se obecně označují jako terénní tvary. V zásadě lze rozdělit terénní tvary na vhloubené a vypuklé.

### 2.8.2. Metodika a metody měření výškopisu

Zemský povrch se při mapování výškopisu idealizuje, nahrazuje se topografickými plochami bez drobných místních nerovností, které jsou pro dané měřítko bezvýznamné. Při tvorbě map velkých měřítek se výškově zaměřuje většina podrobných bodů polohopisu a kromě nich další body potřebné ke konstrukci vrstevnic.

V každém typu terénu a pro všechna měřítka zobrazení se zaměřují podrobné výškové body terénního reliéfu a na rozhraní terénních tvarů v takové hustotě, aby byly vystiženy morfologické zákonitosti ve vzájemné poloze terénních tvarů a čar terénní kostry. [7]

V zásadě můžeme definovat čtyři základní metody měření výškopisu:

- geodetické,
- fotogrammetrické,
- GPS,
- fyzikální. [5]

Z geodetických metod bude následně popsána plošná nivelace a tachymetrie.

#### 2.8.2.1. Plošná nivelace

Plošná nivelace se používá při doplňování výškopisu. Pokud v polohopisném podkladu není zobrazen dostatečný počet bodů k vyjádření výškopisu, zaměří se polohově další podrobné výškové body od nejbližších zobrazených bodů. Délky se měří v metrech na jedno desetinné místo. [7]

Mezní odchylka v uzávěru výšek při plošné nivelaci je:

- pro trvale stabilizované body =  $20 \times \sqrt{R}$  (mm),
- pro podrobné body =  $40 \times \sqrt{R}$  (mm). R je poloviční délka jednosměrné nivelace v km.

Vzniklý výškový uzávěr se po porovnání s mezní odchylkou rovnoměrně rozdělí na jednotlivé záměry vzad. Na závěr se vypočtou výšky horizontů stroje a výšky podrobných bodů.[1]

#### 2.8.2.2. Tachymetrie

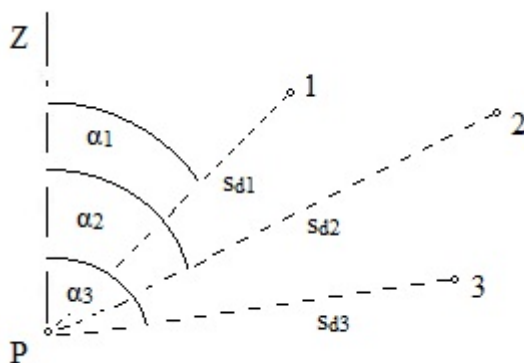
Název tachymetrie je složen ze dvou řeckých slov (tacheos = rychlý, metrein = měřit). [8] Tachymetrie je měřická metoda vhodná k zaměřování terénního reliéfu zemského povrchu. Této metody používáme pro současné měření polohopisu a výškopisu nebo pro samostatné doměření výškopisu do polohopisného podkladu.

Výsledkem tachymetrického měření jsou výškopisné a polohopisné plány používané k řešení různých úkolů technického projektování.

#### ▪ Princip tachymetrie

Základní myšlenka tachymetrie spočívá v současném určování polohy a výšky jednotlivých bodů zemského povrchu. Poloha bodů se určuje polárními souřadnicemi. Vodorovný úhel  $\alpha$  se měří od základního orientačního směru Z. Vzdálenost  $d$  je měřena od stanoviště přístroje P. Výšky bodů se obvykle určují trigonometricky. Výška přístroje a výška cíle nad měřeným bodem se měří na 0,01 m. [3]

Obr. 2-7 Princip tachymetrie



Zdroj: Doušek, 1998

#### ▪ Rovnice tachymetrie

Podrobné body  $P_i$  jsou určeny třemi měřenými veličinami (vodorovným směrem  $\alpha$ , šikmou délkou  $s_d$  a zenitovým úhlem  $z$ ). Výpočet podrobných bodů se provádí prostorovou polární metodou. Ta je definována vztahy:

$$X = X_0 + s_d \cdot \sin z \cdot \cos \alpha$$

$$Y = Y_0 + s_d \cdot \sin z \cdot \sin \alpha$$

$$Z = Z_0 + s_d \cdot \cos \alpha + v_p - v_c$$

kde

$X_0, Y_0, Z_0$ ... souřadnice stanoviště,

$s_d$  ... šikmá délka,

$z$  ... zenitový úhel,  
 $\alpha$  ... směrnik,  
 $v_p$  ... výška přístroje na stanovisku,  
 $v_c$  ... výška cíle.

- Elektronické tachymetry

V dnešní době se k tachymetrickým měřením používají prakticky výhradně elektronické tachymetry. Jejich zavedením dochází k základním změnám v technologii měření a zpracování naměřených veličin. Současná moderní technika vytváří tzv. automatické zpracovatelské linky – elektronický tachymetr s možností registrace měřených dat včetně kódování povinných spojnic kresby, dále přenos do počítače využívající speciální geodetické programy (např. Geuss, Groma, Kokeš). Uvedené programy přečtou naměřená data a vypočtou souřadnice podrobných bodů ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ). Pomocí programů Atlas nebo Kokeš je možno ze souřadnic podrobných bodů automaticky vykreslit na plotrech situaci a po automatické interpolaci i kresbu vrstevnic. Měřené hodnoty – vodorovný směr, šikmá délka a zenitový úhel se zobrazují na displeji přístroje. Pomocí tlačítek je možno zvolit i jejich redukované hodnoty (obvykle horizontální úhel, vodorovné délky a převýšení). Přístroje automaticky opravují převýšení mezi přístrojem a odrazným hranolem o vliv refrakce a zakřivení Země (z vložených atmosférických prvků).

Z důvodů automatizace je nutné kromě uvedených údajů registrovat číslo bodu, výšku cíle a popis bodů. Vzhledem k pracovnímu vkládání popisu alfa numerickou klávesnicí do paměti, nabízejí výrobci možnost rychlého výběru kódu z paměti přístroje. [9]

- Korekce měřených délek

Měřené délky je třeba opravit tak, aby vyhovovaly požadovanému účelu. U elektronicky měřených délek je nutné zavést fyzikální korekce. Ty vyplývají z vlivu změn prostředí (atmosféry) na měření. Pro použití v souřadnicových výpočtech je zapotřebí aplikovat matematické korekce. [6]



### 2.8.3. Určování výšek

Předmětem měření nejsou výšky, ale výškové rozdíly (převýšení)

$h_{AB} = H_B - H_A$  skutečných horizontů. Převýšení se určují především některou z těchto metod:

1. geometrická nivelace,
2. barometrická nivelace,
3. hydrostatická nivelace
4. trigonometrická metoda,
5. metoda GPS. [6]

#### 2.8.3.1. Trigonometrická metoda

Trigonometrického měření výšek používáme při měření výšek předmětů nebo bodů značně od sebe vzdálených, kdy použití nivelace by bylo neekonomické. Je založeno na poznacích z trigonometrie, protože ve většině případů se jedná o řešení pravoúhlého nebo obecného trojúhelníka, v němž známe nebo si můžeme změřit potřebné prvky.

Při trigonometrickém měření výšek se výškový rozdíl dvou bodů určí na základě změřeného zenitového úhlu  $\varepsilon$  a změřené šikmé nebo vodorovné vzdálenosti  $s$ . Výškový rozdíl se získá ze vzorce:

$$h = s \cotg \varepsilon$$

kde

$h$ ... výškový rozdíl dvou bodů (převýšení),

$s$ ... změřená vodorovná vzdálenost,

$\varepsilon$ ... změřený zenitový úhel.

Při použití elektronických tachymetrů je možné určovat přímo převýšení. Pro určení nadmořské výšky určovaného bodu je třeba znát nadmořskou výšku stanoviště. Na stanovišti se změří výška cíle, vzdálenost bodu, zenitový úhel, a výška přístroje. Výška určovaného bodu se vypočte podle vzorce:

$$H = H_s + v_p - v_c + h$$

kde

$H$ ...výška určovaného bodu,

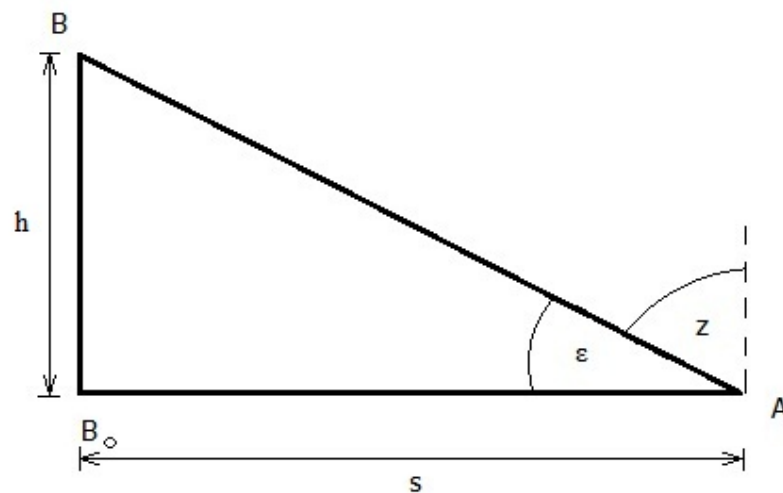
$H_s$ ...výška stanoviska,

$v_p$ ...výška přístroje,

$v_c$ ...výška cíle,

$h$ ...převýšení. [9]

Obr. 2-8 Trigonometrické měření výšek



Zdroj: Pokora, 1984

Z hlediska přesnosti při trigonometrickém měření výšek je třeba, aby měření úhlu  $\varepsilon$  bylo tím přesnější, čím bude větší vzdálenost  $s$ . Dále na přesnost určení převýšení při vzdálenosti  $s > 300$  m má ještě vliv zakřivení zemského povrchu a refrakce. [10]

