

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
KATEDRA POZEMKOVÝCH ÚPRAV**

Studijní program: M4101 - Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Aplikace geodetických metod sběru dat při zaměrování polohopisných  
a výškopisných prvků krajiny

Vedoucí diplomové práce:  
Ing. Magdalena Maršíková

Autor:  
Jakub Konečný

2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Zemědělská fakulta  
Katedra pozemkových úprav  
Akademický rok: 2006/2007

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub KONEČNÝ**  
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Aplikace geodetických metod sběru dat při zaměřování  
polohopisných a výškopisných prvků krajiny.**

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

Cílem práce je zhodnotit stav stávajícího polohového bodového pole, podle potřeby je doplnit a zájmovou lokalitu podrobně zaměřit a zpracovat polohově i výškově.

- shromáždění stávajících podkladů a rekognoskace terénu
- revize sítě bodů polohového bodového pole a její doplnění
- výběr vhodné metody pro podrobné zaměřování
- provést vlastní měření, výpočty a vyhodnocení přesnosti
- zpracování grafických příloh v předepsané formě

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.**  
**Podhorský, 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

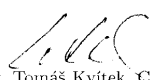
Datum zadání diplomové práce: **22. března 2007**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2009**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 12  
370 06 České Budějovice

  
prof. Ing. Martin Křížek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. března 2007

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma Aplikace geodetických metod sběru dat při zaměrování polohopisných a výškopisných prvků krajiny vypracoval samostatně na základě vlastních vědomostí, zjištění, poznatků, materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury a odborných konzultací.

V Českých Budějovicích, 15. dubna 2009

Jakub Konečný

## Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucí této diplomové práce, paní Ing. Magdaleně Maršíkové, za odborné vedení, cenné připomínky, rady a veškerou další pomoc. Můj dík patří též mým spolužákům Michalu Hojdekovi a Martinu Vlčkovi, kteří mi poskytli mnohé užitečné rady a především byli součástí týmu pro geodetické práce v terénu. Za podporu a pomoc vděčím také své rodině a nejbližším přátelům.

## Anotace

Cílem této diplomové práce je podrobné zaměření a zpracování určené lokality polohově i výškově. Danou lokalitou je severní část povodí potoka Ostřice v katastrálním území Horní Planá. Území bylo rekognoskováno a následně podrobně zaměřeno metodou elektronické tachymetrie. Součástí podrobného zaměřování byla stabilizace a zaměření pomocných bodů. Veškeré výpočetní a zobrazovací práce byly provedeny v interakčním grafickém softwaru KOKEŠ. Součástí práce je vyhodnocení přesnosti výškopisu provedené na základě profilové zkoušky. Výsledkem práce je mapový originál v měřítku 1 : 500 odpovídající stavu ke konci srpna 2008 a ostatní předepsané přílohy.

## Klíčová slova

podrobné zaměření, elektronická tachymetrie, pomocné body, výpočetní a zobrazovací práce, profilová zkouška, mapový originál v měřítku 1 : 500

## Annotation

The aim of this thesis is detailed surveying and processing of certain site for planimetry and elevation. The site is the northern part of the basin of Ostřice stream in the cadastral area Horní Planá. The territory was reconnoissanced and then surveyed in detail by the method of electronic tacheometry. Fixing and stabilization of ancillary geodetic points was the part of detailed surveying. All computing and imaging work was carried out in interactive graphical software KOKEŠ. The evaluation of the heights accuracy made on the basis of the profile test is the part of this thesis. The result of this thesis is the original map at a scale of 1 : 500 corresponding to the state to the end of August 2008 and other required attachments.

## Key words

detailed surveying, electronic tacheometry, ancillary geodetic points, computing and imaging work, profile test, original map at a scale of 1 : 500

# Obsah

Seznam použitých zkratk	10
<b>1 Úvod</b>	<b>11</b>
<b>2 Teoretická část</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Definice a klasifikace map</b>	<b>12</b>
2.1.1 <i>Definice mapy</i>	12
2.1.2 <i>Klasifikace map</i>	12
<b>2.2 Metoda podrobného zaměřování polohopisu a výškopisu</b>	<b>14</b>
2.2.1 <i>Historické souvislosti</i>	14
2.2.2 <i>Princip tachymetrie</i>	15
2.2.3 <i>Trigonometrické určování výšek</i>	16
2.2.4 <i>Elektronické tachymetry</i>	17
<b>2.3 Měřické práce</b>	<b>18</b>
2.3.1 <i>Přípravné práce</i>	18
2.3.2 <i>Založení a zaměření sítě tachymetrických stanovisek</i>	19
2.3.3 <i>Podrobné měření</i>	20
2.3.4 <i>Pomocné určování podrobných bodů</i>	22
2.3.5 <i>Zaměření křivkových prvků polohopisu</i>	22
2.3.6 <i>Hustota a rozmístění podrobných bodů</i>	23
2.3.7 <i>Útvary topografické plochy</i>	24
2.3.8 <i>Měřická skupina</i>	25
2.3.9 <i>Záznam výsledků měření</i>	25
2.3.10 <i>Měřický náčrt</i>	25
<b>2.4 Zpracování výsledků měření</b>	<b>26</b>
2.4.1 <i>Výpočet souřadnic</i>	26
2.4.2 <i>Zobrazování polohopisu</i>	28
2.4.3 <i>Zobrazování výškopisu</i>	28
2.4.4 <i>Mapové značky</i>	31
2.4.5 <i>Ověření přesnosti výškopisu</i>	31
<b>3 Cíl a metodika práce</b>	<b>35</b>
<b>4 Výsledky</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Přípravné práce</b>	<b>37</b>
4.1.1 <i>Charakteristika zájmového území</i>	37
4.1.2 <i>Technické podklady</i>	38
4.1.3 <i>Rekognoskace terénu</i>	39
4.1.4 <i>Volba přístrojů a metod</i>	40
<b>4.2 Měřické práce v terénu</b>	<b>42</b>
4.2.1 <i>Doplnění pomocných bodů</i>	42
4.2.2 <i>Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu</i>	43
4.2.3 <i>Záznam výsledků měření</i>	46
<b>4.3 Výpočetní práce</b>	<b>46</b>



4.3.1	<i>Výpočet souřadnic pomocných bodů</i>	47
4.3.2	<i>Výpočet souřadnic podrobných bodů</i>	48
4.3.3	<i>Přečíslování bodů</i>	49
<b>4.4</b>	<b>Tvorba polohopisné a výškopisné mapy velkého měřítka</b>	<b>50</b>
4.4.1	<i>Tvorba polohopisu</i>	50
4.4.2	<i>Popis</i>	51
4.4.3	<i>Tvorba výškopisu</i>	52
4.4.4	<i>Výsledný mapový elaborát</i>	56
<b>4.5</b>	<b>Hodnocení přesnosti výškopisu</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>Summary</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Seznam obrázků a tabulek</b>	<b>63</b>
<b>9</b>	<b>Seznam příloh</b>	<b>64</b>

## Seznam použitých zkratk

Bpv	výškový systém baltský – po vyrovnání
CB	číslo bodu
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
GPS	globální polohový systém
k.ú.	katastrální území
NN	nízké napětí
PBPP	podrobné polohové bodové pole
PC	osobní počítač
S-JTSK	systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
Sb.	Šbírka zákonů České republiky
SMO-5	Státní mapa odvozená 1 : 5000
SS	seznam souřadnic
TTP	trvalý travní porost
v. č.	výrobní číslo
ZhB	zhušřovací bod
ZM10	Základní mapa ČR 1:10 000

## 1 Úvod

Název tématu této diplomové práce je Aplikace geodetických metod sběru dat při zaměřování polohopisných a výškopisných prvků krajiny. Předmětem je tedy zaměření, zpracování a vyhotovení mapy velkého měřítka v určené lokalitě. Danou lokalitou je část povodí potoka Ostřice při západním okraji obce Hodňov v katastrálním území Horní Planá. Jedná se o území o výměře cca. 34 ha.

Téma své diplomové práce jsem po úvaze vybral na základě mého kladného vztahu k oborům geodézie a kartografie. Podnětem byla rovněž představa kombinace práce v terénu při vlastním zaměřování a u počítače potažmo v knihovně a jinde při ostatních pracích. Souvislost tématu s názvem a obsahem mého studijního oboru je též nasnadě, neboť podrobné měření polohopisu se vyskytuje i v geodetických pracích prováděných při pozemkových úpravách. Podrobné zaměření obvodu pozemkových úprav je podkladem pro návrh komplexních pozemkových úprav.

V první kapitole jsou formou rešerše z odborné literatury uvedeny teoretické základy pro tvorbu map velkých měřítek metodou, kterou jsem pro mapování zvolil. Následující kapitola popisuje cíle a metody práce. Ve třetí kapitole podrobně popisují dosahování stanovených cílů, je zde odůvodněna volba přístrojů a metod a uvedeny jsou jednotlivé postupy měřických, výpočetních a zobrazovacích prací včetně vyhodnocení přesnosti. Závěr obsahuje shrnutí všech činností a zhodnocení výsledků práce.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Definice a klasifikace map

#### 2.1.1 Definice mapy

Mapa je zmenšený, generalizovaný konvenční obraz kosmu, nebeských těles, Země nebo jejích částí, převedených do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (tzv. kartografickým zobrazením). Udává podle zvolených hledisek polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně ekonomických a technických objektů a jevů, které jsou vyjádřeny vizuálně znakovým systémem v závislosti na daném účelu. Plán je zmenšený, generalizovaný, konvenční obraz malé části zemského povrchu, přičemž se zanedbává zakřivení Země. (Podhorský, Michal, Váňa, Vrběcký, 1980) Rozsah zobrazovaného území musí však splňovat podmínku, že předměty měření mají ležet uvnitř kružnice o poloměru menším než 15 km, kdy Zemi můžeme ještě považovat za rovinu. Možnost zanedbání zakřivení Země však platí pouze pro znázornění polohopisu, záměna skutečného a zdánlivého horizontu není korektní při určování výšek bodů na větší vzdálenosti, kdy např. pro délku záměry okolo 10 km je oprava ze zakřivení téměř 8 m. (Huml, Michal, 2005)

#### 2.1.2 Klasifikace map

Podhorský, Michal, Váňa a Vrběcký (1980) dělí mapy pro potřeby mapování podle čtyř základních hledisek: způsob vyhotovení, měřítko, kartografické vlastnosti, obsah mapy. Obdobně mapy klasifikují Huml a Michal (2005). Dělení podle jednotlivých hledisek uvádějí následovně:

1. Podle způsobu vyhotovení:

- mapy původní – vznikají zpracováním dat získaných přímým měřením v terénu, sběr dat se provádí metodami geodetickými, fotogrammetrickými,

případně metodami GPS,

- mapy odvozené – vznikají na podkladě map původních metodami fotomechanickými, zpravidla v měřítkách menších s redukcí obsahu a případnou generalizací,
- mapy částečně odvozené - vznikají kombinací výše uvedených způsobů. Může se jednat např. o doplnění výškopisu do mapy velkého měřítka, jejíž polohopisná kresba již existuje a připojením vyřešeného vrstevnicového obrazu ke kresbě vznikne tak mapa nová, částečně odvozená.

## 2. Podle měřítka:

Klasifikace podle měřítka se prakticky ustálila na dvou hlediscích uvnitř této kategorie.

Technicko – inženýrské hledisko rozlišuje mapy:

Velkých měřítek do 1 : 5000, středních měřítek 1 : 10 000 – 1 : 200 000 a malých měřítek 1 : 200 000 a menší.

Obecně kartografické hledisko dělí mapy na:

- topometrické do měřítka 1 : 5000, u nichž je zobrazení prvků provedeno s minimální generalizací a s maximální mírou podrobnosti, typickou vlastností je vysoká kartometrická přesnost,
- podrobně topografické s rozsahem měřítkové škály od 1 : 10 000 do 1 : 50 000. Tyto mapy zobrazují ještě značné množství detailních prvků, ale již se zde používá mírný stupeň kartografické generalizace. Relativně přesné zobrazení polohy prvků postupně přechází v zobrazení vztahů mezi nimi.
- topografickochorografické mající měřítka od 1 : 200 000 do 1 : 1 000 000. Spolu s další, poslední, skupinou map, chorografickými mapami s měřítky menšími než 1 : 1 000 000, obsahují pouze podstatné prvky a jejich zobecněné globální vztahy.

### 3. Podle kartografických vlastností:

Týká se vlastností kartografického zobrazení s přihlédnutím k tomu, který ze tří geometrických mapových prvků (úhel, délka a plocha) se nezkrsluje, nebo se zkrsluje, ale jen v minimální míře. Mapy podle kartografických vlastností použitého zobrazení mohou být: konformní, ekvidistantní, ekvivalentní a vyrovnávací.

### 4. Podle obsahu mapy:

- mapy polohopisné – obsahující pouze polohopisnou složku mapy,
- mapy polohopisné a výškopisné, jež jsou kompozicí prakticky všech tří základních prvků,
- mapy pouze s výškopisem se tvoří hlavně jako mapy přiložené k mapám polohopisným.

## 2.2 Metoda podrobného zaměřování polohopisu a výškopisu

### 2.2.1 Historické souvislosti

Název tachymetrie je složen ze dvou řeckých slov (tacheos = rychlý, metrein = měřit) a použil jej poprvé francouz Moinot ve svém spisku „Levés des plans a la stadia“ (Paříž, 1864). Ten využil téměř dvě stě let starého vynálezu (Montanari, 1674) nitkového dálkoměru a ukázal, že je možno doplnit nitkový kříž každého teodolitu dálkoměrnými nitěmi. Tím získal přístroj, kterým bylo možno měřit nejen vodorovné a výškové úhly, ale i vzdálenosti, a tak při jednom měření určovat polohopisné i výškopisné údaje. Na základě toho objevil, propracoval a ve zmíněném spisku popsal nový způsob měření, podstatně rychlejší než způsoby předtím používané. Proto tento svůj nový způsob nazval tacheometrie, což česky znamená rychloměřičtví. Moinot tento nový způsob detailně propracoval, ale i popsal a jeho zásluhou se rychle šířil do celé Evropy a byl dlouho používán pro pořizování map středního i velkého měřítka. Pro mapování území malého rozsahu se používá dodnes, ovšem s dokonalejšími měřickými

prostředky. (Maršík, Maršíková, 2002)

### 2.2.2 *Princip tachymetrie*

Popis principu tachymetrie je u různých autorů velmi podobný. Dle Douška (1998) je tachymetrie měrická metoda vhodná k zaměřování terénního reliéfu zemského povrchu. Těto metody používáme pro současné měření polohopisu a výškopisu nebo pro samostatné doměření výškopisu do polohopisného podkladu. Základní myšlenka tachymetrie spočívá v současném určování polohy a výšky jednotlivých bodů zemského povrchu. Poloha bodů se určuje polárními souřadnicemi, vodorovným úhlem měřeným od základního orientačního směru a vzdáleností měřenou od stanoviště přístroje. Výšky bodů se obvykle určují trigonometricky. (Doušek, 1998) Podobnými slovy se vyjadřují o tachymetrii i Maršík a Maršíková (2002): V tachymetrii získáme při jednom měření údaje pro polohopis a výškopis současně. Polohu každého jednotlivého bodu určujeme polárními souřadnicemi vzhledem k pólu, tj. ke stanovišti. Polární souřadnice jsou vodorovná vzdálenost podrobného bodu od stanoviště a vodorovný úhel měřený od zvoleného (orientačního) směru. Výškové údaje nového podrobného bodu získáme na základě změřené vzdálenosti a výškového úhlu. (Maršík, Maršíková, 2002)

Podrobné body  $P_i$  jsou určeny třemi měřenými veličinami (vodorovným směrem  $\Psi_i$ , šikmou délkou  $s'_i$  a zenitovým úhlem  $z_i$ ). Při zpracovávání plánu nebo mapy je nutné nejprve vypočítat rovinné souřadnice  $x_t$ ,  $y_t$  a výšky  $H_t$  tachymetrických stanovištěk  $T$ . Pak se orientované směry  $\Psi_i$  orientují na okolní stanoviště (směrníky  $\sigma_i$ ) a získají se takzvané měřené směrníky  $\alpha_i$ . Ze šikmých délek  $s'_i$  a zenitových úhlů  $z_i$  se odvodí vodorovné délky  $s_i$  ( $\equiv s'_i \sin z_i$ ) a převýšení  $h_i$  ( $\equiv s'_i \cos z_i$ ). Vypočtené polární souřadnice se převedou na rovinné ( $x_i$ ,  $y_i$ ) – zpravidla v S-JTSK a na výšky  $H_i$  :

$$x_i = x_t + s_i \cos \alpha_i, \quad y_i = y_t + s_i \sin \alpha_i, \quad H_i = H_t + h_i.$$

K tachymetrickým měřením se používají vesměs elektronické tachymetry, které umožňují vysokou automatizaci měřických a výpočetních prací a zejména grafického zpracování výsledného plánu nebo mapy. Elektronické tachymetry mají také vysokou relativní přesnost určení polohy a výšky bodů, charakterizovanou chybou několika málo centimetrů. Tachymetrická metoda, konkrétně tzv. nitková tachymetrie, byla známa již mnoho desítek let před výrobou elektronických tachymetrů. Používalo se k ní běžných teodolitů. K měření délek sloužily nitkové a později diagramové dálkoměry. Jejich nevýhodou je však podstatně nižší přesnost délek, dosahující jen kolem dvou až tří decimetrů na 100 m. (Nevosád, Vitásek, 2000)

### 2.2.3 Trigonometrické určování výšek

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:  $h$  je výškový rozdíl dvou bodů (převýšení)

$s$  je změřená vodorovná vzdálenost

$\varepsilon$  je změřený zenitový úhel

Při použití elektronických tachymetrů je možné určovat přímo převýšení. Z hlediska přesnosti při trigonometrickém měření výšek je třeba, aby měření zenitového úhlu bylo tím přesnější, čím bude větší vodorovná vzdálenost. Dále má na přesnost určení převýšení při vzdálenosti  $s > 300$  m vliv zakřivení zemského povrchu a refrakce. Pro určení nadmožské výšky určovaného bodu je třeba znát nadmožskou 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 je výška určovaného bodu

$H_S$  je výška stanoviska

$v_p$  je výška přístroje

$v_c$  je výška cíle

h je převýšení

Při vzdálenostech nad 300 m je nutno ve výpočtu uplatnit korekce ze zakřivení Země a z refrakce. (Nevosád, Vitásek, 2000)

#### 2.2.4 Elektronické tachymetry

Současná moderní technika vytváří tzv. automatické zpracovatelské linky – elektronický tachymetr neboli totální stanice (spojení elektronického teodolitu a elektrooptického dálkoměru) s možností registrace měřených dat včetně kódování povinných spojnic kresby, dále přenos dat do počítače využívajícího speciální geodetické programy (např. Geus, 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 situaci a po automatické interpolaci i kresbu vrstevnic.

Měřené hodnoty – vodorovný směr  $\Psi_i$ , zenitový úhel  $z$  a šikmá délka  $s_i$  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 důvodu automatizace je nutné kromě uvedených údajů registrovat číslo bodu, výšku cíle a popis bodů. Do vnitřní paměti přístroje, která se v současné době pohybuje v možnosti registrace několika tisíc bodů, se ukládají informace o zakázce (název, měřič, přístroj, datum atd.). Pro jednotlivá tachymetrická stanoviska se do vnitřní paměti vkládá jejich číslo, výška

přístroje a identifikace. (Nevosád, Vitásek, 2000)

Vysoký stupeň automatizace zpracování měřických výsledků, jako je např. kresba map a plánů, kresba vrstevnic, kótované plány, seznamy souřadnic a výšek aj., umožňuje vytvoření propojeného systému, sestaveného z univerzálního přístroje s registrací, počítače, plotru, tiskárny a případně dalšího zařízení (skener, digitizér aj.). Všechny větší světové firmy vyvinuly a prodávaly kompletní měřické systémy a příslušné programové vybavení. V současné době výrobci univerzálních elektronických přístrojů umožňují vytvářet libovolný výstupní formát dat, který pak lze velice jednoduše pomocí přenosového programu nahrát do paměti počítače. Přístroje a zařízení jsou kompatibilní a prostřednictvím sériového portu umožňují automatický přenos dat. Uživatel může pro další zpracování dat použít libovolný vlastní výpočetní a kreslicí program (Atlas, Geus, Groma, Kokeš, Mapa, MicroStation aj.). Propojení přístroje s počítačem může být realizováno přímo kabelem nebo se data přenášejí prostřednictvím samostatného čtecího zařízení. Přenos dat může být obousměrný. (Nevosád, Soukup, Vitásek, 1999)

## **2.3 Měřické práce**

### *2.3.1 Přípravné práce*

Před zahájením jakýchkoliv měřických prací je vždy nutné vykonat tzv. rekognoskaci terénu, tj. podrobnou přehlídku celého zájmového území. Při rekognoskaci je nutno zjistit stav a využitelnost stávajícího polohového a výškového bodového pole (trigonometrických bodů, zhušťovacích bodů, nivelačních bodů) a navrhnout případné zhuštění. Pro nové zhušťovací body je potřeba navrhnout způsob jejich zaměření a způsob jejich stabilizace. Dále je nutno stanovit způsob (technologie) zaměřování jednotlivých částí území i způsob dokumentace měření. (Maršík, Maršíková, 2002)

### 2.3.2 Založení a zaměření sítě tachymetrických stanovišek

Podrobné tachymetrické body se zaměřují ze sítě tzv. tachymetrických stanovišek, tj. bodů podrobného bodového polohového pole (PBPP). Hustota a tvar sítě závisí na přehlednosti terénu a použitém přístroji k měření. Sít' tachymetrických stanovišek se buduje samostatně před zahájením tachymetrických měření a nebo, v případě, že jde o menší lokalitu nebo stávající sít' PBPP je hustá, současně s měřením podrobných bodů. Sít' tachymetrických stanovišek se polohově zaměřuje plošnými sítěmi s měřenými vodorovnými úhly a délkami, polygonovými pořady oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými případně jednostranně orientovanými nebo neorientovanými, protínáním vpřed z úhlů, délek nebo kombinovaným protínáním a dále rajónem s orientací na daném bodě na dva dané body. (Nevosád, Vitásek, 2000) Geometrické parametry a kritéria přesnosti pro výše uvedené metody uvádí Návod pro obnovu katastrálního operátu.

Při měření malých území je často příhodné vybudovat sít' stanovišek jako uzavřený polygonový pořad, naopak při měření území protáhlého tvaru mohou být vhodnou sítí stanovišek vrcholy polygonového pořadu jdoucího přibližně osou zájmového území. (Maršík, Maršíková, 2002) Výšky bodů se zaměřují trigonometricky nebo technickou nivelací. Polohově i výškově se sít' připojuje na dané trigonometrické a zhušťovací body, popřípadě na body PBPP. Nejsou-li body výškově určeny nebo přesnost jejich určení je nedostačující, připojí se sít' výškově na nejbližší nivelační body. Sít' hlavních stanovišek většinou nestačí k zaměření celé lokality (např. vegetací zarostlý terén, budovy atd.). Proto je nutné sít' doplnit o pomocná stanoviška, která se budují a zaměřují současně s podrobnými body. Poloha pomocných stanovišek se zpravidla určuje rajónem a výška trigonometricky, s měřením jak na daných tak na určovaných bodech (vodorovné úhly se vždy měří v obou polohách dalekohledu). (Nevosád, Vitásek, 2000) Podle Fišera a Vondráka (2003) se pomocné body určují těmito povolenými metodami:

- a) staničením na měřických přímkách mezi body polohového bodového pole,

- b) rajóny,
- c) pomocnými polygonovými pořady,
- d) protínáním ze směrů nebo délek,
- e) volným polárním stanoviskem.

Dle návodu pro obnovu katastrálního operátu může být délka rajónu maximálně 1000 m, nesmí být větší než délka k nejbližšímu orientačnímu bodu a smí být maximálně o 33% větší než délka měřické přímky, na kterou je rajón připojen. Délka měřické přímky a pomocného polygonového pořadu nesmí být větší než 2000 m. Maximální přípustná délka volného polygonového pořadu je 250 m. Přípustný je maximálně trojnásobný rajón.

Výjimečně, při zaměřování velmi malých území, je možno zavést místní pravouhlý systém souřadnic a systém relativních výšek. Místní systémy je možno použít, když připojení na státní systémy by bylo náročnější než vlastní podrobné měření. (Maršík, Maršíková, 2002)

### *2.3.3 Podrobné měření*

Pracovní úkony, vykonávané na jednom stanovisku, se zpravidla vykonávají v následujícím pořadí: a) vytyčení a stabilizace (zpravidla tvořené železnou trubkou nebo i dřevěným kolíkem) pomocných bodů určovaných ze stanoviska, b) ustavení přístroje, tj. jeho centrace a horizontace, c) orientace přístroje na dané body, d) zaměřování podrobných bodů, e) kontrola orientace přístroje.

Pomocné body (pomocná stanoviska) se určují nejčastěji rajonem z hlavního stanoviska nebo protínáním. V případě nutnosti lze zřídit pomocné stanovisko tzv. volným polygonovým pořadem, tj. několika na sebe navazujícími rajóny, tento polygon může mít maximálně tři strany.