## 2.9. Přístroje a pomůcky

### ▪ Stativ

Stativ se skládá z hlavy s otvorem uprostřed a tří noh se stálou či měnitelnou délkou. Nohy bývají opatřeny zahroceným kováním a výstupkem, umožňujícím snadné zašlápnutí stativu do země. Tím se dosáhne pevnějšího postavení stativu a přístroje. Nohy jsou spojeny s hlavou stativu čepy, kolem kterých se mohou otáčet. Přístroj se staví na rovinnou plochu hlavy stativu. Ke spojení přístroje se stativem slouží středový šroub, který se šroubuje do matice umístěné na pružné ocelové desce třínožky. Středový šroub je většinou dutý, což umožňuje optickou centraci přístroje nad daným bodem nebo použitím tzv. tuhé olovnice. [1]

### ▪ Totální stanice

Zavedeným termínem totální stanice je označována kombinace elektronického teodolitu a elektronického dálkoměru se vzájemným přenosem a záznamem dat. Přístroje se obsluhují tlačítky ovládacího panelu. Na víceřádkovém alfanumerickém displeji jsou zobrazovány měřené vodorovné směry, zenitové úhly a podle volby šikmá nebo vodorovná vzdálenost případně převýšení stanoviska a cíle a další informace. Totální stanice jsou základem tzv. elektronické tachymetrie a umožnily značné rozšíření prostorové polární metody. [6]

Přístroje v současné době mají vestavěnu řadu funkcí, např. alfanumerické popisy bodů, zadání nebo měření hodnot pro fyzikální korekce, souřadnicové výpočty stanoviska a cílů, transformace, výpočty vytyčovacích prvků plošných a liniových objektů atd. [11]

### ▪ Odrazný hranol

Hranoly jsou skleněná tělesa omezená dokonale vybroušenými rovinami. Jsou vyráběny z kvalitního optického skla. Užívají se k odklonu paprsků nebo k převracení či posunutí obrazů optických soustav. Dráha dopadajícího světelného paprsku se řídí zákonem lomu. [1]

## 2.10. Zobrazovací práce

### 2.10.1. Zobrazení polohopisu

Výsledkem měření polohopisu jsou měřické náčrty, zápisníky podrobného měření, záznam měření z registru totální stanice a seznamy souřadnic daných bodů. Tyto podklady se použijí k sestavení kartografického originálu mapy. Z originálu mapy je již možné získat libovolný počet kopií pomocí některé z reprografických metod.

Stránku grafického zpracování a použití systému smluvených mapových značek upravuje norma ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411. Předměty měření se zobrazují jako jejich svislé průměty na referenční plochu. Pokud je možné předmět v měřítku mapy zobrazit zcela zřetelně, zobrazí se obrysovou čarou. Pokud není možné předmět v měřítku mapy zobrazit pro jeho malé rozměry obrysem, zobrazí se pouze mapovou značkou. Pokud se v určitém prostoru nahromadí množství předmětů, které není možné zřetelně zobrazit v měřítku mapy, provede se výběr (selekce) nejdůležitějších předmětů, které se v mapě zobrazí. [1]

Při zobrazování podrobných bodů platí zásada, že body zobrazujeme (vynášíme, kartýrujeme) stejným způsobem, jakým byly zaměřeny a to buď ručně nebo automatizovaně za využití vhodného interakčního grafického softwaru.[8]

### 2.10.2. Zobrazení výškopisu

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

- kóta,
- vrstevnice,
- technická šrafa.

#### ▪ Kótování

Pro poskytnutí rychlé a přesné informace o výšce terénu je mapa doplňována absolutními a relativními výškami. Absolutní výška bodu je svislá vzdálenost mezi skutečným horizontem bodu a příslušnou nulovou hladinovou

plochou. Relativní výška (relativní převýšení dvou bodů) je svislá vzdálenost skutečných horizontů těchto dvou bodů. Nazýváme ji také výškový rozdíl. Tyto výšky nazýváme kóty. Kóty umísťujeme na významné body terénu. Kótováním nezískáváme představu o reliéfu terénu.

- Vrstevnice

Čáru zobrazující množinu bodů o stejné, účelně zaokrouhlené výšce nazýváme vrstevnice. Vrstevnice se konstruují na podkladě vypočtených nadmořských výšek podrobných bodů a nadmořských výšek stanovisek při současném respektování využití obsahu výškopisného náčrtu. Za základní vrstevnice považujeme většinou vrstevnice metrové. Rozestup (vertikální vzdálenost vrstevnic) nazýváme interval. Pro každou mapu se stanovuje základní interval vrstevnic.

Pro dobrou orientaci o sklonu terénu doplňujeme vrstevnice spádovkami. Jsou to krátké čárky – počátky hřbetnic. Spádovky se kreslí vždy ve směru kosterních čar.

K rychlejšímu určení výšek vrstevnic na mapě používáme kótování vrstevnic. Kóty umísťujeme po celé ploše mapy do přerušených vrstevnic tak, aby číslice byla vždy orientována ve směru stoupání. Kótujeme zpravidla zesílené vrstevnice. Zesílené vrstevnice vykreslujeme v celém jejich průběhu silnější čarou. Obvykle se pro zdůrazněné vrstevnice volí pětinasobek základního intervalu.

- Technické šrafy

Tuto mapovou značku použijeme v případě, kdy je v důsledku prudkého klesání či stoupání svahu překročen minimální rozestup vrstevnic nebo když je zapotřebí lépe vystihnout průběh terénu. Technické šrafy znázorňujeme střídavými delšími a kratšími čarami ve směru spádu.

### *2.10.3. Ověření kvality výškopisného plánu*

Kvalitu reliéfu terénu vyhotoveného z měřených veličin lze ověřit třemi způsoby – bodovou zkouškou, profilovou zkouškou, plošnou zkouškou.

- Bodová zkouška

Z náhodně vybraného stanoviska se zaměří vhodně volené body přesnější metodou a s vyšší hustotou bodů, než bylo použito při vlastním měření. Vypočtou se výšky těchto bodů. Zobrazí se na průsvitce a po její orientaci se na originále interpolací mezi vrstevnicemi určí výšky kontrolních bodů. Z rozdílu výšek z kontrolního měření a výšek z interpolace lze posoudit kvalitu reliéfu.

- Profilová zkouška

Ve směru spádu se zvolí na originále dva jednoznačně identifikovatelné body situace. Mezi těmito body se zaměří profil metodou přesnější, než bylo použito při vlastním měření. Z kontrolního měření a z originálu se vyhotoví profily. Jejich porovnáním lze soudit o kvalitě zobrazeného reliéfu terénu.

- Plošná zkouška

Znovu se kontrolně zaměří některou přesnější metodou, než byla použita k vlastnímu měření, část území, které se zobrazí a porovná s originálem, což dává nejvěrnější obraz o kvalitě zobrazovaného reliéfu terénu. Uvedená metoda je nákladná a užívá se jen ojediněle. [5]

### **3. Cíl práce**

Cílem této diplomové práce bylo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny a výsledky provedeného měření zpracovat pro další možné využití.

Pro splnění hlavního cíle této práce bylo důležité splnit následující dílčí etapy:

- rekognoskace terénu a stávajícího bodového pole,
- zhodnocení stávající sítě bodového pole a jeho případné doplnění,
- podrobné zaměření situace pro polohopisné a výškopisné zpracování,
- výpočetní práce, grafické zpracování polohopisného a výškopisného plánu.

## 4. Metodika

- Rekognoskace terénu a stávajícího bodového pole

Rekognoskace terénu proběhne na základě předem připravených mapových podkladů a místopisů. Do podkladů se zakreslí zájmové území a body bodového pole. Bude porovnán skutečný stav v terénu se stavem zachyceným v mapových podkladech.

- Zhodnocení stávající sítě bodového pole a jeho případné doplnění

Stávající síť bodového pole není dostatečně hustá pro potřeby podrobného měření. Bude nutné bodové pole doplnit. Poloha nově určovaných bodů bude volena s ohledem na co nejefektivnější využití stanovisek při měření.

- Podrobné zaměření situace pro polohopisné a výškopisné zpracování

Podrobné zaměření bude provedeno metodou elektronické tachymetrie. Souřadnice budou určeny polárně, nadmořské výšky trigonometricky. Území bude zaměřeno totální stanicí Leica TCR 407 power. Při zaměřování bude veden měřický náčrt.

- Výpočetní práce, grafické zpracování polohopisného a výškopisného plánu

Výpočetní práce budou realizovány v programu Groma. Programy Microstation a Atlas poslouží k vyhotovení polohopisného a výškopisného plánu s výsledným měřítkem 1 : 1 000.



## 5. Výsledky

### 5.1. Charakteristika zájmového území

Veškeré mapovací práce probíhaly v okolí obce Jenín. Jenín je malá vesnice, ležící přibližně 4 km na jihozápad od Dolního Dvořiště. Fakt, že se jedná o skutečně malou obec, potvrzují údaje, že je zde evidováno 23 adres a trvale zde žije 18 obyvatel.

Mapovaná lokalita se nachází v katastrálním území Jenín (kód katastrálního území: 628981, pořadové číslo v okrese podle SPI: 43, rozloha katastrálního území: 19,88 km<sup>2</sup>) v blízkosti obce Jenín (u jeho západní části). Výměra mapované lokality je cca 40 ha.

Přímo mapovaným územím neprotéká Jenínský potok, ale mapované území je součástí povodí tohoto potoka. Číslo hydrologické pořadí toku je 1-06-01-138. Celková délka toku je 3,2 km. Jenínský potok je pravým přítokem Rybnického potoka, který se vlévá do řeky Vltavy.

Na mapovaném území bylo v minulosti provedeno odvodnění. Tuto skutečnost usuzují z výskytu drenážních šachtic. Dohromady se na celém území vyskytuje 10 šachtic. Vnitřní průměr všech drenážních šachtic je 80 cm. Drenážní systém v této oblasti je nefunkční. Nefunkčnost drenážního systému má za následek výskyt lokálního zamokření v některých částech lokality.