K ustavení přístroje patří také určení výšky přístroje, tj. změření výšky točné osy dalekohledu nad stabilizačním znakem stanoviska.

Orientace přístroje znamená nastavení nulového čtení na horizontálním kruhu

přístroje zacílením dalekohledu na sousední stanovisko. Všude, kde je to možné, zkontrolujeme orientaci přístroje zaměřením alespoň na jeden další pevný (daný) bod.

Měření podrobných bodů probíhá podle pokynů vedoucího měřické skupiny. Vedoucí skupiny vede měřický náčrt a zavádí figuranty na podrobné body. Měřič zodpovídá za správné ustavení přístroje. Figurant staví odrazný hranol na určené body ve svislé poloze, kterou kontroluje podle krabicové libely upevněné na tyči s odrazným hranolem.

Po skončení měření podrobných bodů je nutno zkontrolovat ustavení přístroje. Dalekohled se zamíří na výchozí orientační bod, popř. ještě na další (kontrolní) bod. Pokud počáteční a konečné měření vodorovného směru na orientační body souhlasí, je možno považovat celé měření na stanovisku za správné. V opačném případě došlo zřejmě k narušení ustavení přístroje a celé měření je nutno opakovat. (Maršík, Maršíková, 2002) Podle Fišera a Vondráka (2003) je pro dodržení potřebné přesnosti podrobného měření zachovávat tyto zásady:

Měření délek: používáme komparované měřické pomůcky zajišťující dodržení střední chyby jednoho měření menší než 0,02 m. Délky v měřické síti měříme vždy dvakrát, ostatní délky (polární délky, konstrukční oměrné, kontrolní oměrné, polární kolmice, doměrky) stačí měřit jednou. Naměřené délky opravujeme o redukce fyzikální (teplota a tlak vzduchu), redukce matematické (redukce do vodorovné roviny a redukce z nadmožské výšky) a dále o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Redukce zavádíme do výpočtu pouze tehdy, přesáhne-li jejich celkový součet pro danou délku hodnotu 0,02 m.

Měření směrů: v měřické síti měříme směry pouze v jedné skupině a to v obou polohách dalekohledu (orientace, pomocné body), při podrobném měření měříme pouze v jedné poloze dalekohledu.

Orientace na dané body: na stanovisku orientujeme osnovu směrů vždy nejméně na dva dané body měřické sítě, alespoň na jeden z nich měříme i délku. Není-li možné zaměřit nejméně dva dané body měřické sítě, ověřujeme orientaci kontrolním zaměřením bodu z jiného stanoviska.

#### 2.3.4 Pomocné určování podrobných bodů

Za situace, kdy není ze stanoviska přímo vidět na některé podrobné body, lze tyto zaměřit s použitím tzv. polární kolmice, které se vytyčují hranolem. Polární kolmice nesmí být delší než 1/2 délky od stanoviska k patě kolmice a nesmí přesáhnout 30 m. Princip polární kolmice spočívá v zaměření podrobného bodu, z něhož je spuštěna kolmice na měřený směr, který se volí co nejbližší k tomuto bodu. Měřenými prvky jsou: směr, délka k patě kolmice a délka kolmice s uvedením znaménka + resp. - , směruje-li kolmice napravo, resp. nalevo od měřeného směru. Není-li možné z jakéhokoliv důvodu při polární metodě nebo způsobu polární kolmice umístit hranol přímo na daný podrobný bod, tak jej podle situace dáme před nebo za tento bod. V zápisníku podrobného měření pak uvedeme tzv. doměrek, jehož znaménko se řídí tím, zda je nutné ho přičíst k měřené vzdálenosti nebo odečíst. Dále je možné podrobné body nedostupné pro polární měření určit doplňujícími měřickými metodami s připojením na podrobné body určené polárně, respektive ortogonálně z bodů měřické sítě. Měření však musí být provedeno tak, aby obsahovalo nezávislé kontroly, např. připojení nejméně na tři body, kontrolní míry na další body určené polárně nebo na blízké pomocné body. (Huml, Michal, 2005)

#### 2.3.5 Zaměření křivkových prvků polohopisu

Na prvcích polohopisu, majících tvar kruhového oblouku nebo kružnice se dle Humla a Michala (2005) volí podrobné body takto:

- na kruhovém oblouku tři body a to koncové body a třetí bod přibližně v poovíční vzdálenosti mezi koncovými body,
- u kružnice buď tři body na ní rovnoměrně rozložené nebo jen střed kružnice s tím, že se změří a do měřického náčrtu vyznačí poloměr.

Na prvku polohopisu tvaru obecné křivky se dle týchž autorů postupuje takto:

- určí se oba koncové body křivky a další její mezilehlé body tak, aby byl správně vystižen její tvar a změny zakřivení

### 2.3.6 Hustota a rozmístění podrobných bodů

Zemský povrch je velmi nepravidelný a jeho plocha tvarově velmi složitá. Dokonalé zobrazení by vyžadovalo zaměření velkého počtu vhodně zvolených bodů a kresba by musela být provedena v dostatečně velkém měřítku. Protože se však tachymetrické plány kreslí obvykle ve značném zmenšení (např. 1:1000), bylo by velmi pracné a přitom i zbytečné zaměřovat jednotlivé velmi jemné podrobnosti terénu. Z tohoto důvodu je třeba tvarově složitou plochu terénu nejdříve rozložit na jednodušší útvary a při měření vynechat nepodstatné podrobnosti. Složitá plocha terénu se tak zjednoduší – generalizuje – a to tím více, čím menší je měřítko, v němž se zobrazí. (Doušek, 1998) Vystihnout reliéf terénu, tedy jednotlivé terénní tvary, je věc poměrně složitá a vyžaduje značné zkušenosti. K tomu je nutné vhodně a v dostatečném počtu volit podrobné body. Jejich počet bude záviset na členitosti lokality, měřítku, ve kterém má být území zobrazeno, a na zkušenostech geodeta. Čím více se bude zmenšovat měřítko, tím více bude nutné generalizovat (zjednodušovat) terénní reliéf, tedy postupně vypouštět některé polohové, výškové a tvarové podrobnosti, které by se nedaly v požadovaném měřítku zobrazit. Je-li přesto nutné je zobrazit v plánu či mapě, vyznačí se pomocí smluvených značek (např. šoupě, sloup atd.). (Nevosád, Vitásek, 2000) Množství a rozmístění podrobných bodů měřených z jednoho stanoviska závisí na konfiguraci terénu, účelu a požadované přesnosti výsledku měření, v neposlední řadě i na měřítku grafického ztvárnění výsledku měření (tj. na měřítku výsledné mapy). Vždy je nutno zaměřit všechny objekty, které mají být zachyceny v příští mapě (hranice pozemků, mostky a propustky, stožáry elektrického vedení, povrchové znaky podzemních vedení, apod.). Ve volném terénu se volí podrobné body v závislosti na členitosti reliéfu. V jedoduchém terénu je příhodné volit podrobné body ve víceméně pravidelných rozestupech tak, že vytvářejí víceméně pravidelnou (např. čtvercovou síť). (Maršík, Maršíková, 2002) Vzdálenost mezi sousedními body závisí na měřítku, ve kterém se bude vyhotovovat originál. Např. pro měřítko 1:1000 se volí vzdálenost sousedních bodů 30 – 40 m. Pro měřítko 1:500 vzdálenost 15 – 20 m. (Nevosád,

Vitásek, 2000) V členitém a nepravidelném terénu už zpravidla pravidelné rozložení podrobných bodů nestačí k vystižení reliéfu (reliéfních tvarů) a ke kresbě vrstevnic. Proto je nutno zaměřit podrobné body také na tzv. čarách terénní kostry (údolnice, hřbetnice, hrana svahu apod.) a také na vrcholových tvarech (vrchol kopce, sedlo). (Maršík, Maršíková, 2002) Jednoduché útvary, jejichž soubor tvoří topografickou plochu, je možno charakterizovat základními čarami této plochy. Patří k nim vrstevnice, spádnice, hřbetnice, údolnice a hrany, z nichž je možno vytvořit kostru jednotlivých terénních útvarů, popřípadě i celé zaměřované topografické plochy. (Doušek, 1998)

### 2.3.7 Útvary topografické plochy

Na utváření reliéfu se podílí působení vnitřních a vnějších sil. Zde můžeme jmenovat především gravitační a odstředivé síly, působení vody (tekoucí, stékající, prosakující), vliv změn teploty, intenzivní lidskou činnost. Členitý terén při mapování zjednodušíme na tzv. topografickou plochu, která se skládá z klasifikovaných tvarů. Charakter topografické plochy (hřbetnice údolnice, hrany, tvarové čáry) se nazývá orografické schéma. (Fišer, Vondrák, 2003)

- Vrstevnice jsou čáry vedené po zemském povrchu, které mají v každém svém bodě stejnou nadmořskou výšku. Můžeme si je představit jako průsečnice vodorovných rovin s terénem.
- Spádnice jsou čáry vedené po zemském povrchu, které jsou v každém svém bodě kolmé k vrstevnicím těmito body procházejícím. Jsou to čáry, které mají v okolí těchto bodů největší spád.
- Hřbetnice jsou čáry spojující nejvýše položená místa terénních útvarů.
- Údolnice jsou čáry spojující nejnižší položené body terénních útvarů. Mají téměř vždy menší sklon než přilehlá údolí.
- Hrany jsou čáry, v nichž se stýkají dvě různě skloněné plochy. Mohou být přirozené, například terénní zlomy, nebo umělé, například hrany náspů a zářezů. Mohou být vodorovné nebo skloněné. (Doušek, 1998)



### 2.3.8 *Měřická skupina*

Skupina je složena z vedoucího skupiny, který rozhoduje o navržení měřické sítě a o výběru podrobných bodů, na které zavádí figuranty. Současně vede i tachymetrický náčrt. Měřič skupiny obsluhuje elektronický tachymetr a registruje měřená data. Každá skupina má jednoho až tři figuranty, kteří obsluhují hranoły. (Nevosád, Vitásek, 2000)

### 2.3.9 *Záznam výsledků měření*

Výsledky měření se zaznamenávají do měřických náčrtů a do zápisníků podrobného měření, popř. paměťového média použitého přístroje. V dnešní době se používá automatizovaného záznamu dat s možností kódování, a tím se předchází chybám při čtení a následném zápisu. Záznam měřených dat se provádí za pomoci digitálních záznamníků, které jsou buď přímo součástí totální stanice nebo externími záznamníky. Kapacita vnitřní paměti, paměťového modulu, paměťové karty umožňuje uložení několika set až několika desítek tisíc měření, která lze třídit do několika zakázek. Registrovaná data lze při měření prohlížet a případně evidovat. Zaznamenaná data se pak načítají do výpočetních a zobrazovacích interakčních softwarů a dále zpracovávají automatizovaným způsobem. (Nevosád, Vitásek, 2000)

### 2.3.10 *Měřický náčrt*

Měřický náčrt vyhotovuje současně při měření vedoucí pracovní skupiny. Jako podklad měřického náčrtu může sloužit kopie nebo zvětšenina katastrální mapy, či jiné existující mapy vhodného měřítka. Často se vyhotovuje měřický náčrt na čistý papír až při měření. V tom případě se do něj zakreslují zejména charakteristické situační čáry a body. Měřický náčrt se vyhotovuje tužkou. (Maršík, Maršíková, 2002) Do měřického náčrtu se zakreslují přibližné polohy podrobných bodů, jejich čísla, spojují se jednotlivé body situace, zakresluje se terénní kostra, vyznačují se terénní tvary, horizontály. Ve

většině případů za podklad tachymetrického náčrtu slouží kopie nebo zvětšenina polohopisné mapy. Pokud není k dispozici mapový podklad, vyhotovuje se náčrt „od oka“. Měřítko náčrtu se volí ve většině případů přibližně stejné, v jakém bude vyhotoven originál. Kromě toho obsahuje tachymetrický náčrt popisné údaje – číslo náčrtu a sousedních náčrtů, katastrální území, směr k severu, měřítko, kdy a kým byl vyhotoven atd. (Nevosád, Vitásek, 2000) Dle pokynů vedoucího skupiny měřický pomocník (figurant) staví odrazný hranol na jednotlivé podrobné body. Tato body se zakreslují do měřického náčrtu zpravidla malým křížkem a číslují se průběžně od 1 do 999. Kromě situačních čar se do měřického náčrtu zakreslují také charakteristické terénní tvary (terénní kostra, terénní stupně, náhlé změny sklonu apod.). Do měřického náčrtu se také zapisují tzv. kontrolní oměrné, což jsou přímo měřené vzdálenosti (např. pásmem) mezi dvěma sousedními podrobnými body (např. mezi dvěma rohy domu apod.), označení kultur a vše, co usnadní zpracování originálu mapy. (Maršík, Maršíková, 2002)

## **2.4 Zpracování výsledků měření**

### *2.4.1 Výpočet souřadnic*

Souřadnice pomocných a podrobných bodů se počítají z údajů měřických zápisníků nebo registrovaných výsledků podrobného měření uložených na paměťových médiích. Výpočty pomocných a podrobných bodů jsou vázány na dané body polohového bodového pole. Systém výpočtu bývá většinou upraven tak, že nejprve se provede výpočet měřické sítě, testuje se dodržení mezních odchylek (v polygonových pořadech, měřických přímkách) a jejich případné překročení se analyzuje a zjištěné chyby se odstraní. V další fázi probíhají výpočty souřadnic podrobných bodů, opět s testováním oměrných a jiných kontrolních měř s hodnotami vypočítanými ze souřadnic. Pokud jsou některé body určeny vícenásobně, pak výsledné souřadnice se počítají aritmetickým průměrem. Celý průběh výpočtu musí být zachycen v protokolu o výpočtu. (Huml, Michal, 2005)

Charakteristiku přesnosti určení bodů podrobného polohového bodového pole stanovuje vyhláška 26/2007 Sb.

V souladu s vyhláškou 26/2007 Sb. jsou stanoveny tyto charakteristiky přesnosti určení podrobných bodů:

- a) charakteristikou přesnosti určení souřadnic  $x$ ,  $y$  podrobných bodů je základní střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$ , daná vztahem

$$m_{xy} = \sqrt{0,5(m_x^2 + m_y^2)}$$

kde:  $m_x$ ,  $m_y$  jsou základní střední chyby určení souřadnic  $x$ ,  $y$ .

- b) charakteristikou relativní přesnosti určení souřadnic  $x$ ,  $y$  dvojice podrobných bodů je základní střední chyba  $m_d$  délky  $d$  přímé spojnice bodů této dvojice, vypočtené ze souřadnic.

Souřadnice podrobných bodů musí být určeny tak, aby:

- a) charakteristika  $m_{xy}$  nepřesáhla kritérium  $u_{xy} = 0,14$  m,
- b) charakteristika  $m_d$  nepřesáhla kritérium  $u_d$  vypočtené pro každou délku ze vztahu

$$u_d = 0,21 [(d + 12)/(d + 20)] \text{ m}$$

Dosažení přesnosti určení souřadnic podrobných bodů se ověřuje pomocí:

- a) oměrných měř nebo kontrolních měření délek přímých spojnic jiných vybraných dvojic podrobných bodů a jejich porovnání s délkami, vypočtenými ze souřadnic, nebo
- b) nezávislého kontrolního měření a výpočtu souřadnic výběru podrobných bodů a jejich porovnání s prvotně určenými souřadnicemi.

#### 2.4.2 Zobrazení polohopisu

Při zobrazení 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. (Maršík, Maršíková, 2002)

Podle měřického náčrtu se zobrazí body polohopisu zaměřené geodetickými a fotogrammetrickými metodami. Vynesené body se označují číslem ve shodě s číslováním v zápisníku nebo na paměťovém médiu. Body se spojují podle měřického náčrtu, čímž se vytvoří polohopis. Polohopis se na výtiscích základních map vyhotovuje černě. (ČSN 01 3410, ČSN 01 3411)

### *2.4.3 Zobrazování výškopisu*

Podle Humla a Michala (2005), ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411 se pro mapy velkých měřítek u nás v současnosti používá pro zobrazování výškopisu pouze:

- kóta
- vrstevnice
- technická šrafa

Výškopis s jeho číselným popisem se na výtiscích základních map vyhotovuje hnědě.

### *Kótování*

Informace o výškových poměrech v mapě jsou zprostředkovány uvedením absolutní nebo relativní výšky – kóty – bodu. (Huml, Michal, 2005) 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. (Fišer, Vondrák, 2003) Relativních výšek se užívá při určování výšek některých terénních útvarů, jako např. terénních stupňů, příkopů, náspů a výkopů, apod. Kóty se umísťují na význačných bodech terénu (vrcholové tvary terénu, rozcestí, vchody do budov, apod.) a číselný údaj poskytuje rychlou a přesnou informaci o výšce terénu. (Huml, Michal, 2005) Podle Maršíka a Maršíkové (2002) se výškové kóty uvádějí také na ostatních důležitých polohopisných bodech, jako např. na významných vodních plochách, na významných bodech vodních toků, na rozích stavebních objektů, na

povrchových značkách podzemních vedení apod.

Huml a Michal (2005) a Fišer a Vondrák (2003) shodně uvádějí: Kótováním nezískáváme představu o plasticitě reliéfu terénu.

K vyznačeným podrobným bodům tečkou se uvede výška a to tak, že vlevo od tečky se napíše hodnoty celých metrů, vpravo desetiny, popř. setiny metrů. Výšky podrobných bodů na zpevněném povrchu se uvádějí v redukovaném tvaru v metrech na dvě desetinná místa, výšky ostatních podrobných bodů se uvádějí v metrech na jedno desetinné místo. (ČSN 01 3410, ČSN 01 3411)

### *Vrstevnice*

Svislé průměty průsečnic terénního reliéfu s vodorovnými rovinami, které mají pravidelný rozestup od nulové nadmořské výšky se nazývají vrstevnice. Jsou to tedy čáry, které spojují body o stejné nadmořské výšce a tato výška je zpravidla vhodným násobkem metru. Huml a Michal (2005) Vrstevnice se konstruují na podkladě vypočtených nadmořských výšek podrobných bodů a nadmořských výšek stanovisek při současném respektování obsahu měřického náčrtu. Za základní vrstevnice považujeme většinou vrstevnice metrové. Rozestup (vertikální vzdálenost vrstevnic) nazýváme interval. Pro každou mapu se stanovuje základní interval vrstevnic. Pro měřítko 1: 500 a větší se používá základní interval vrstevnic  $i = 1$  m. Pro měřítka 1: 10 000 a menší  $i = M / 5000$ , kde M je měřítkové číslo. Doplnující vrstevnice se konstruují zpravidla tehdy, nelze-li základními vrstevnicemi výstižně znázornit změnu sklonu terénu (například u vrcholu kup, sedel, na spočinku atp.) a hlavně tehdy, je-li vzdálenost základních vrstevnic na mapě větší než cca 5 cm (plochý terén). (Fišer, Vondrák, 2003) Doplnující vrstevnice se vykreslí v polovičním nebo čtvrtinovém intervalu a zpravidla se kreslí čárkovaně. Pro zvýšení čitelnosti mapy a usnadnění orientace ve vrstevnicovém obrazu se používají zdůrazněné vrstevnice. Jsou to vrstevnice, které se vykreslí v celém svém průběhu silnější (tlustší) čarou. Obvykle se pro zdůrazněné vrstevnice volí pětinásobek základního intervalu. V prostorech mapy, které byly sice zaměřeny, ale věrohodnost vrstevnic je časově značně omezená, protože v území dochází poměrně rychle k podstatným změnám (povrchové lomy, sesuvná území,

pískovny, apod.) se použije pomocných vrstevnic, které slouží jen pro orientaci. Zpravidla se nekótují. (Huml, Michal, 2005) Na mapách 1: 500 až 1 : 5000 se vrstevnice nekreslí přes stavby, skály a strmé svahy (zde používáme mapové značky či metodu šrafování). Konstrukci vrstevnic začínáme interpolací ve směru spádnic a na čarách terénní kostry (údolnice, hřbetnice, hrany a úpatí terénních stupňů, koruny komunikací, břehové čáry vodních toků a vodních ploch). Body získané interpolací se spojují plynulou (ne lomenou) čarou. Nedodržíme-li zásadu interpolace ve směru spádnice a provádíme interpolaci mezi všemi sousedními výškovými body, zkresluje tím výsledek. Interpolací všemi směry na všechny okolní výškové body se vrstevnice výrazně deformují. (Fišer, Vondrák, 2003)

Pro dobrou orientaci o směru sklonu terénu se doplňují vrstevnice spádovkami. Jsou to krátké čárky (počátky hřbetnic) a vyznačují se tam, kde by z kresby vrstevnic nemusel být jasný směr sklonu. Kreslí se např. v rovinách, kde jsou terénní tvary málo výrazné, vrstevnice o stejné výšce se opakují nebo v okolí vrcholů terénních útvarů, v sedlech, spočincích, u prohlubenin. Kótování vrstevnic usnadňuje určení výšek vrstevnic na mapě. Kóty se umísťují rozptýleně po celé ploše mapy do přerušovaných vrstevnic tak, aby číslice byly orientovány hlavou proti svahu. Kótují se zpravidla zesílené vrstevnice. (Huml, Michal, 2005)

#### *Technické šrafy*

Tuto mapovou značku použijeme v případě, kdy je v důsledku prudkého klesání či stoupání svahu překročen minimální rozestup vrstevnic, většinou na uměle vytvořených terénních tvarech. Technické šrafy znázorňujeme střídavými delšími a kratšími čarami ve směru spádu. Pro zjištění velikosti úhlu sklonu a celkového převýšení je nutno doplnit šrafy kótami hran, které mohou být absolutní nebo relativní, vztahující se např. k patě svahu. (Fišer, Vondrák, 2003)

#### *2.4.4 Mapové značky*

Mapový originál považujeme za dokončený (kompletní), jestliže je na něm

vykreslena a zkonstruována (podle měřického náčrtu) veškerá situace (polohopis) a jsou-li vykresleny a popsány vrstevnice a výškové kóty. K dokončení mapového originálu patří ještě zákres smluvených značek. Smluvené značky jsou symboly, které přehledně, úsporně a jednoznačně charakterizují zaměřené skutečnosti. Značky rozeznáváme bodové, čárové a plošné. Bodové značky označují malé, v měřítku mapy nezobrazitelné předměty (body polohového a výškového pole, objekty inženýrských sítí apod.). Čárové značky znázorňují hranice objektů, komunikace, různá vedení aj. Plošné značky označují např. druh kultury na zobrazovaném pozemku apod. a umisťují se doprostřed příslušné plochy. Pokud se jedná o rozsáhlejší nebo členitější plochu, značka se zakreslí vícekrát. Kompletní přehled smluvených značek pro mapy velkých měřítek je uveden v normě ČSN 01 34 10. (Maršík, Maršíková, 2002)

#### *2.4.5 Ověření přesnosti výškopisu*

Kvalitu reliéfu terénu vyhotoveného z měřených veličin lze podle Nevosáda a Vitáska (2000) ověřit třemi způsoby - bodovou zkouškou, profilovou zkouškou a plošnou zkouškou.

Bodové zkoušky se nejčastěji používá při namátkové technické kontrole. Kontrolní podrobné body se při ní zaměřují z polohově a výškově spolehlivých stanovisek obvykle v místech, kde podrobné body pro konstrukci vrstevnic chybějí, nebo jsou velmi řídké, popř. kde je průběh vrstevnic podezřelý. Číselné zjišťování přesnosti se provádí porovnáním změřených výšek kontrolních bodů s výškami těchto bodů interpolovanými ve vrstevnicovém obrazu originálu. Tato zkouška může být provedena v poměrně krátkém čase na různých místech originálu a může být při ní zjišťována zároveň i přesnost výškových kót.

Profilová zkouška je předepsána pro technickohospodářské mapování. Zaměřují se při ní všechny lomové body terénu (profily) na stranách číselného pořadu vedeného pokud možno kolmo k vrstevnicím. V příkrých svazích se číselný pořad vede přibližně

vodorovně a profily se zaměřují z jeho jednotlivých vrcholů ve směrech kolmých k vrstevnicím. Přesnost vrstevnic se kontroluje zpravidla tím způsobem, že se k profilové čáře sestrojné podle zaměřených lomových bodů terénu vynesou body zkoušených vrstevnic v profilovém řezu a ze svislých odlehlostí těchto bodů od profilové čáry se určí výškové odchylky. Profilové čáry se sestrojují ve větším měřítku, přičemž poměr měřítka délek a výšek se volí 1 : 4 nebo 1 : 5, aby zjišťování výšek bylo co nejpřesnější. Profilová zkouška je časově mnohem náročnější než zkouška bodová. Je však průkaznější, neboť se při ní ověří, s jakou přesností zobrazují původní vrstevnice spádové poměry a tím i s jakým rozmyslem byly při mapování voleny podrobné body. Zároveň se zaměřováním profilů mohou být tachymetricky přezkoušeny výšky charakteristických míst terénu, ležících v dosahu stanovisek pořadu.

Plošná zkouška vychází z porovnání do stejného měřítka převedených vrstevnic originálu s přesnějšími vrstevnicemi, které byly sestrojny zpravidla ve větším měřítku a na podkladě většího počtu podrobných bodů. Kontrolní body se volí na přesnějších vrstevnicích v místech morfologicky důležitých, tedy na hřbetnicích, údolnicích a v místech, kde vrstevnice nápadně mění směr. Výšky těchto bodů se pak porovnávají s výškami interpolovanými ve vrstevnicích původních. Plošná zkouška je ze všech zkoušek nejvýstižnější, neboť se při ní přezkouší nejen výšková, ale i tvarová přesnost každé vrstevnice. Je ovšem také nejpracnější a nehodí se proto pro běžnou kontrolu originálů. Používá se jí hlavně při výzkumných pracích.