Převážnou část mapovaného území tvořily pastviny. Trvalé travní porosty na tomto území jsou využívány především k pastvě dobytka. Na území se nachází i několik remízků a koryto vyschlého potoka, které slouží k odvedení vody po intenzivních srážkách nebo při tání sněhu.

Západní částí zájmové lokality prochází zpevněná komunikace, vedoucí z Jenína do Trojan. Délka komunikace v mapovaném území je 374 m. Východní část je ohraničena okrajem lesa. Severní a jižní část území navazuje na pastviny.

Obr. 5-1 Jenín



Zdroj: aplikace Google Earth, 2010

## 5.2. Přípravné práce

### 5.1.2. Technické podklady

Před rekognoskací terénu bylo nutné seznámit se s lokalitou z dostupných mapových podkladů.

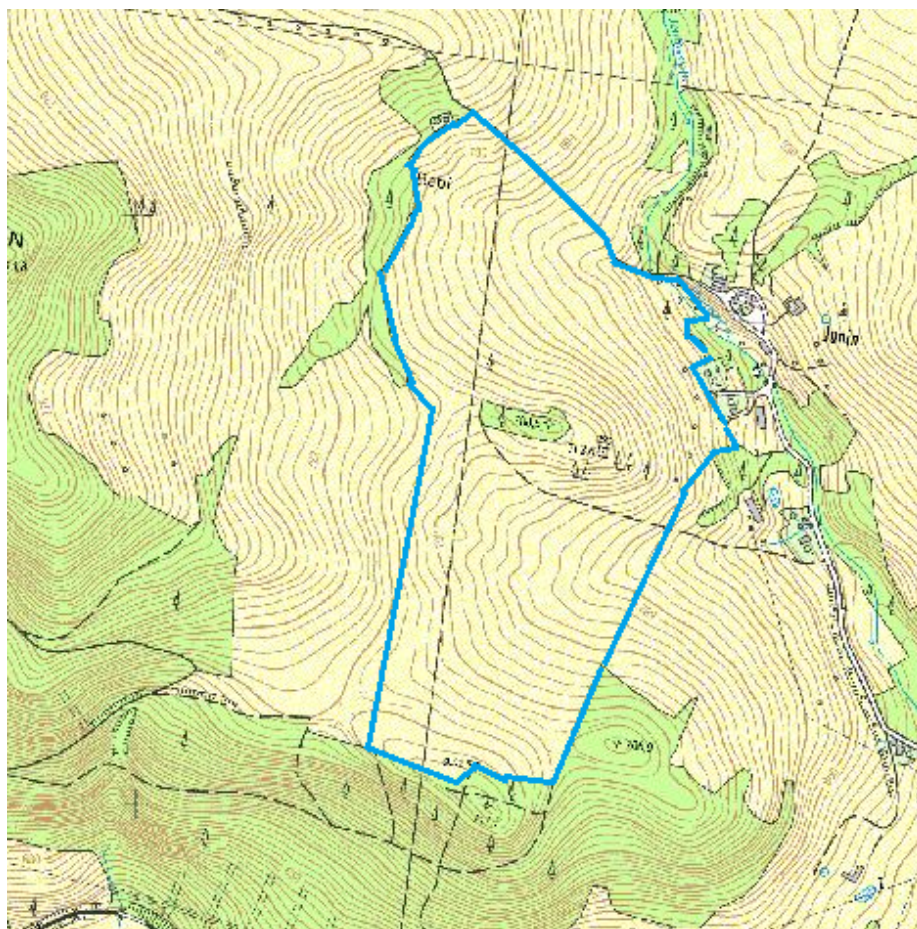
Údaje o bodech, tzv. geodetické údaje a místopisy, jsem získala z internetových stránek Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Informace o bodech se dají nalézt dvěma způsoby. Buď zadáním čísla příslušného bodu, anebo lze daný bod vyhledat na přehledce triangulačních listů. Přímo na mapovaném území a v jeho okolí jsem na přehledce našla tři zhušťovací body. Jednalo se o body 220, 217 a 210. Všechny tyto body se nachází na triangulačním listě 5306. Geodetické údaje a místopisy bodů PBPP mi byly poskytnuty spolužačkami Lucií Hofmanovou a Lenkou Svobodovou. Jednalo se o body 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716.

Jako další podklad sloužila SM-5 (Státní mapa 1:5000). Zvětšenina mapových listů Vyšší Brod 6-0 a Vyšší Brod 6-1 dále sloužila k zakreslování podrobných a pomocných bodů.

Původní lokalita byla, vzhledem ke své rozsáhlé ploše, před započítím měřických prací rozdělena vedoucí diplomové práce na dvě části. Druhou část zpracovala kolegyně Zuzana Krejčíková. Obvod mého území je zobrazen na obr. 5-2.

Geodetické údaje o bodu 220 a místopisy bodů 703, 705, 706, 708, 712, 713, 714, 715, 716 jsou uvedeny v příloze č. 3. Seznam souřadnic zhušťovacích bodů, bodů PBPP a pomocných bodů lze nalézt v příloze č. 2. Seznam souřadnic podrobných bodů je předmětem přílohy č. 5.

Obr. 5-2 Obvod mapovaného území



Zdroj: [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz), 2009

### 5.1.3. Rekognoskace terénu

Po prostudování dostupných mapových podkladů a seznámení se s cílovou lokalitou byla provedena rekognoskace terénu. Rekognoskace terénu je pochůzka lokalitou. Předmětem této pochůzky bylo stanovení konečného obvodu mapovaných území, porovnání skutečného stavu se stavem zobrazeným v mapě, vyhledání ZhB a bodů PBPP.

PBPP bylo doplněno o body 701 až 716. Přibližná poloha nově určených bodů byla zakreslena do zvětšeniny mapového podkladu. Pro zaměření mapované části lokality jsem z nově určených bodů použila body 703, 705, 706, 708, 712, 713, 714, 715, 716.

#### 5.1.4. Volba měřických přístrojů a metod

Jako nejvhodnější metodu pro zaměření daného území jsem zvolila metodu elektronické tachymetrie. Poloha všech podrobných bodů byla zaměřena polárně, výška trigonometricky. Elektronická tachymetrie je dnes velmi hojně využívaná metoda při mapování malých území. Jedná se o rychlou metodu, vzhledem k současnému zaměřování polohopisu i výškopisu.

K účelům zaměření daného území nám byla z vybavení katedry zapůjčena elektronická totální stanice Leica TCR 407 power. S touto totální stanicí bylo provedeno zaměření veškerých pomocných a podrobných bodů. Údaje o použité elektronické totální stanici:

- název – Leica TCR 407 power
- sériové číslo – 660021
- výrobní číslo – 737919
- rok a místo výroby – 2005 Switzerland.

Technické parametry stroje:

- měření délek – dosah 3500 m
- zvětšení dalekohledu – 30x
- dosah laserového dálkoměru – do 170 m, 7500 m na hranol
- přesnost měření -  $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm})$   
- měření s viditelným laserem  $\pm(3\text{mm}+2\text{ppm})$
- doba měření - 1 sec.
- přesnost měření úhlů -  $7''$
- kompenzátor - dvouosý
- displej - oboustranný
- hmotnost přístroje - 4,2 kg.

Další součástí vybavení, které byly nepostradatelné při zaměřování území, byly:

- stativ
- odrazný hranol s výtyčkou
- pásmo

- dřevěné kolíky
- palice
- mačeta
- kapesní radiostanice
- signalizační barva ve spreji.

Obr. 5-3 Leica TCR 407 power



Zdroj: [www.clubafaceri.ro](http://www.clubafaceri.ro)

Obr. 5-4 Použité vybavení



Zdroj: Vlastní fotodokumentace, 2009

## 5.2. Geodetické práce v terénu

### 5.2.1. Doplnění PBPP

Po rekognoskaci bylo zjištěno, že na celém území se nalézají dva zhušťovací body a z toho jeden bod byl velmi vzdálen od mapované lokality. A proto vyvstala potřeba stávající bodové pole doplnit o body PBPP. Již během rekognoskace byla určena předběžná poloha měřických stanovisek. Poloha bodů byla volena s ohledem na co nejefektivnější využití stanovisek při měření. Body byly v terénu stabilizovány plastovými mezníky. Pro lepší signalizaci a snadnější dohledání byl v blízkosti každého bodu zatlučen dřevěný kolík označený červenou barvou. Síť bodů PBPP byla zaměřena metodou plošné sítě a vyrovnána metodou nejmenších čtverců.

Vzhledem k velké přehlednosti mapovaného území a dobře zvolenému umístění bodů PBPP, nebylo téměř nutné vytvářet pomocné body. V jednom místě však nebylo možné ze stabilizovaných bodů zaměřit část území, a tak jsem v oblasti vytvořila pomocný bod. Jednalo se o bod 4004. Tento bod byl určen rajónem z bodu 713 s orientací na bod 712. Kontrolně byl opětovně zaměřen z bodu 220. Bod byl využit jen pro zaměření nepřehledného úseku, z toho důvodu byl stabilizován pouze dřevěným kolíkem.

### 5.2.2. Postup jednotlivých úkonů na stanovisku

Postup prací na měřickém stanovisku má svůj jasně daný postup, který je následující:

- postavení a urovnání stroje – horizontace a centrace
- zadání údajů do totální stanice
- orientace na známé body
- zaměření podrobných bodů
- závěrečná kontrolní orientace

První úkon, který je nutné provést na každém stanovisku je horizontace a centrace přístroje. Centrace se provádí pomocí funkce totální stanice, která pomocí laserového paprsku (optického centrovače) umožňuje centraci stroje na známý bod.

Horizontace se provádí pomocí alhidádové libely, vestavěných digitálních libel a stavěcích šroubů. Po horizontaci je nutné provést kontrolu centrace. Po zhorizontování a zcentrování stroje následuje změření jeho výšky. Výška se měří od stabilizačního znaku stanoviště až po otočnou osu dalekohledu stroje, která je na stroji označena tečkou.