Přesnost podrobného měření a výsledných výšek podrobných bodů výškopisu mapy se vyjadřuje ve vztahu k blízkým bodům podrobného, příp. základního bodového pole.

Charakteristikou přesnosti určení výšek  $H$  podrobných bodů výškopisu je základní střední výšková chyba  $m_H$ . Výšky souboru podrobných bodů jedné třídy přesnosti musí být určeny tak, aby charakteristika  $m_H$  nepřekročila kritérium  $u_H$  uvedené v následující tabulce a u bodů terénního reliéfu (na nezpevněném povrchu) nepřekročila kritérium  $3u_H$ .



<b>Kód charakteristiky kvality</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
$u_H$ (m)	0,03	0,07	0,12	0,18	0,35
$u_V$ (m)	0,3	0,4	0,5	0,8	1,5

Tab. 2-1 Kritéria přesnosti podrobných bodů výškopisu

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.

Pro testování přesnosti výšek podrobných bodů se pro body výběru vypočtou rozdíly výšek  $\Delta H = H_m - H_k$ , kde  $H_m$  je výška podrobného bodu výškopisu a  $H_k$  je výška téhož bodu z kontrolního určení. Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední výškové chyby  $s_H$ , vypočítané ze vztahu:

$$s_H = \sqrt{\sum \Delta H^2} / kN$$

$N$  je rozsah souboru a hodnota koeficientu  $k = 2$ , má-li kontrolní určení stejnou přesnost jako metoda určení výšek, nebo  $k = 1$ , má-li kontrolní určení podstatně vyšší přesnost, tj.

$$m_H < 0,7u_H$$

Přesnost výšek se pokládá za vyhovující, když:

- platí:

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

- je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. že výběrová střední výšková chyba vyhovuje kritériu podle následující tabulky:

Na zpevněném povrchu	Na nezpevněném povrchu	Pro výšky $H_m$ určené z vrstevnic
$s_H \leq \omega_N u_H$	$s_H \leq 3\omega_N u_H$	$s_H \leq \omega_N u_V$

Tab. 2-2 Kritéria výběrové střední výškové chyby

kde koeficient  $\omega_N$  má při volbě hladiny významnosti  $\alpha = 5\%$  hodnotu rovnou 1,1 pro výběr rozsahu  $N$  od 80 do 500 bodů a hodnotu 1,0 pro výběr větší než 500 bodů.

U účelových map základního významu se test provádí na hladině významnosti  $\alpha = 5\%$ , u ostatních map je tato hodnota doporučena. (Fišer, Vondrák, 2003)

### 3 Cíl a metodika práce

Cílem této diplomové práce je zhodnotit stav stávajícího bodového pole v zájmové lokalitě, podle potřeby je doplnit a zájmovou lokalitu podrobně zaměřit a zpracovat polohově i výškově. Tento hlavní cíl je možno rozčlenit do následujících dílčích cílů:

- shromáždění stávajících podkladů a rekognoskace terénu
- revize sítě bodů polohového bodového pole a její doplnění
- výběr vhodné metody pro podrobné zaměřování
- provedení vlastního měření, výpočty a vyhodnocení přesnosti
- zpracování grafických příloh v předepsané formě

V první etapě jsem shromáždil dostupné potřebné podklady o zájmové lokalitě a údaje o stávajícím bodovém poli v její blízkosti. Následně byla provedena rekognoskace terénu zahrnující vyhledání bodů stávajícího polohového bodového pole.

Druhou etapou byla participace na doplnění podrobného bodového polohového pole v hustotě potřebné pro podrobné měření. Doplněné body byly zaměřeny geodeticky a metodou GPS v rámci diplomových prací mých spolužáků Miroslava Finka a Michala Války, od nichž jsem převzal geodetické údaje a místopisy těchto bodů.

Ve třetí etapě byly metodami rajón a protínání vpřed z délek zaměřeny pomocné body a současně byly metodou elektronické tachymetrie zaměřovány podrobné body.

Ve čtvrté etapě jsem zpracoval naměřená data v programu KOKEŠ. Tato činnost zahrnovala výpočet souřadnic pomocných bodů, výpočet souřadnic podrobných bodů a vyhotovení polohopisné a výškopisné mapy velkého měřítko 1 : 500. Mapa byla následně vytištěna jako kartografický originál.

V závěrečné fázi bylo provedeno zaměření kontrolních profilů a byla vyhodnocena přesnost výškopisu vytvořené mapy.

Geodetické práce byly prováděny v souřadnicovém systému S-JTSK a

výškovém systému Bpv, v nichž jsou uvedeny i všechny nově zaměřené body.

## 4 Výsledky

### 4.1 Přípravné práce

#### 4.1.1 Charakteristika zájmového území

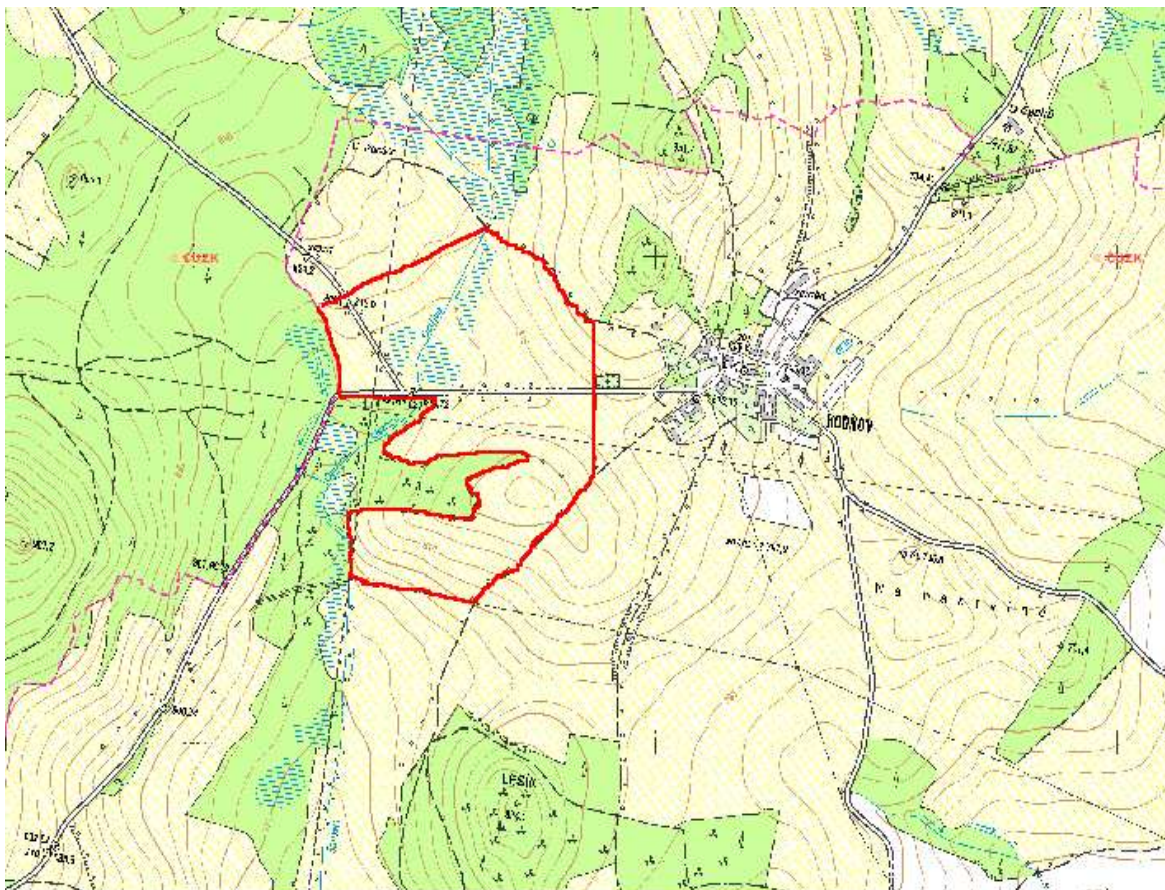
Zaměřované území se nachází v katastrálním území Horní Planá (kód k. ú.: 643700, pořadové číslo k. ú. v okrese podle SPI: 67) v bezprostřední blízkosti obce Hodňov (při jejím západním okraji). Jeho celková výměra je přibližně 34,19 ha. Obvod území má délku 2 262 m. Nejdelsí spojnice okrajů zájmové lokality má délku cca. 760 m. Nejvyšší bod v zaměřovaném území má nadmořskou výšku 830,67 m n. m., nejnižší bod má nadmořskou výšku 789,47 m n. m.. Severní část území je výškově poměrně málo členitá, převládá sklon svahu okolo 3%. Naopak je tomu v jižní části lokality, kde jihozápadně orientovaný svah dosahuje sklonitosti až okolo 17%.

Územím v severojižním směru protéká potok Ostřice a číslem hydrologického pořadí 1-06-01-080, který se vlévá do vodní nádrže Lipno. Délka úseku potoka v lokalitě je 358 m. Ve směru východ – západ zájmové území protíná v délce 528 m komunikace III. třídy č. 1637 Hodňov – Horní Planá, z níž při západním okraji lokality odbočuje účelová zpevněná komunikace do Maňávky, jejíž délka v zájmovém území činí 237 m. Jižní hranici tvoří nadzemní vedení nízkého napětí o délce 260 m. Na území se vyskytují odvodňovací systémy. Tyto jsou ve špatném stavu, jehož důsledkem je výskyt lokálního zamokření TTP. Povodí Ostřice lze charakterizovat jako výrazně členěnou krajinu s řadou menších lesních komplexů, remízků a mezí s rozsáhlými pozemky využívaných travních porostů a pastvin.

Plocha lesa v zájmové lokalitě činí přibližně 5,7 ha, plocha trvalých travních porostů 18,3 ha a plocha pastvin 7,5 ha.

#### 4.1.2 *Technické podklady*

Geodetické údaje a místopisy bodů stávajícího polohového bodového pole byly získány z databáze bodových polí dostupné na internetových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Jednalo se o zhušťovací bod s číslem 209 a jeho zajišťovací bod 209.1, nacházející se na triangulačním listu 4019. Geodetické údaje a místopisy bodů PBPP, potřebných pro podrobné zaměřování byly převzaty od spolužáků Miroslava Finka a Michala Války. Jednalo se o body 501, 502, 503 a 504. Jako podklad též sloužila mapa ZM10 (Základní mapa ČR 1 : 10 000) a kopie mapy SMO-5 (Státní mapa odvozená 1 : 5 000) Horní Planá 5-2, které mi byly poskytnuty vedoucí diplomové práce. Ještě před započítím prací v terénu byl na základě konzultace s vedoucí diplomové práce určen předběžný obvod zájmové lokality, který byl zakreslen do zvětšeniny mapy SMO-5 Horní Planá 5-2. Přibližné ohraničení lokality je patrné na následujícím výřezu Základní mapy 1 : 10 000.



Obr. 4-1 Ohraničení zájmové lokality

Seznamy souřadnic bodů ZhB a PBPP a geodetické údaje těchto bodů jsou součástí příloh (viz přílohy č. 2 a 3).

#### 4.1.3 Rekognoskace terénu

Zahájení měřických prací předcházela rekognoskace terénu, jejíž náplň spočívala v pochůzce zájmovým územím, určení konečného obvodu zaměřované lokality, vyhledání stávajících bodů polohového bodového pole a participaci při návrhu podrobného polohového bodového pole a jeho stabilizaci. Potřebné body polohového bodového pole byly vyhledány bez větších obtíží podle vyištěných místopisů. Zároveň bylo zjištěno, že evidovaný stav dle místopisů odpovídá skutečnému stavu. Navrhování

budoucího podrobného polohového bodového pole bylo prováděno po důkladném seznámení se s terénem v zájmovém území tak, aby z těchto bodů bylo možno podrobně zaměřit převážnou část území, aby tak byla minimalizována nutnost stabilizovat další pomocné body, jejichž umístění bylo též předběžně určeno, a zároveň, aby vzájemná viditelnost mezi sousedními body umožňovala určení souřadnic těchto bodů. Body podrobného polohového bodového pole byly koncipovány tak, aby vytvořily dva oboustranně připojené a orientované polygonové pořady připojené na zhušťovací body č. 209, 210 a 216. Navržené body podrobného polohového bodového pole byly trvale stabilizovány plastovými mezníky. Tyto body byly zakresleny do kopie mapového podkladu a pro bezproblémové pozdější vyhledání v terénu byly v jejich blízkosti umístěny dřevěné kolíky nastříkané výraznou signalizační barvou. Z důvodu úspory materiálu a efektivnosti řešení byly využity i vhodné při předchozích pracích již stabilizované body, jejichž dokumentace však nebyla převzata, byly nově určeny.

Pro zaměření zájmového území byl následně použit zhušťovací bod 209 a dále body 501, 502, 503 a 504 oboustranně připojeného a orientovaného polygonu vedeného mezi zhušťovacími body 209 a 216.

#### *4.1.4 Volba přístrojů a metod*

Pro zaměření zájmového území byla použita elektronická totální stanice Leica TCR 407 power s výrobním číslem 737919, sériovým číslem 660021 a následujícími technickými parametry:

Zvětšení dalekohledu: 30 x

Měření délek: dosah 3500 m

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: jednostranný

Hmotnost přístroje: 4,2 kg



Obr. 4-2 Leica TCR 407 power

Volba přístroje byla provedena s ohledem na zvolenou metodu a požadavky na přesnost měření a též podle vybavení Katedry pozemkových úprav. Elektronickou totální stanicí bylo provedeno zaměření všech pomocných a podrobných bodů. Dalšími nepostradatelnými pomůckami při provádění měřických prací byly následující:

- stativ
- odrazný hranol s výtyčkou
- ocelové trubky a dřevěné kolíky
- palice
- mačeta
- signalizační barva ve spreji

- kapesní radiostanice

Elektronická totální stanice a veškeré ostatní vybavení a pomůcky byly laskavě zapůjčeny Katedrou pozemkových úprav Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Jako nejvhodnější metodu pro zaměřování podrobných bodů jsem stanovil metodu elektronické tachymetrie, v níž se relativní poloha podrobných bodů zaměřuje polární metodou a jejich výška trigonometricky. Volba proběhla na základě následujících důvodů: tachymetrie je s přibližně devadesáti procenty využití jednou z nejpoužívanějších metod mapování území malého rozsahu, používaná pro velká měřítka. Je to rychlá metoda, vzhledem k současnému zaměřování polohopisu i výškopisu. Vybavení, jež jsem měl k dispozici, je pro tuto metodu zcela vhodné.

Pomocné body byly určovány rajónem (body 4101, 4102 a 4106) a metodou protínání vpřed z délek (bod 4104 a 4105), jejich výška byla určena trigonometricky.

## **4.2 Měřické práce v terénu**

### *4.2.1 Doplnění pomocných bodů*

Vzhledem ke konfiguraci terénu zaměřovaného území nebylo možno z výše jmenovaných již stabilizovaných bodů podrobného polohového bodového pole podrobně zaměřit některé jeho části. Vystala tak nutnost doplnění pomocných bodů. Lokalizace těchto bodů byla předběžně určena během rekognoskace terénu, stabilizace a zaměření těchto bodů byly prováděny v rámci zaměřování podrobných bodů. Body byly dočasně stabilizovány ocelovými trubkami tak, aby umožňovaly efektivní zaměření podrobných bodů v částech území nezaměřitelných z bodů podrobného polohového bodového pole. S ohledem na jediné použití těchto bodů nebylo nutno tyto stabilizovat trvale plastovými mezníky. Pomocné body byly zaneseny do kopie mapového podkladu. V zaměřovaném území bylo nutno stabilizovat pět pomocných bodů. Pomocný bod 4101 byl zaměřen rajónem ze stanoviska 501. Pomocný bod 4102 byl zaměřen rajónem

ze stanoviska 502. Pomocný bod 4104 byl zaměřen protínáním vpřed z délek s délkami měřeními ze stanovisek 503 a 504. Touž metodou byl zaměřen i pomocný bod 4105 s délkami měřeními ze stanovisek 4104 a 504. Pomocný bod 4106 byl zaměřen rajónem ze stanoviska 4105. Délky byly měřeny dvakrát a úhly ve dvou polohách dalekohledu.

#### *4.2.2 Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu*

Podrobné zaměření zájmového území bylo provedeno elektronickou totální stanicí Leica TCR 407 power tachymetrickou metodou. Veškerá naměřená data byla ukládána do vnitřní paměti přístroje. Jako stanovisko byl použit bod stávajícího polohového bodového pole č. 209 (ZhB), dále body podrobného polohového bodového pole č. 501, 502, 503 a pomocné body (dočasně stabilizovaná stanoviska) č. 4101, 4102, 4104, 4105 a 4106. Tyto body jsou zobrazeny v přehledném náčrtu bodového pole (viz příloha č. 4).

Vlastní zaměřování probíhalo ve tříčlenné měřické skupině sestávající z vedoucího skupiny, obsluhy elektronické totální stanice (měřiče) a figuranta. Mým úkolem, jakožto vedoucího měřické skupiny, bylo řídit veškeré měřické práce, určovat, kde bude postavena výtyčka s odrazným hranolem a vést měřický náčrt. Měřič byl odpovědný za správnou centraci a horizontaci přístroje, změření výšky točné osy dalekohledu a její zadání do přístroje, zaměření orientací na začátku a na konci práce na jednom stanovisku a zaměření podrobných bodů určených vedoucím měřické skupiny. Úkolem měřiče bylo též hlásit po domuveném intervalu (zpravidla po deseti bodech) vedoucímu skupiny číslo zaměřeného bodu prostřednictvím smluveného znamení či kapesní radiostanice. Toto opatření mělo za cíl eliminovat možné rozdílné označení podrobného bodu v paměti totální stanice a v měřickém náčrtu. V případě zjištěné nesrovnalosti byla chyba ihned dohledána a opravena. Měřič také na požádání vedoucího skupiny zadával odlišnou výšku odrazného hranolu do nastavení v totální stanici, pokud bylo nutno tuto výšku změnit (např. při zaměřování dna odvodňovacích šachtic). Úkolem figuranta bylo stavět výtyčku s odrazným hranolem na určená místa, kontrolovat svislost výtyčky pomocí krabicové libely na ní umístěné, případně měnit

výšku orazného hranolu, pokud to bylo nutné.

Veškerá potřebná komunikace mezi vedoucím skupiny a měřičem byla vedena vzhledem k rozlehlosti zaměřovaného území prostřednictvím kapesní radiostanice.

Měřické práce na každém jednom stanovisku lze rozdělit do následujících úkonů:

- horizontace a centrace přístroje
- zaměření orientace na známé body
- zaměření podrobných bodů
- kontrola orientace

Na začátku prací na každém stanovisku musel být stroj vždy horizontován a zcentrován. Horizontace byla provedena podle krabicové alhidádové libely a vestavěných digitálních libel stavěcími šrouby trojnožky. Centrace byla provedena optickým centrovačem (laserovým paprskem), který je součástí vybavení totální stanice Leica TCR 407 power. Po ustavení přístroje byla pásmem změřena výška točné osy dalekohledu od stanoviska a tato byla zadána do přístroje a poznamenána do měřického náčrtu. Zároveň byly do přístroje nastaveny atmosférické podmínky, číslo stanoviska a výška cíle (odrazného hranolu).

Následujícím krokem byla orientace na jeden nebo dva známé orientační body a současné nastavení nulového čtení na horizontálním kruhu. Orientace byla zaměřena v obou polohách dalekohledu. Při zaměřování orientací bylo nutno v totální stanici změnit kód tak, aby následně software KOKEŠ oddělil orientace od podrobných bodů. Orientačními body byly nejbližší viditelné body podrobného polohového bodového pole nebo pomocné body. Orientace pro využitá stanoviska uvádím v následující tabulce:

<b>Stanovisko</b>	<b>Zaměřené orientace</b>
209	209.1; 501
501	209; 502
502	501; 503
4101	501; 502
4102	501; 502
4104	503; 504
4105	4104; 504
4106	4105

Tab. 4-1 Orientace stanovisek

Předmětem podrobného zaměřování byly hranice kultur, komunikace, vodní toky a inženýrské sítě, vyskytující se v zájmovém území. Jednalo se zejména o okraje vozovky a terénní hrany přilehlých příkopů komunikace III. třídy č. 1637 a účelové komunikace do Maňávky, břehové čáry potoka Ostřice, šachtice odvodňovacích systémů a betonové sloupy nadzemního vedení nízkého napětí. Zaměřovány byly též body terénních hran a charakteristické body terénu pro odpovídající vystižení výškopisu. Předmětem podrobného zaměřování nebyly části území s kulturou lesa. V jednoduchém volném terénu byly zaměřovány body ve čtvercové síti o straně 30 m. Tyto vzdálenosti byly určovány přibližně krokováním.

Měřenými veličinami byly šikmá vzdálenost, vodorovný a zenitový úhel. Vodorovné úhly byly zaměřovány v první poloze dalekohledu. Celkem bylo zaměřeno 646 podrobných bodů.

Současně se zaměřováním byl veden měřický náčrt. Tento byl vyhotovován obyčejnou tužkou na bílý papír formátu A4. Náčrt obsahoval číslo, datum měření, orientaci k severu, výšku přístroje, číslo stanoviska a příslušných orientací. Podrobné body byly označovány křížkem a číslovány od 1, spojovány byly body situace polohopisu, zaznamenávány byly též všechny významné prvky polohopisu a výškopisu (sloupy nadzemního vedení, odvodňovací šachtice, terénní zlomy apod.). Měřický náčrt je součástí příloh (viz příloha č. 5). Klad listů měřického náčrtu je patrný z přílohy č. 6.

Po zaměření podrobných bodů z daného stanoviska byla provedena kontrola orientace. Tato kontrola měla za cíl předejít možným chybám, ke kterým mohlo dojít v průběhu podrobného měření vlivem pohybu stativu. Na žádném stanovisku nebylo nutno z tohoto důvodu měření opakovat.

#### *4.2.3 Záznam výsledků měření*

Všechna data naměřená během podrobného měření byla ukládána do vnitřní paměti totální stanice Leica TCR 407 power. Tato data byla posléze exportována prostřednictvím kabelu USB do počítače za využití softwaru Leica Geo Office Tools, jež je dodáván s každou totální stanicí Leica a slouží pro komunikaci totální stanice s PC, tvorbu kódových listin, seznamů souřadnic a flexibilních výstupních formátů. Soubor s daty byl stažen ve formátu GSI, což je dnes používaný formát totálních stanic Leica. Následně byl tento formát převeden na formát ASC, neboť interakční grafický software KOKEŠ, v němž bylo provedeno další zpracování, může z tohoto formátu snáze odlišit stanoviska a orientace. Ještě před vlastním načtením dat do softwaru KOKEŠ bylo nutno provést kontrolu souboru otevřeného v textovém editoru a upravit některé kombinace znaků tak, aby poté KOKEŠ jednoznačně stanovil orientace.

Kromě dat zaznamenaných v paměťovém médiu byly při dalším zpracování též použity informace z měřického náčrtu, o jehož vedení bylo pojednáno výše.

### **4.3 Výpočetní práce**

Výpočetní práce spočívaly v určení souřadnic a absolutních nadmořských výšek všech pomocných a podrobných bodů. Souřadnice a výšky bodů podrobného polohového bodového pole byly převzaty z prací spolužáků Miroslava Finka a Michala Války. Všechny výpočty byly provedeny v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv v programu KOKEŠ.

#### 4.3.1 Výpočet souřadnic pomocných bodů

Poloha pomocných bodů 4101, 4102 a 4106 byla určena rajónem, body 4104 a 4105 byly vypočítány protínáním vpřed z délek. Výška těchto bodů byla určena trigonometricky. Postup těchto výpočtů v programu KOKEŠ byl následující.

Nejdříve byl založen seznam souřadnic jako soubor s příponou ss. Do tohoto seznamu byly přes volbu *Seznam – vstup bodů* zadány známé souřadnice bodů podrobného polohového bodového pole. Body se vkládají ve tvaru: „číslo bodu“ mezera „souřadnice Y“ mezera „souřadnice X“ mezera „souřadnice Z“.

Přes menu *Výpočty – polární metoda* lze po zadání orientované přímky, výšky stroje, výšky cíle, šikmé délky, vodorovného a zenitového úhlu spočítat všechny souřadnice rajónem zaměřeného bodu. Takto byly vypočítány pomocné body 4101, 4102, 4106 a výšky bodů 4104 a 4105.

Poloha pomocných bodů 4104 a 4105 byla vypočítána přes nabídku *Výpočty – další geodetické – protínání z délek*. Zde bylo nutno zadat orientovanou spojnicí dvou známých bodů, délky měřené na určovaný bod v odpovídajícím pořadí a následně zvolit správný ze dvou vypočítaných bodů.