Výška stroje patří mezi údaje, které byly vkládány do stroje. Kromě výšky se ještě zapisovalo číslo stanoviště, číslo stanoviště orientace a výška odrazného hranolu. Dále jsem do totální stanice zadávala údaje o nadmořské výšce, teplotě a tlaku vzduchu. Tyto hodnoty byly použity pro zavedení oprav a redukci. Po zadání údajů totální stanice automaticky tyto opravy a redukce zavádí. Do totální stanice bylo možné vkládat kódy, pod kterými by byly evidovány body stejného typu. S ohledem na přehlednost terénu nebyla tato funkce využita.

Dalším krokem je nastavení orientace. Orientace je nastavení nulového čtení na horizontálním kruhu a při tomto nastavení se zacílí dalekohledem na stanoviště, kde je postaven odrazný hranol. Orientace se provádí ve dvou polohách dalekohledu. Jelikož nebyly do stroje zadávány kódy a přístroj tak nemohl rozlišit podrobné body od orientací, bylo při zpracování výsledků nutné toto rozčlenění v programu Groma doplnit.

Při zaměřování podrobných bodů je evidován vodorovný a zenitový úhel a šikmá vzdálenost. Pozornost je nutné věnovat správnému nastavení výšky cíle – odrazného hranolu.

Po zaměření bodů na stanoviště musí být ještě provedena závěrečná kontrolní orientace. Tato orientace se provádí, aby bylo možno porovnat naměřené údaje s počátečními údaji. Pokud porovnávané údaje souhlasí, je možné měření považovat za správně provedené. V opačném případě je nutné celé měření opakovat.



### 5.2.3. Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu

Zaměřování zájmové lokality probíhalo ve dvoučlenné skupině. Kolegyně měla na starosti obsluhu měřického stroje a já jsem vedla měřický náčrt a vybírala body vhodné k zaměření.

Měřický náčrt byl vyhotovován obyčejnou tužkou. Body byly zaznamenávány do zvětšeniny mapy SM-5. Formát papíru, na nějž jsem vyhotovovala náčrt, byl A2. Do měřického náčrtu jsem si poznamenávala jednotlivé body prvků polohopisu a výškopisu. Podrobné body byly číslovány od 1 a označovány křížkem. Vždy po zaměření uceleného úseku jsem náčrt zadjustovala. Černým fixem jsem vytáhla body použitelné k vytvoření mapy a další důležité údaje zapsané na náčrtu. Červeným fixem jsem vyznačila stanoviska a orientace.

Mým dalším úkolem bylo stavět odrazný hranol na vybrané body a kontrolovat svislost výtyčky pomocí krabicové libely, jež je umístěna na výtyčce. Kolegyně zodpovídala za správné nastavení a urovnání stroje. Před zahájením měření bylo domluveno, že po každém 10. změřeném bodě zkontrolujeme, zda se naše číslování shoduje. Komunikace mezi námi probíhala pomocí radiostanic.

Hlavním obsahem polohopisu bylo zaměření pastvin, okrajů remízků, koryta potoka, obvodu mapované lokality, rozhraní kultur, lomových bodů, komunikace a drenážních šachtic. U skruží byl měřen pouze jejich průmět se zemí, jelikož u skruží nebylo možné zaměřit jejich dno. U některých skruží nebylo skoro možné zaměřit ani skruže samotné z důvodu velkého zamokření v jejich okolí. Současně s prvky polohopisu byl měřen i výškopis. Body výškopisu byly měřeny tak, aby vytvářely pravidelnou čtvercovou síť. Pro co nejlepší vystižení terénního reliéfu jsem si stanovila stranu čtverce o délce cca 30 m. Vzdálenost byla zvolena vzhledem k měřítku výsledného mapového elaborátu. Tato vzdálenost byla krokovaná. V místech, kde byl terén členitý a nepravidelný, jsem zaměřovala každý lomový bod.

Výška odrazného hranolu byla ve většině případů nastavena na 1,50 m. V místech, kde byla výška hranolu 1,50 m nedostačující, bylo nutné výšku

přenastavit. Výšku hranolu jsem většinou změnila na 2 m či na 2,50 m. Tuto změnu jsem musela nahlásit měřiči, aby údaj o výšce hranolu přenastavil ve stroji. Naměřené údaje (vodorovný a zenitový úhel, šikmá vzdálenost) byly automaticky ukládány do vnitřní paměti stroje.

#### *5.2.4. Záznam výsledků měření*

Během měření nebyly vedeny žádné zápisníky, do kterých by se zapisovaly naměřené hodnoty. Veškeré naměřené údaje byly ukládány do vnitřní paměti stroje. Data z totální stanice byla exportována do počítače pomocí USB kabelu a za využití programu Leica Geo Office Tools. Tento program je standardně dodáván spolu s totální stanicí. Program je určen ke komunikaci mezi přístrojem a počítačem. Formát, ve kterém byla stažena data z přístroje, byl \*.GSI, což je formát používaný u totálních stanic Leica. Následně byla měření převedena na formát \*.mes. S tímto formátem pracuje program Groma. V programu Groma již pak byly upraveny a nastaveny jednotlivá stanoviska a orientace na nich.

### 5.3. Výpočetní práce

Úkolem výpočetních prací bylo určení souřadnic bodů (pomocného i podrobných) a jejich absolutních nadmořských výšek. Veškeré výpočetní práce probíhaly v programu Groma. Rovinné souřadnice byly určeny v systému S-JTSK a absolutní nadmořské výšky v systému Bpv.

#### 5.3.1. Přechíslování bodů

Před započítáním samotných výpočetních prací jsem si přechíslovala zaměřené body tak, aby odpovídaly předepsanému tvaru. Během zaměřování, byla z důvodu úspory času, používána pouze pořadová čísla bodů. K číselnému označení jednotlivých stanovisek byla vždy přičítána cifra 4000. Tento krok byl proveden z důvodu lepší orientace mezi zaměřenými body a hlavně, aby nedošlo k záměně podrobných bodů a bodů PBPP. Přechíslování jsem provedla v seznamu měření. Všechny body se označují dvanáctimístným úplným číslem. Toto dvanáctimístné číslo se skládá ze tří čtyřciferných čísel.

#### ▪ Body ZhB

Číselné označení těchto bodů má předepsaný tvar 0009EEEECCC0, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu. V mém případě jsem na tento tvar upravovala pouze Zhb 220, jelikož bod 217 nebyl při měření využit. Číslo triangulačního listu, na kterém se nachází ZhB 220, je 5306. Před úpravou měl tento bod číselné označení 00000004220, po úpravě 000953062200.

#### ▪ Body PBPP

Pro body PBPP má číslo tvar PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území a CCCC je pořadové číslo bodu. Seznam souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole byl převzat od spolužaček Lucie Hofmanové a Lenky Svobodové. Body PBPP se nacházejí v katastrálním území Jenín. Toto katastrální území má pořadové číslo 043. Na tento formát byly přechíslovány body 703, 705, 706, 708, 712, 713, 714, 715, 716.

Tab. 5-1 Přečíslování bodů PBPP

Původní tvar čísla bodu	Tvar čísla bodu po přečíslování
000000004703	043000000703
000000004705	043000000705
000000004706	043000000706
000000004708	043000000708
000000004712	043000000712
000000004713	043000000713
000000004714	043000000714
000000004715	043000000715
000000004716	043000000716

▪ Pomocné body

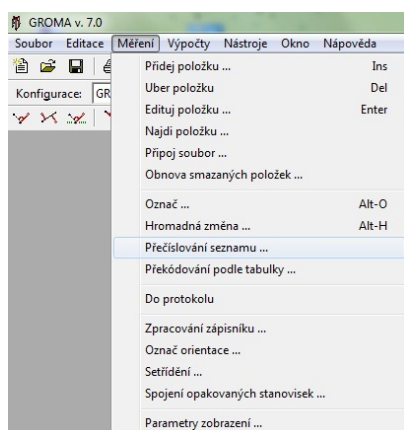
Pro pomocné body má číslo tvar PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území a CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001 včetně.

Vzhledem k malé členitosti území a husté síti bodů PBPP, bylo v mém případě nutné vytvořit pouze jeden pomocný bod – 4004. Před přečíslováním byl tvar čísla 000000004004, po úpravě 043000004004.

▪ Podrobné body

Pro podrobné body má číslo tvar PPSZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území, ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu. Aby nedošlo k záměně podrobných bodů a bodů PBPP, zvolila jsem u podrobných bodů číslo měřického náčrtu 1.

Obr. 5-5 Přečíslování seznamu měření



K přečíslování všech bodů bylo použito menu *Měření / Přečíslování seznamu měření*. Po zvolení menu *Přečíslování seznamu souřadnic* se zobrazí dialogové okno. Název vstupního souboru se zadává v rámečku *soubor*. Dále je nutné určit, jaké údaje chci změnit. Mohu přečíslovat předčíslí – tj. prvních osm čísel, anebo samotné číslo bodu. Ve volbách tohoto příkazu mám ještě na výběr, zda chci, aby se přečíslovaly i stanoviska a orientace, zda chci přečíslovat alfanumericky či zda má program zachovat duplicitní čísla. Dále je možno zvolit, aby se přečíslovaly buď jen označené body anebo všechny.

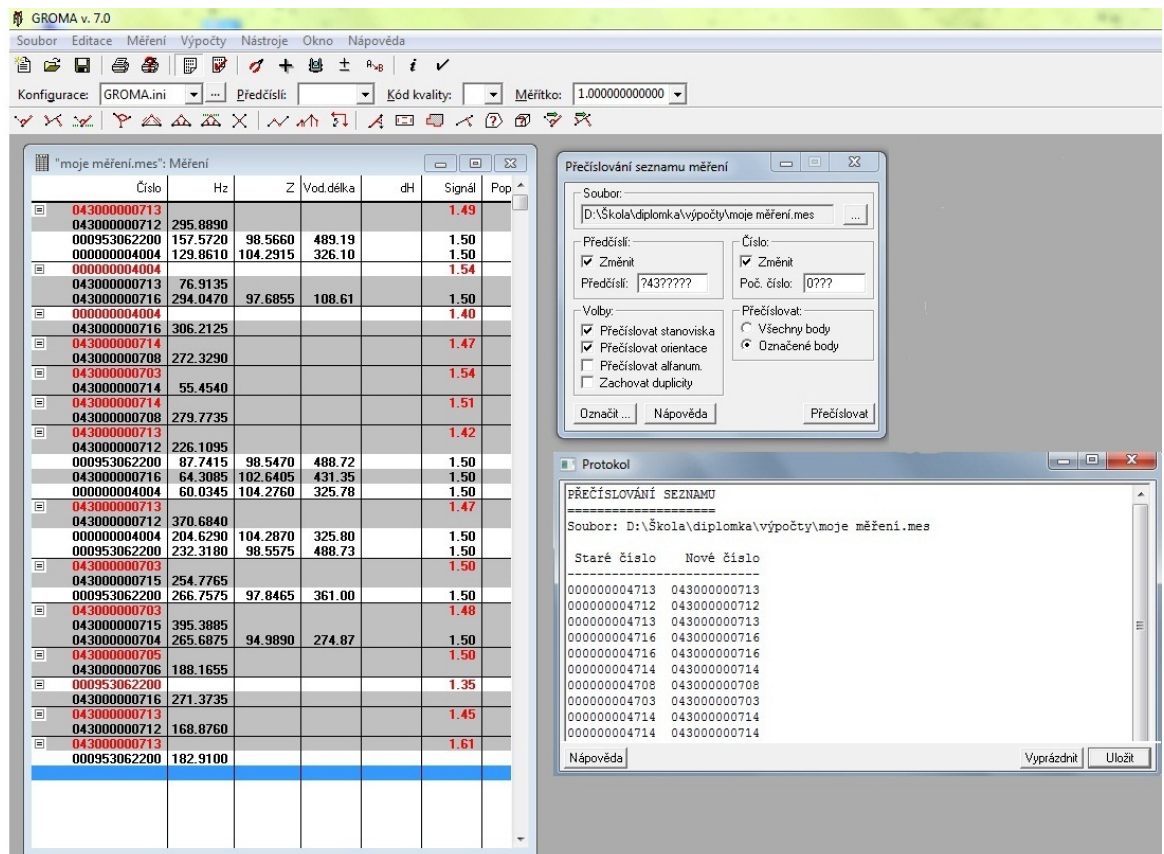
V mém případě jsem změnila předčíslí a v některých případech i formát čísla. Přečíslování jsem prováděla pomocí zadání tzv. masky. Masky umožňuje změnit pouze některé číslice. Masky se zadávají tak, že na místech, na kterých chci, aby číslice zůstala nezměněná, napíši ?, ostatní číslice jsou nahrazeny znaky zadanými v masce. Masku lze použít jak u změny předčíslí, tak u změny čísla.

Příklad zadání masky u přečíslování ZhB 220, bodu PBPP 703 a podrobného bodu 5:

- ZhB 220
- původní číslo bodu 000000004220
- požadovaný formát čísla po přečíslování 000953062200
- tvar masky – předčíslí: ???95306, číslo: 2?0?

- bod PBPP 703
  - původní číslo bodu 000000004703
  - požadovaný formát čísla po přečíslování: 043000000703
  - tvar masky – předčíslí: ?43?????, číslo: 0???
- podrobný bod 5
  - původní číslo bodu 000000000005
  - požadovaný formát čísla po přečíslování: 043000010005
  - tvar masky – předčíslí: ?43?????1, číslo: ???5

Obr. 5-6 Zadání masky



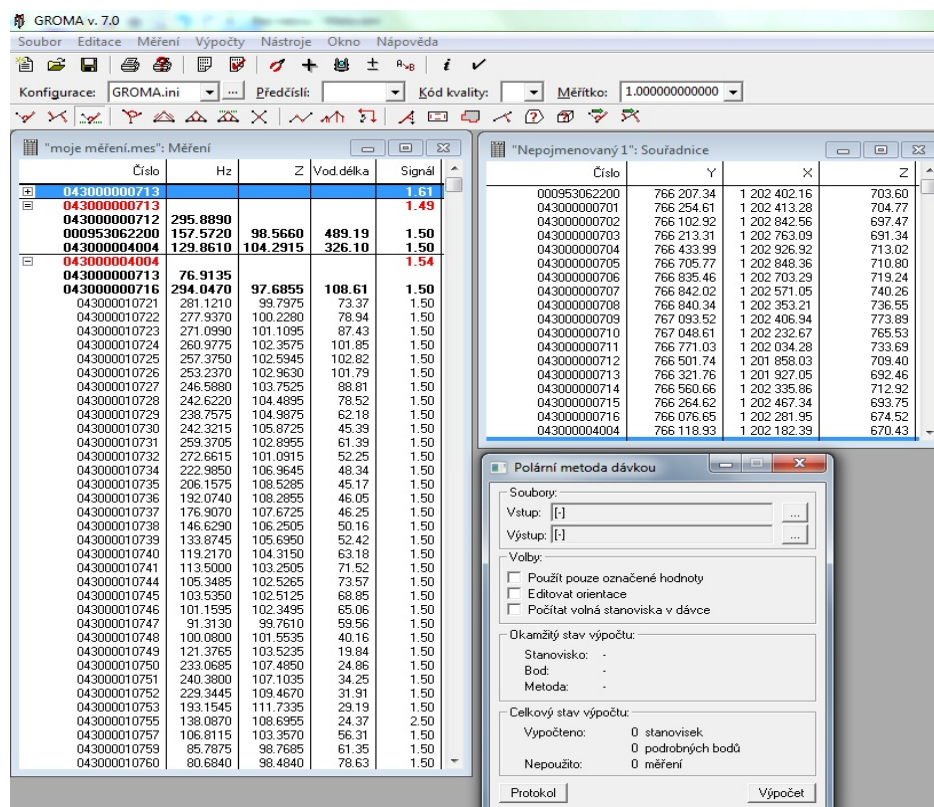
### 5.3.2. Výpočet podrobných bodů

Souřadnice a výšky pomocného a podrobných bodů byly vypočítány v programu Groma. Výpočet jsem provedla přes menu *Výpočty / Polární metoda dávkou*. Výhodou této úlohy je, že zpracovává dávkově celý seznam naměřených hodnot.

Před samotným zahájením výpočtu je nutné provést některá nastavení. Nejprve je nutné si otevřít soubor se seznamem měření. Seznam měření je charakteristický příponou \*.mes, pojmenován může být samozřejmě libovolně. Dále je zapotřebí otevřít seznam souřadnic, ve kterém jsou body potřebné pro výpočet (v mém případě souřadnice a výška ZhB 220 a bodů PBPP).

Samotné dialogové okno výpočetní úlohy polární metoda dávkou je rozděleno na několik oddílů – soubory, volby, okamžitý stav výpočtu a celkový stav výpočtu. V sekci soubory bylo nutné zvolit, ze kterého aktivního souboru mají být čtena naměřená data, a do kterého souboru mají být ukládány vypočtené souřadnice. V části volby lze vybrat, zda chci - použít pouze označené hodnoty (v takovém případě program počítá pouze s označenými hodnotami), editovat orientace (program před výpočtem každého stanoviska zobrazí seznam orientací a umožní jeho editaci), počítat volná stanoviska v dávce. Po spuštění tlačítkem výpočet program v dialogovém okně zobrazuje okamžitý stav výpočtu. Když je úloha provedena, zobrazí se celkový stav výpočtu. Po výpočtu je možné zobrazit protokol se všemi údaji o vypočtené úloze (příloha č. 4).

Obr. 5-7 Polární metoda dávkou



## 5.4. Grafické práce

Grafické znázornění zaměřených bodů bylo provedeno pomocí programu Microstation a Atlas. V programu Microstation byla zpracována polohopisná část výsledného mapového elaborátu. Program Atlas byl využit ke zpracování výškopisu. Výškopis je v mapě zobrazen pomocí vrstevnic a výškových kót. Jednotlivé vrstevnice byly vyinterpolovány programem Atlas. Následně byly tyto vrstevnice importovány do programu Microstation a posléze upraveny. Naimportováním vrstevnic bylo provedeno sloučení polohopisné i výškopisné části mapy do jednoho výkresu.

Veškeré prvky zobrazené v mapě byly rozděleny podle své příslušnosti ke stanoveným skupinám do vrstev. Celkem bylo využito 10 vrstev.

Tab. 5-2 Rozložení vrstev výkresu

Číslo vrstvy	Název vrstvy
1	linie polohopisu
2	sít' křížků
3	hlavní vrstevnice
4	vedlejší vrstevnice
5	drenážní šachtice
6	stanoviska
7	mapové značky
20	označení bodu
21	popis bodu
22	výškopisná kóta

### 5.4.1. Tvorba polohopisu

Polohopis jsem vytvořila v programu Microstation. Prvním krokem bylo založení nového výkresu. Po založení nového výkresu je nutné nastavit pracovní jednotky. Pracovní jednotky se nastavují přes menu *Nastavení / Výkres / Pracovní jednotky*. V mém případě jsem nastavila jako hlavní pracovní jednotku metr a jako vedlejší pracovní jednotka byly nastaveny milimetry. Dále je důležité nastavit



rozlišení. V rozlišení jsem nastavila 1000 mm na m a 1 jako základní jednotku na mm. Pokud by nebylo provedeno toto nastavení, souřadnice by byly zobrazovány ve výkresu v jiných jednotkách a v jiném umístění.

Po založení nového výkresu a nastavení jeho jednotek následovalo importování seznamu souřadnic z programu Groma. Spuštění programu Groma lze provést několika způsoby. Buď je možné jej spustit přes menu *Pomůcky / Příkazy / příkaz mdl load Groma* anebo lze program spustit přes ikonu programu Groma zobrazenou v menu Microstationu. V Gromě jsem si otevřela seznam souřadnic. Všechny body v seznamu jsem označila pomocí klávesnice +. Pro přetažení bodů jsem zároveň podržela klávesu *Shift* a *levé tlačítko myši* v prostoru okna se seznamem souřadnic. Po té už jen stačí táhnout myší do okna výkresu v Microstationu a body se naimportují.