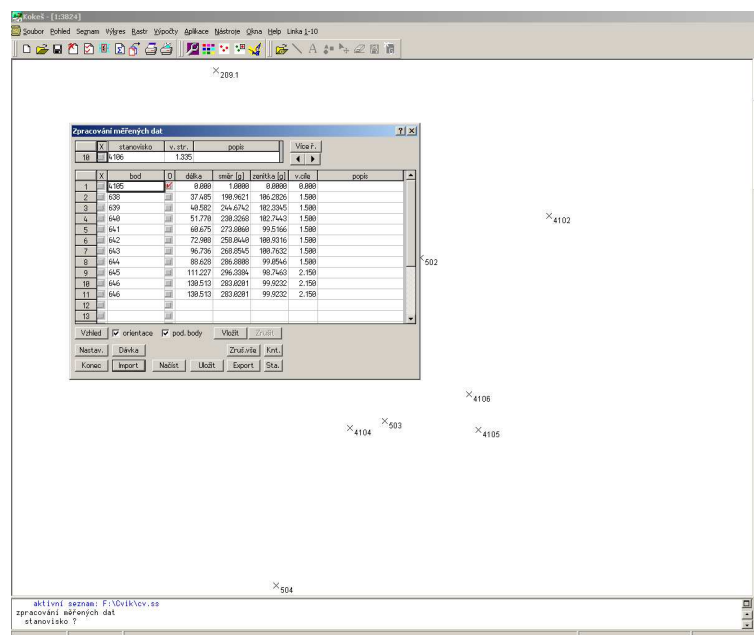
Potřebné zadávané hodnoty byly zjištěny z měřického náčrtu a ze souboru naměřených dat otevřeném v textovém editoru. Dvakrát měřené délky byly zprůměrovány aritmetickým průměrem. V případě vodorovných úhlů byl ponechán údaj celých stupňů z měření v první poloze, minuty a vteřiny byly průměrovány aritmetickým průměrem z hodnot naměřených v obou polohách dalekohledu. U zenitových úhlů byla pro odstranění indexové chyby k úhlu měřenému v první poloze dalekohledu přičtena odchylka spočítaná dle následujícího vzorce:  $o = (Z_1 + Z_2 - 400) / 2$ , kde  $Z_1$  a  $Z_2$  jsou hodnoty změřené v první a ve druhé poloze dalekohledu.

O výpočtu pomocných bodů byl vyhotoven protokol (viz příloha č. 7). Vypočítané pomocné body byly uloženy do seznamu souřadnic (viz příloha č.8).

### 4.3.2 Výpočet souřadnic podrobných bodů

Souřadnice a výšky všech podrobných bodů byly vypočítány v programu KOKEŠ pomocí nabídky *Výpočty – zpracování měřených dat – import měřených dat – dávka*. Tato funkce je velmi vhodná k výpočtu souřadnic a výšek podrobných bodů zaměřených tachymetricky. Poloha je určována polárně, výška trigonometricky. Importovaným souborem byl soubor naměřených dat stažený z totální stanice a převedený do formátu ASC. Před vlastním výpočtem je nutno zvolit seznam souřadnic, do kterého budou ukládány vypočítané body a dále vybrat seznam (seznamy) souřadnic, v němž (v nichž) budou vyhledávány souřadnice stanovisek. Výpočet se provede stisknutím tlačítka *Dávka*.

Během výpočtů jsou kontrolovány limity veličin podle nastavení parametrů výpočtů v menu *Nastavení programu – výpočty*. Kontrolní hodnoty jsou porovnávány s příslušnými mezními odchylkami, v případě jejich překročení je zobrazeno varování do protokolu o výpočtu.



Obr. 4-3 Zpracování měřených dat



Vypočítané body byly uloženy do zvoleného seznamu souřadnic. Jejich vizualizace byla provedena pomocí funkce *Přehledka viditelných dat*. Protokol o výpočtu podrobných bodů a seznam souřadnic podrobných bodů jsou součástí příloh (viz přílohy č. 9 a 10).

#### 4.3.3 Přečíslování bodů

Po ukončení výpočetních prací byla pořadová čísla bodů v seznamu souřadnic převedena na úplné 12místné číslo.

Během zaměřování a výpočetních prací byla z důvodu úspory práce používána pouze pořadová čísla podrobných bodů. K přečíslování jsem využil nabídku *Seznam – hromadné opravy SS – prefix CB – interval CB*.

Pomocné body byly převedeny na 12místné číslo v souladu s Vyhláškou 26/2007 Sb., a to ve tvaru PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese a CCCC je pořadové číslo pomocného bodu.

Body podrobného měření byly převedeny na 12místné číslo ve tvaru PPP0ZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v okrese, ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu. Postup přečíslování byl následující:

- pro body s pořadovým číslem 1 – 9 bylo zadáno předčíslí 06700001000
- pro body s pořadovými čísly 10 – 99 bylo zadáno předčíslí 0670000100
- pro body s pořadovými čísly 100 – 999 bylo zadáno předčíslí 067000010

Volba bodů, které měly být přečíslovány, proběhla zadáním intervalu, např. 1,9 pro body číslo 1 - 9. Výsledkem výpočetních prací a přečíslování jsou seznam souřadnic pomocných bodů a seznam souřadnic podrobných bodů. Seznam souřadnic bodů stávajícího polohového bodového pole byl vytvořen na základě informací z databáze bodových polí Českého úřadu zeměměřického a katastrálního a seznam souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole byl převzat od spolužáků Miroslava Finka a Michala Války.

#### 4.4 Tvorba polohopisné a výškopisné mapy velkého měřítka

V současnosti je měřický originál tvořen v interakčních grafických softwarech. Takto vytvořený soubor je uložen na datové médium a odpadá tak nutnost kreslit měřický originál na rozměrově stálou podložku. Pro malonákladové tisky není nutné vyhotovovat tiskové originály pro jednotlivé barvy, na barevném plotteru se tiskne přímo mapa z měřického originálu, který tak vytváří i kartografický originál.

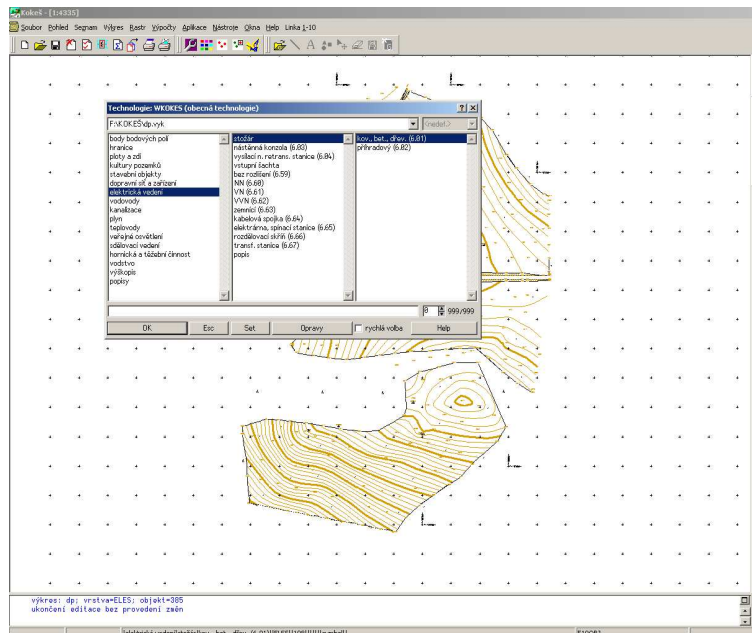
Všechny zobrazovací práce jsem provedl prostřednictvím programu KOKEŠ. Vizualizovaným výsledkem výpočetních prací byly zobrazené podrobné body s číslem bodu. Před započítím tvorby polohopisu a výškopisu bylo nezbytné založit nový výkres, aby byly aktivovány funkce programu pro tuto činnost potřebné.

##### 4.4.1 Tvorba polohopisu

Polohopis jsem vytvářel ručním spojováním za pomoci funkce *Výkres – linie – tvorba linie* podle měřického náčrtu. Jednotlivé prvky polohopisu byly ukládány do vrstev na základě podobností či příslušnosti k určité skupině prvků. Celkem bylo použito 7 vrstev pro zobrazení polohopisu. Pro prvky zobrazené obrysovou čarou bylo použito plné čáry tloušťky 0. Na zaměřovaném území se vyskytovalo nadzemní vedení nízkého napětí, které bylo zobrazeno odpovídající čarou dle tabulky čar. Veškeré nastavení probíhalo v okně *Tvorba linie*.

Prvky polohopisu, jež pro jejich malé rozměry nelze na mapě zobrazit obrysem, byly zobrazeny mapovými značkami. Pro jejich umístění do výkresu jsem používal volby *Výkres – práce se symbolem* popřípadě *Výkres – expert*. Zde bylo možno snadno vyhledat potřebné mapové značky a nastavit jejich atributy před vlastním vložením do výkresu. Umístění mapové značky závisí na tom, zda byl prvek jí zobrazovaný v terénu zaměřen (např. odvodňovací šachtice, sloupy nadzemních vedení apod.). V tomto případě s značka umístí na bod. V opačném případě (např. značky kultur) se značka umístí do plochy. KOKEŠ umožňuje přepínání těchto režimů klávesou F6. Celkem bylo

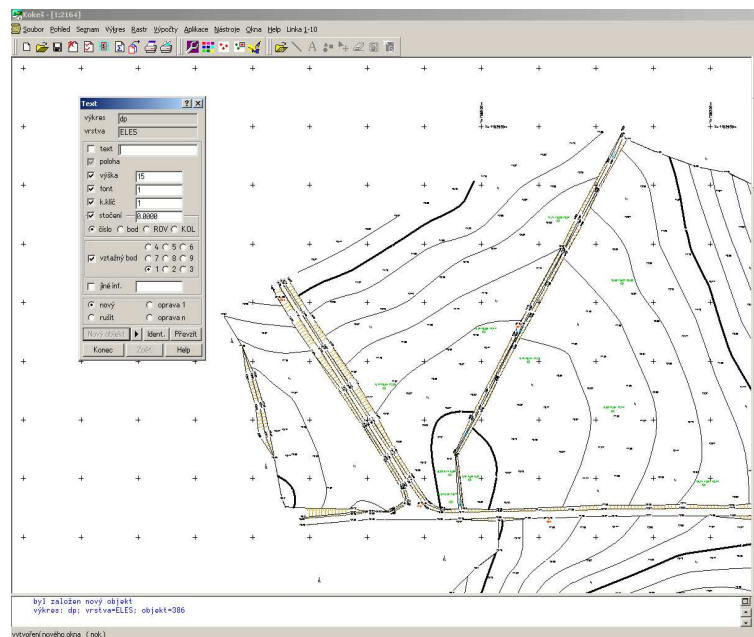
využito osm typů mapových značek: hřbitov, bod PBPP, TTP, pastvina, smíšený les, vodní tok, odvodňovací šachtice, sloup vedení NN.



Obr. 4-4 Expert

#### 4.4.2 Popis

V další fázi vytváření mapy byl výkres doplněn o popisné texty. Jednalo se o čísla bodů polohového bodového pole, čísla pomocných bodů, výškové kóty odvodňovacích šachtic a popis některých vrstevnic. Texty byly vkládány přes nabídku *Výkres – práce s textem*. V zobrazeném okně byl vepsán text popisu a bylo zde též možno nastavit atributy textu (výška, šířka, font, stočení). Popis byl ukládán do vrstev výkresu obsahujících popisovaný polohopisný prvek.



Obr. 4-5 Práce s textem

#### 4.4.3 Tvorba výškopisu

Výškopis byl vytvořen v programu KOKES jako vrstevnicový plán. Tvorba výškopisu probíhala v následujících krocích.

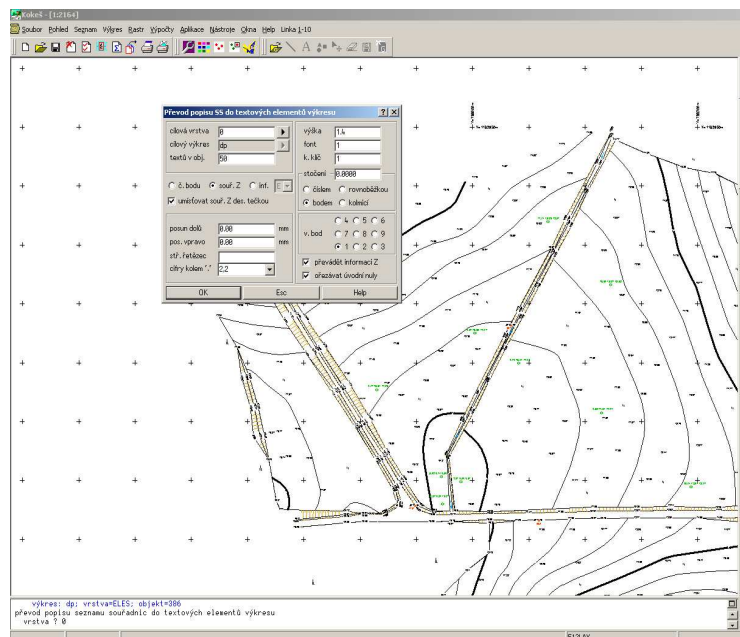
Nejprve byly interpolovány vrstevnice mezi jednotlivými podrobnými body pomocí nabídky *Výpočty – další konstrukční – interpolace vrstevnic*. Vzhledem k velkému měřítku vyhotovované mapy byl interval vrstevnic volen 1 m. Při interpolaci jsem dbal zásady, že interpolovat je v zájmu přesného vystižení výškopisu nutné ve směru spádnic. Interpolovány byly též příslušné polohopisné linie, aby zde poté bylo možno kresbu vrstevnic ukončit. Vyinterpolované body byly bez čísla bodu ukládány do zvláštního seznamu souřadnic.