Spojování podrobných bodů polohopisu jsem provedla pomocí funkce *Umístit úsečku*. Tuto funkci jsem si vybrala na *Hlavním panelu nástrojů*. Jednotlivé linie jsem spojovala přes zobrazené body. Dochycení linie na bod bylo zajištěno zapnutím funkce nájezd. U tohoto nástroje je možné si nastavit několik typů dochycení na bod. Já jsem si zvolila dochycení na klíčový bod. Tímto způsobem jsem spojila všechny body, které byly zaměřeny jako prvky polohopisu. Samotné linie polohopisu byly umístěny do vrstvy 1. Vrstvu 1 jsem si pojmenovala jako polohopis a nastavila jsem si její atributy (barva 0 - bílá, tloušťka čáry 1, typ čáry 0).

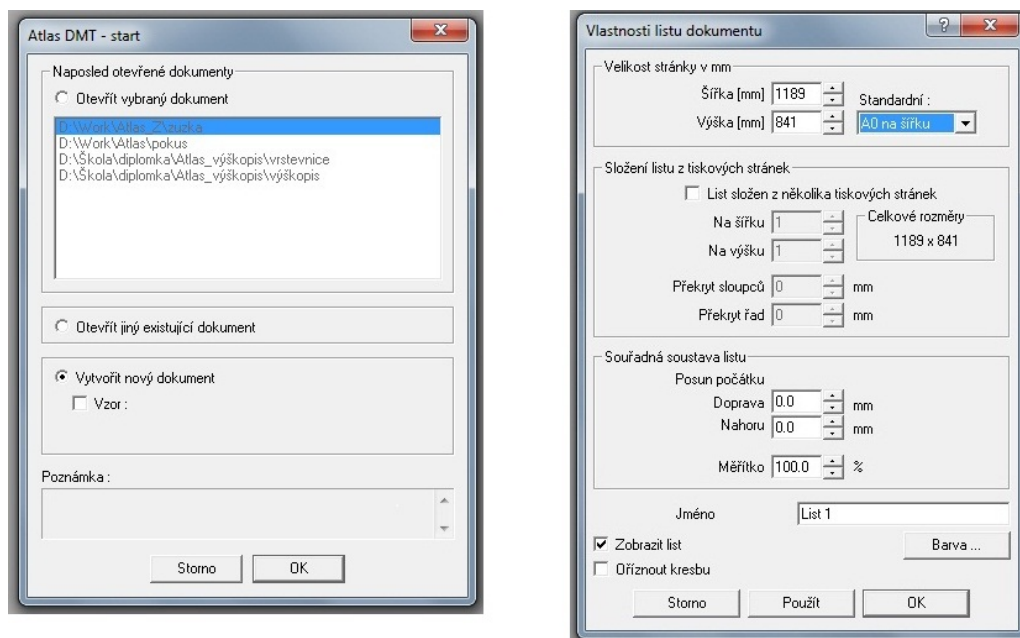
#### 5.4.2. Tvorba výškopisu

Výškopis mapy byl vytvořen pomocí programu Atlas. Před zahájením zpracování výškopisu jsem si vytvořila v programu Groma nový seznam souřadnic. Do tohoto seznamu souřadnic jsem si zkopírovala všechny souřadnice z původního seznamu souřadnic. V novém seznamu souřadnic jsem smazala některé body, které byly zaměřeny pouze za účelem zobrazení polohopisu.

Po spuštění programu Atlas jsem zvolila projekt, ve kterém chci pracovat. Nabídka umožňuje použít již některý uložený projekt nebo založit projekt nový. V mém případě jsem si založila nový projekt, který jsem pojmenovala výškopis.

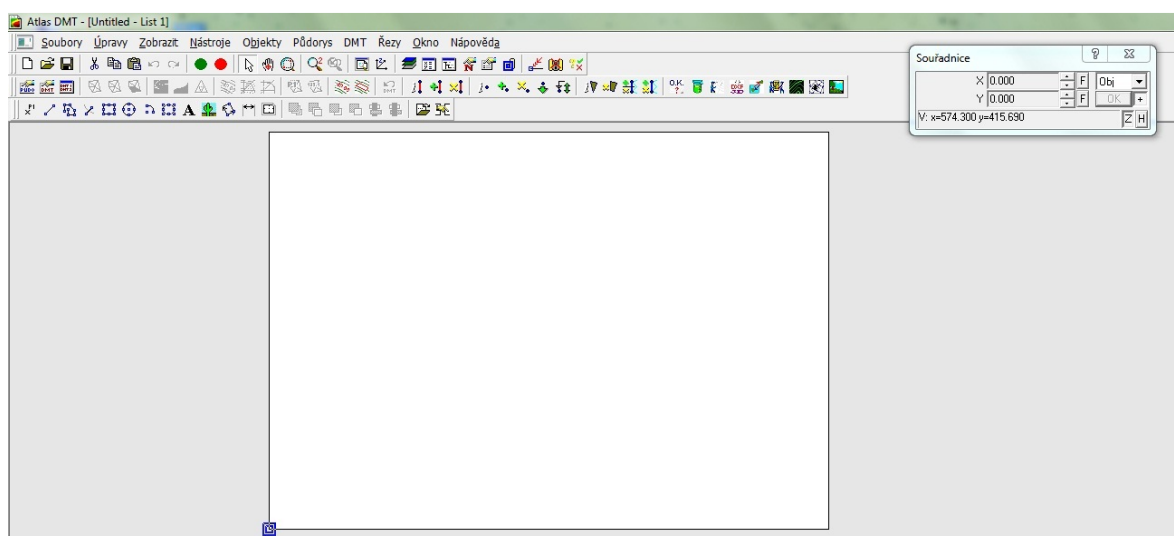
U nově založeného projektu je možné nastavit některé parametry. Mezi volitelnými parametry je např. velikost listu, na kterém se bude celý projekt zobrazovat, dále je možné nastavit složení listu z více stránek nebo nastavit souřadnou soustavu listu.

Obr. 5-8 Založení nového projektu



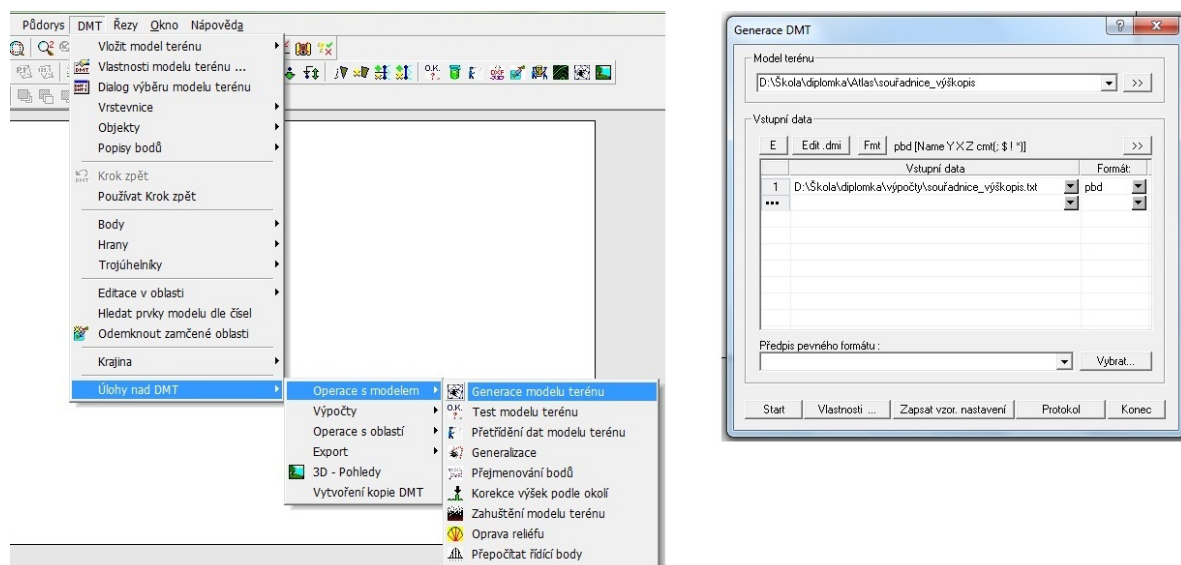
Po založení nového projektu se již spustí program Atlas. Na obrazovce se objeví prázdný pracovní list, který byl nastaven v předchozím kroku.

Obr. 5-9 Pracovní prostředí programu Atlas



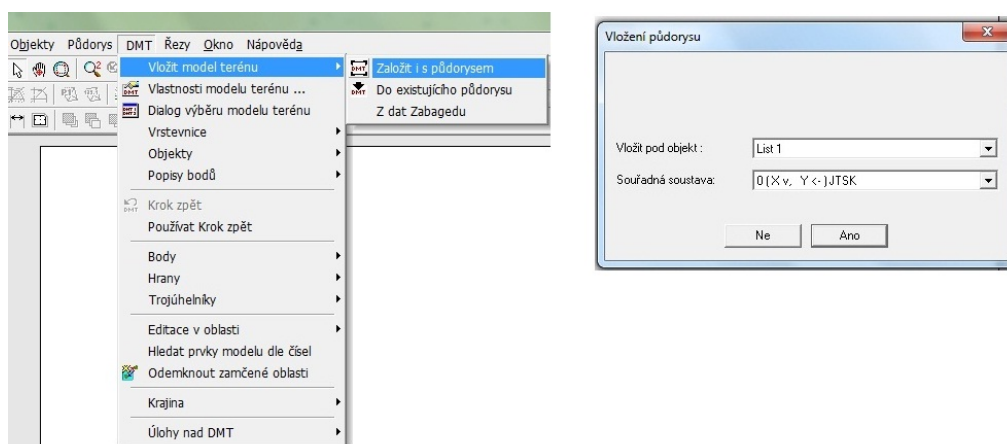
Prvním důležitým úkolem je vygenerování modelu terénu. Účelem této funkce je vytvoření datové struktury digitálního modelu. Nejdříve dojde k převodu bodového pole a posléze pak k vytvoření trojúhelníkové sítě modelu. Funkce generace modelu terénu je přístupná na nástrojové liště nebo v menu *DMT / Úlohy nad DTM / Operace s modelem*.

Obr. 5-10 Generace modelu terénu



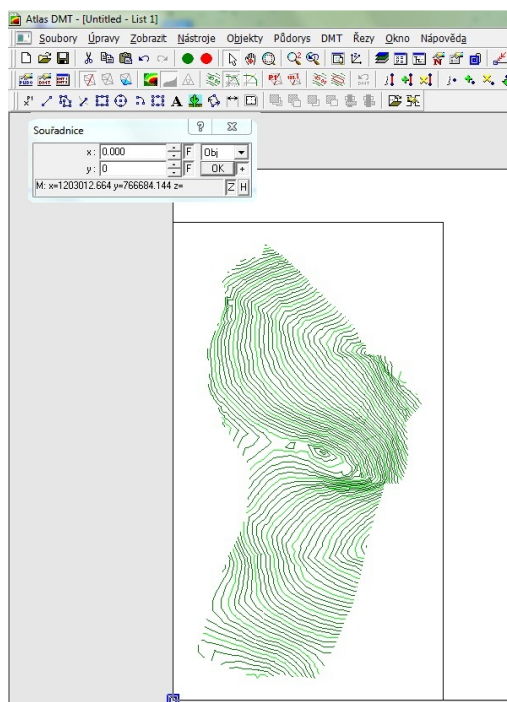
Dialogové okno generace DMT je rozděleno na dvě části. V rámečku model terénu lze zadat název modelu. V části vstupní data je nutné vložit soubor se souřadnicemi a výškami bodů. Vstupní data je možné vložit v několika odlišných formátech. Já jsem vkládala vstupní data uložená v \*.txt. Pořadí údajů v souboru \*.txt bylo – číslo bodu, souřadnice Y, souřadnice X, souřadnice Z. Po stisknutí tlačítka start se zahájí výpočet vlastní úlohy. Dialogové okno se ukončí tlačítkem konec.

Obr. 5-11 Vložení DMT



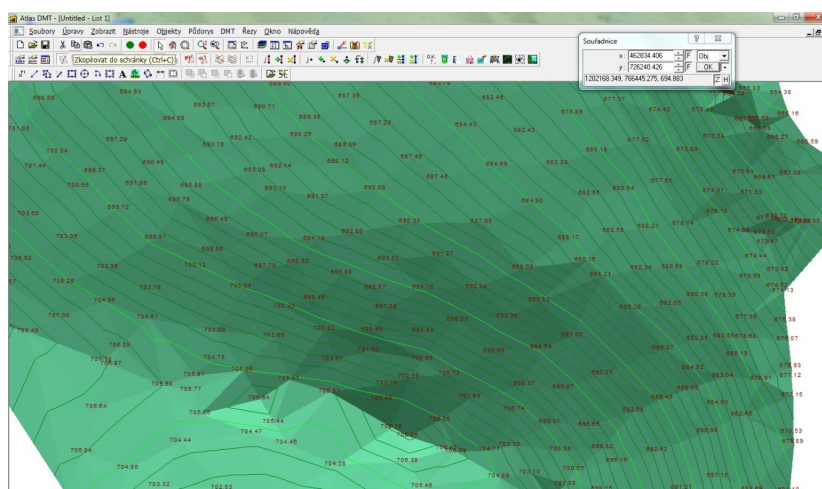
Po spočtení úlohy je nutné DMT umístit. To se provede přes *menu DMT / Vložit model terénu / Založit i s půdorysem*. Pro správné polohové umístění DMT jsem do dialogového okna souřadnice nastavila hodnotu souřadnice X a Y jako nulu. Počátek DMT se tak stal shodný s počátkem pracovního listu.

Obr. 5-12 Umístění DMT



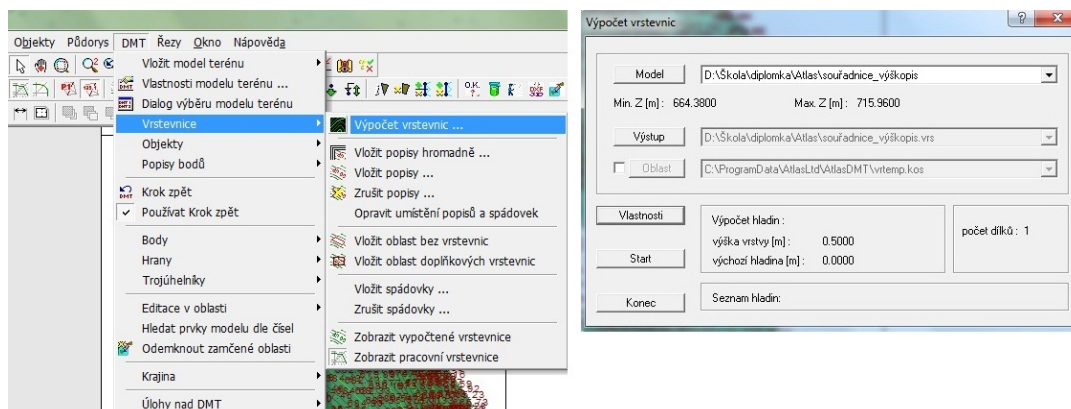
Program Atlas umožňuje zobrazení trojúhelníkové výplně DMT. Trojúhelníková síť poskytne lepší prostorové zobrazení plochy. Slouží však i pro částečnou kontrolu.

Obr. 5-13 Zobrazení trojúhelníkové výplně DMT



Dalším krokem je samotná interpolace vrstevnic. Tato úloha se nachází v menu *DMT / Vrstevnice / Výpočet vrstevnic*.

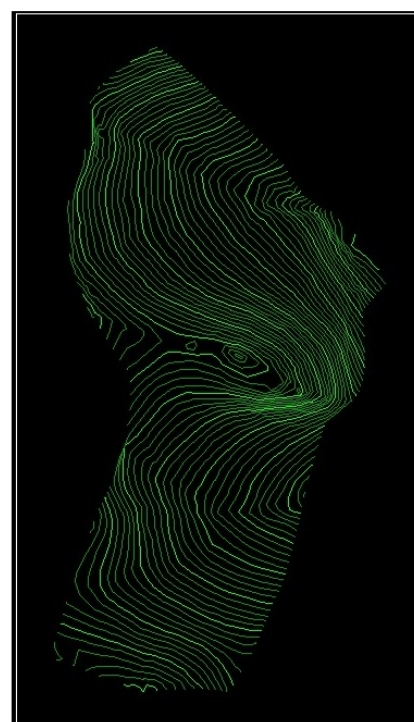
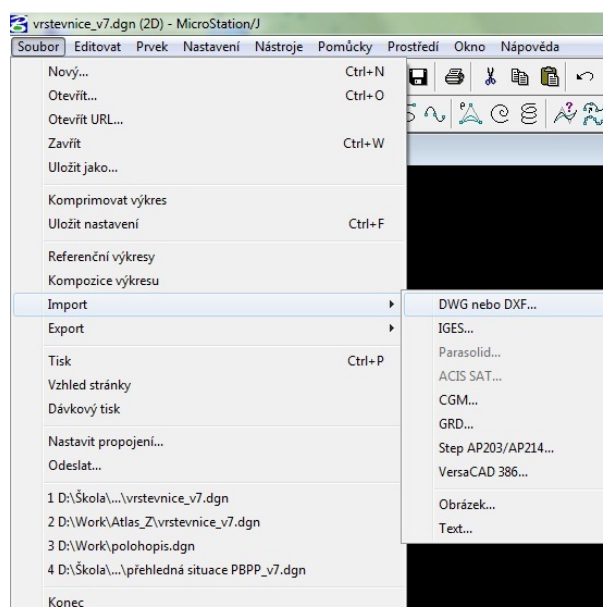
Obr. 5-14 Výpočet vrstevnic



Program umožňuje výběr při zobrazení vrstevnic. Pracovní vrstevnice nepotřebují žádný výpočet, zobrazují se na základě spočteného DMT. Další možnosti jsou vrstevnice tzv. předpočítané. Tyto vrstevnice je nutné spočítat. Výpočet těchto vrstevnic probíhá na základě zadání výpočtu. V dialogovém okně výpočet vrstevnic se zadává model (název modelu zvoleného pro výpočet) a výstup (název výstupního souboru). Dále je možné upravit vlastnosti (zde je možné změnit různá nastavení). V tomto nastavení lze určit i interval vrstevnic. V mém případě jsem zvolila 1m. Výpočetní úloha se spustí tlačítkem start. Vypočtené vrstevnice se zobrazí přes menu *DMT / Vrstevnice / Zobrazit vypočtené vrstevnice*.

Poslední krok, který je důležité provést, je export dat do formátu \*. dxf. Vrstevnice exportované do formátu \*.dxf je možné zobrazit v programu Microstation. Export se provede přes menu *Soubory / Export / Export do DXF*. Po zvolení tohoto menu se zobrazí dialogové okno, kde je možné zvolit, kam se má vyexportovaný soubor uložit. Když je zvoleno, kam se má soubor uložit, zobrazí se další dialogové okno. V tomto okně je možné vybrat různá nastavení pro export. Po stisknutí tlačítka OK jsou vrstevnice vyexportovány. Import vrstevnic do programu Microstation se provede přes nabídku *Soubor / Import / DXF*.

Obr. 5-15 Export souřadnic



#### 5.4.3. Ověření přesnosti výškopisu

Přesnost výškopisu mapy byla ověřena profilovou zkouškou. V zájmovém území byl zaměřen jeden kontrolní profil, který byl veden z bodu 220 na bod 716, v celkové délce 177 m. Celkem bylo zaměřeno 11 bodů. Body byly zaměřovány v intervalech cca po 15 krocích, tedy s vyšší hustotou než podrobné měření polohopisu. Profil byl zaměřen polární metodou. Pro měření byla použita totální stanice Leica TCR 407 power, stejně tak jako při měření podrobných bodů.

Pro testování dosažené přesnosti výšek podrobných bodů jsem spočítala rozdíly výšek dle vzorce:

$$\Delta H = H_m - H_k \text{ (m)}$$

kde:

$\Delta H$ ...rozdíl výšek,

$H_m$ ...výška podrobného bodu výškopisu,

$H_k$ ...výška téhož bodu z kontrolního určení.

Výšky  $H_m$  byly vygenerovány v programu Atlas na základě originálního DMT.

Tab. 5-3 Rozdíly výšek

číslo bodu	$H_m$ (m)	Staničení od bodu 220	$H_k$ (m)	$\Delta H$ (m)
220	703,60	0,00	703,60	0,00
1	700,72	16,10	700,93	0,21
2	698,74	30,62	698,82	0,08
3	696,46	45,40	696,53	0,07
4	693,94	60,71	694,18	0,24
5	691,41	75,88	691,41	0,00
6	688,78	90,62	688,87	0,09
7	685,96	106,97	685,83	-0,13
8	683,09	122,00	683,00	-0,09
9	680,37	136,94	680,54	0,17
10	677,77	151,91	677,91	0,14
11	675,88	166,30	675,80	-0,08
716	674,52	177,56	674,52	0,00

Pro výběrový soubor jsem vypočítala střední výškovou chybu:

$$s_H = \sqrt{\sum \Delta H^2 / kN} = \sqrt{0,2179 / 2 * 11} = \underline{0,09}$$

kde:

$k = 2$  (kontrolní určení má stejnou přesnost jako metoda určení výšek),

$N = 11$  (rozsah souboru).

Přesnost výšek se pokládá za vyhovující a odpovídající podmínkám kódu charakteristiky 3 pokud:

$$a) \quad |\Delta H| \leq 2u_H \sqrt{k} = 2 * 0,12 * \sqrt{2} = \underline{0,33}$$

$$u_H = 0,12 \text{ (platí pro kód charakteristiky kvality 3)}$$

Výše uvedené podmínce vyhovují všechny testované body.

$$b) \quad s_H \leq \omega_{Nuv}$$

$\omega_N$  = koeficient, jehož hodnota, při volbě hladiny významnosti  $\alpha=5\%$ , je rovna hodnotě 1,1

$$s_H \leq 1,1 * 0,12$$

$$0,09 \leq 0,132$$

Kritérium splňuje zadanou podmínku.

Z testování vyplývá, že soubor vyhovuje daným kritériím. Lze tedy prohlásit, že originál mapy odpovídá kódu charakteristiky kvality 3, přesnost výškopisu je tak vyhovující.



## 6. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu v části povodí Jenín jako podklad ke sledování dlouhodobých změn krajiny. Můj úkol spočíval v podrobném zaměření polohopisu i výškopisu zájmové lokality. Na základě naměřených dat jsem vypracovala mapu v měřítku 1 : 1 000.

Před zahájením jakýchkoliv prací jsem provedla rekognoskaci terénu. Během rekognoskace byl stanoven obvod zaměřovaného území, bylo navrženo doplnění PBPP a navržené body byly stabilizovány plastovými mezníky. Pro potřeby měření bylo na mém zájmovém území využito 9 nově stabilizovaných bodů PBPP. Následovalo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu. V průběhu měření bylo nutné dočasně stabilizovat jeden pomocný bod, který byl určen rajónem. Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu bylo provedeno metodou elektronické tachymetrie. Pro všechny měřické práce byla použita totální stanice Leica TCR 407 power, jejíž parametry vyhovovaly požadované přesnosti. Celkem bylo zaměřeno necelých 1000 bodů, které byly v průběhu měření zakreslovány do měřického náčrtu. Všechny naměřené údaje byly ukládány do vnitřní paměti přístroje.

Výpočetní práce byly provedeny v programu Groma. V tomto programu jsem spočítala polární metodou souřadnice pomocného a podrobných bodů. Výsledné polohové souřadnice jsou určeny v souřadnicovém systému S-JTSK a výšky v systému Bpv. Polohopis mapy jsem zpracovala v programu Microstation, vrstevnice v programu Atlas. Vrstevnice jsem následně naimportovala a upravila v programu Microstation.

Výsledný kartografický originál v měřítku 1 : 1 000 je zobrazen na 3 mapových listech a zobrazuje stav části povodí Jenín odpovídající říjnu 2009. Pro ověření přesnosti výškopisu byl zaměřen kontrolní profil, který byl následně porovnán s výsledným mapovým elaborátem. Lze prohlásit, že mapový originál odpovídá zadaným kritériím, podle kterých byl testován.

## Seznam použitých zkratk

AGS	astronomicko – geodetická síť
Bpv	Balt po vyrovnání
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
ČSJNS	Československá jednotná nivelační síť
ČSJNS/J	Jaderský výškový systém
DMT	digitální model terénu
GNSS	globální navigační satelitový (družicový) systém
GPS	globální poziční systém
KPÚ	komplexní pozemkové úpravy
NN	normální nulový bod
ObPÚ	obvod pozemkové úpravy
PBPP	podrobné bodové polohové pole
PÚ	pozemková úprava
Sb.	sbírka zákonů České republiky
SM	státní mapa
SMO	státní mapa odvozená
SPI	soubor popisných informací
ZhB	zhušťovací bod
ZPBP	základní polohové bodové pole
ZPMZ	záznam podrobného měření změn

## Seznam obrázků a tabulek

Obr. 2-1 Polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný

Obr. 2-2 Protínání z úhlů vpřed

Obr. 2-3 Polární metoda – pevné stanovisko

Obr. 2-4 Polární metoda – volné stanovisko

Obr. 2-5 Ortogonální metoda

Obr. 2-6 Metoda konstrukčních oměrných

Obr. 2-7 Princip tachymetrie

Obr. 2-8 Trigonometrické měření výšek

Obr. 5-1 Jenín

Obr. 5-2 Obvod mapovaného území

Obr. 5-3 Leica TCR 407 power

Obr. 5-4 Použité vybavení

Obr. 5-5 Přečíslování seznamu měření

Obr. 5-6 Zadání masky

Obr. 5-7 Polární metoda dávkou

Obr. 5-8 Založení nového projektu

Obr. 5-9 Pracovní prostředí programu Atlas

Obr. 5-10 Generace modelu terénu

Obr. 5-11 Vložení DMT

Obr. 5-12 Umístění DMT

Obr. 5-13 Zobrazení trojúhelníkové výplně DMT

Obr. 5-14 Výpočet vrstevnic

Obr. 5-15 Export vrstevnic

Tab. 2-1 Kódy kvality

Tab. 2-2 Kritéria přesnosti polygonových pořadů

Tab. 5-1 Přečíslování bodů PBPP

Tab. 5-2 Rozložení vrstev výkresu

Tab. 5-3 Rozdíly výšek

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Technická zpráva

Příloha č. 2 – Seznam souřadnic ZhB, bodů PBPP a pomocných bodů

Příloha č. 3 – Geodetické údaje, místopisy bodů PBPP

Příloha č. 4 – Protokol o výpočtu podrobných bodů

Příloha č. 5 – Seznam souřadnic podrobných bodů

Příloha č. 6 – Měřický náčrt

Příloha č. 7 – Klad mapových listů

Příloha č. 8 – Mapový list č. 1

Příloha č. 9 – Mapový list č. 2

Příloha č. 10 – Mapový list č. 3

Příloha č. 11 – Celková situace v zájmové lokalitě

Příloha č. 12 – Přehled bodů bodového pole

Příloha č. 13 – Kontrolní profil

## Seznam použité literatury

- [1] ČADA, V., Přednáškové texty z geodézie. Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky, [on-line] [cit. 10. 3. 2010] dostupné na: {<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>}
- [2] Český úřad zeměměřický a katastrální.: Návod pro obnovu katastrálního operátu 2009.
- [3] DOUŠEK, F. *Geodézie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 294 s. ISBN 80-7157-300-0.
- [4] DUMBROVSKÝ, Miroslav; MEZERA, Jaromír; et al. *Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 2000. 189 s. ISSN 1211 – 3972.
- [5] FIŠER, Z., VONDRÁK, J., a kol. *Mapování*. Brno: CERM, 2003. 146 s. ISBN 80-7204-472-9
- [6] HÁNEK, Pavel, et al. *Stavební geodézie*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. 133 s. ISBN 978-80-01-03707-2.
- [7] HUML, M., MICHAL, J. *Mapování 10*. Praha: ČVUT, 2005. 319 s. ISBN 80-01-03166-7.
- [8] MARŠÍK, M., MARŠÍKOVÁ, M. *Geodézie II*. České Budějovice: ZF JU, 2002. 123 s. ISBN 80-7040-546-5.
- [9] NEVOSÁD, Zdeněk; SOUKUP, František; VITÁSEK, Josef. *Geodézie III*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2000. 180 s. ISBN 80-214-1774-9
- [10] POKORA, Matěj, et al. *Geodézie pro stavební fakulty*. 1. vydání. Praha: Geodetický a kartografický podnik v Praze, 1984. 432 s.

[11] ŠVEC, Mojmir; HÁNEK, Pavel. *Geodézie pro stavební obory*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 1994. 175 s.

[12] Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením. *ÚZ č. 748, Katastr nemovitostí, zeměměřictví*. 5. 10. 2009, kapitola II, s. 178-215.

[13] Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů, (katastrální vyhláška). *ÚZ č. 748, Katastr nemovitostí, zeměměřictví*. 5. 10. 2009, kapitola I, s. 44-140.

[14] Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a o pozemkových úřadech. *ÚZ č. 748, Katastr nemovitostí, zeměměřictví*. 5. 10. 2009, kapitola III, s. 221-241.