Dalším krokem bylo vlastní vytváření linií vrstevnic přes nabídku *Výkres – linie – tvorba linie*. Spojovány byly postupně interpolované body se stejnou nadmořskou výškou. Vytvářené linie byly ukládány do samostatné vrstvy. Zaoblení vrstevnic

proběhlo přes menu *Aplikace – geodetické údaje – převod linie na křivku*. Po zaoblení vrstevnic jsem kontroloval jejich průběh vzhledem k sousedním vrstevnicím a v nevyhovujících případech jsem se vrátil o několik kroků zpět, provedl doplňující interpolace a vše opakoval, dokud jsem nebyl s výsledkem spokojen.

Následně jsem vrstevnice popsal, a to přes nabídku *Aplikace – výškopis – popis vrstevnic*. Vrstevnice jsem popisoval v intervalu 5 m, aby výsledný mapový originál byl dostatečně přehledný. Software KOKEŠ ovšem orientuje text popisu vrstevnic podle orientace postupu při vytváření linie vrstevnice. Z tohoto důvodu nebyly některé popisy vrstevnic otočeny hlavou proti svahu a v těchto případech bylo tedy nutno vygenerovaný popis smazat a vložit popis přes nabídku *Výkres – práce s textem*, jak bylo popsáno výše.

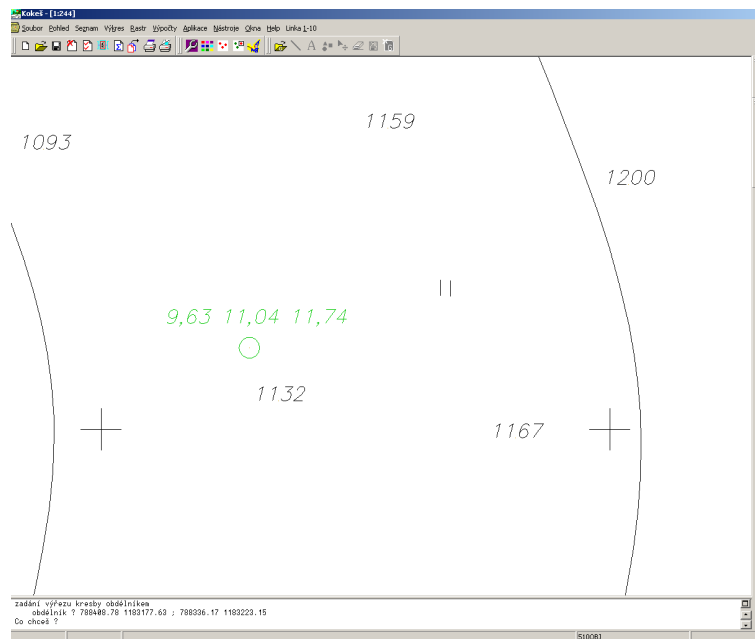
Dalším požadavkem bylo zobrazení výškových kót podrobných bodů tak, aby desetinná tečka v kótě představovala zároveň polohu podrobného bodu. Zde bylo využito nabídky *Výkres – popis SS do textu*. V zobrazeném okně jsem zvolil cílovou vrstvu, do níž se popis bude ukládat, určil jsem výšku a font textu a dále označil nabídku *Souřadnice Z*, aby byly zobrazovány výškové souřadnice. Výšky podrobných bodů byly zobrazovány v redukované podobě, výšky stanovisek byly ponechány v celém tvaru. Tohoto jsem docílil v nabídce *Cifry kolem vepsáním tvaru 2,2* respektive *3,2*. Pro redukovaný tvar je též vhodné označit nabídku *Ořezávání úvodních nul*. Vzápětí byly potvrzeny navolené atributy popisu a zvolen interval bodů, u nichž má být kóta zobrazena.



Obr. 4-6 Popis SS do textu

Svahové šrafy byly vyhotoveny pro lepší vystižení výškopisu na břehových svazích potoka Ostřice a dále ve svazích zářezů/náspů komunikací procházejících mapovaným územím přes menu *Výkres – složené prvky – svahové šrafy* a byly ukládány do stejné vrstvy jako vrstevnice. Šrafy byly vytvářeny po celé délce svahu - čehož bylo docíleno označením stejnojmenné nabídky - tak, že jsem označil nejprve horní hranu svahu a poté dolní hranu svahu a šrafy byly automaticky vygenerovány.

Výškopisné kóty odvodňovacích šachtic jsem umisťoval nad jejich mapovou značku prostřednictvím nabídky *Výkres – práce s textem*. V mapovém originálu jsou uvedeny ve tvaru „výška dna, výška terénu, výška betonového víka“. Tyto výšky jsou uvedeny v neredukovaném tvaru. Potřebné údaje jsem vyčetl ze seznamu souřadnic podrobných bodů a měřického náčrtu.



Obr. 4-7 Kótování šachtic

Aby se linie polohopisu neprotínaly se souřadnicemi Z, byly linie zkráceny podle konkrétní potřeby z každé strany zobrazené souřadnice Z. Toho bylo docíleno přes menu *Výkres – linie – vyříznutí segmentu linie*.

Pro tvorbu výškopisu byly využity 3 vrstvy.

Celkem jsem během grafického zpracování pro ukládání obsahu využil 10 vrstev, jejichž výčet uvádím v následující tabulce:

Vrstva	Obsah
0	linie polohopisu
3	Vrstevnice, popis vrstevnic
BOD	body ZhB, PBPP a pomocné body, jejich popis
ELES	vedení NN, sloupy vedení NN
H2O	vodní tok
KRIZKY	konstrukční síť křížků
KUL	označení kultur
POPIS	výškopisné kóty podrobných bodů
VODS	šachtice odvodňovacích systémů, kóty šachtic
VYSMEZ	svahové šrafy

Tab. 4-2 Použité vrstvy

#### 4.4.4 Výsledný mapový elaborát

S ohledem na přehlednost je kresba mapy zobrazena v obecném kladu (viz příloha č. 11). To je dle normy ČSN 01 3411 pro účelové mapy možné. Klad mapových listů je pravoúhlý, daný rovnoběžkami s osami souřadnicové soustavy. Protože kresba zasahuje k okrajům mapového listu, není ohraničena rámem. Konstrukční síť je tvořena křížky pro mapové listy 1 : 500. Pro každý mapový list jsou pro dva křížky konstrukční sítě uvedeny jejich souřadnice v S-JTSK. Kartografický originál sestává z šesti mapových listů o rozměrech 700 x 700 mm (viz příloha č. 12). Pro jeden mapový list jsou rozměry zobrazovaného území 350 x 350 m a plocha zobrazovaného území 12,25 ha.

Pro vykreslení bylo použito plotteru Hewlett Packard DesignJet 5000. Závěrečnému vyplotování mapy v měřítku 1 : 500 předcházelo kontrolní vtištění, jímž byly odhaleny některé chyby a nedostatky.



#### 4.5 Hodnocení přesnosti výškopisu

Ověření přesnosti výškopisu bylo provedeno profilovou zkouškou. V zájmovém území byly totální stanicí Leica TCR 407 power polární metodou zaměřeny dva kontrolní profily. První profil byl veden mezi ZhB 209 a podrobným bodem 302, který byl v předchozích měřických pracích zaměřen jako střed odvodňovací šachtice. Pro zaměření byl jako stanoviště použit ZhB 209 s orientací na zajišťovací bod 209.1 a bylo zaměřeno celkem 34 bodů. Druhý kontrolní profil byl veden mezi bodem PBPP 503 a podrobným bodem 536 (betonový sloup nadzemního vedení NN). Stanovištěm pro toto měření byl bod PBPP 503 s orientací na bod PBPP 504, zaměřeno bylo celkem 17 bodů. Body byly zaměřovány v desetimetrových intervalech a dále na všech terénních zlomech.

Data byla exportována do počítače způsobem, jež byl podrobně popsán v kapitole 4.1.3. Výpočet souřadnic bodů jsem provedl v interakčním grafickém softwaru KOKEŠ, a to v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. O postupu výpočetních prací je rovněž podrobněji pojednáno výše v kapitole 4.2.2. O výpočtu byl vyhotoven protokol (viz příloha č. 13).

Pro testování přesnosti výšek podrobných bodů jsem pro body výběrového souboru vypočítal rozdíly výšek  $\Delta H = H_m - H_k$ , kde  $H_m$  je výška podrobného bodu výškopisu a  $H_k$  je výška téhož bodu z kontrolního určení. Výšky  $H_m$  byly zjištěny v softwaru KOKEŠ z originálu mapy pomocí funkce *Výpočty – další konstrukční – interpolate úsečky*. Pro výběrový soubor jsem dále vypočítal střední výškovou chybu podle vzorce:

$$s_H = \sqrt{\sum \Delta H^2} / kN$$

Pro koeficient  $k$  byla volena hodnota 2, neboť kontrolní určení bylo provedeno se stejnou přesností jako určení výšek podrobných bodů. Následně jsem soubor testoval na základě obou předepsaných kritérií, zda odpovídá kódu charakteristiky kvality 3, to jest zda:

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

a zároveň

$$s_H \leq \omega_N u_V$$

Na základě premisy kódu charakteristiky kvality 3 byly vybrány odpovídající hodnoty  $u_H$  a  $u_V$ . Hodnoty výšek podrobných bodů výškopisu určené z mapy, hodnoty výšek z kontrolního určení a všechny vypočítané hodnoty potřebné pro testování jsou uvedeny v příloze č. 14.

Výběrový soubor vyhovuje daným kritériím, z testování tedy vyplývá, že přesnost výškopisu originálu mapy je vyhovující, odpovídá kódu charakteristiky kvality 3.

## 5 Závěr

Předmětem mé diplomové práce bylo zaměření, zpracování a vyhotovení mapy velkého měřítká v určené lokalitě. Mým úkolem tedy bylo provést geodetickými metodami podrobné zaměření polohopisu a výškopisu severní části povodí potoka Ostřice na západním okraji obce Hodňov v katastrálním území Horní Planá a na základě změřených dat vypracovat mapu velkého měřítká 1 : 500.

Prvním krokem byla rekognoscace terénu zájmového území, při níž bylo zároveň navrženo doplnění podrobného polohového bodového pole a navržené body byly stabilizovány plastovými mezníky. Pro řešení mého zájmového území byly trvale stabilizovány 4 body podrobného polohového bodového pole. Následovalo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu, během kterého byly zároveň stabilizovány a zaměřeny pomocné body. Tyto body byly dočasně stabilizovány ocelovými trubkami a zaměřeny metodou rajónu a protínání vpřed z délek. Celkem bylo stabilizováno 5 pomocných bodů. Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu bylo provedeno metodou elektronické tachymetrie. Celkem bylo zaměřeno 646 podrobných bodů. Pro všechny měřické práce byla využita totální stanice Leica TCR 407 power, která vyhovovala požadované přesnosti měření.

K exportu dat z totální stanice jsem využil software Leica Geo Office Tools. Výpočetní práce byly provedeny v interakčním grafickém softwaru KOKEŠ. V tomto programu byly vypočteny souřadnice všech pomocných a podrobných bodů. Veškeré výpočty byly vedeny v souřadnicovém systému S-JTSK a ve výškovém systému Balt po vyrovnání (Bpv). Zobrazovací práce byly taktéž realizovány v programu KOKEŠ.

Pro ověření přesnosti výškopisu jsem použil metodu profilové zkoušky. Celkem byly zaměřeny 2 kontrolní profily. Dospěl jsem ke zjištění, že požadované přesnosti bylo dosaženo.

Během mé práce se nevyskytly žádné závažnější problémy. Jedinou nepříjemností byla proměnlivost počasí, která znamenala nucené přerušování měřických prací. Výsledkem této diplomové práce jsou kartografické originály části povodí potoka

Ostřice v katastrálním území Horní Planá (6 mapových listů v měřítku 1 : 500). Tyto kartografické originály zobrazují stav, který odpovídá konci srpna 2008.

## 6 Summary

The subject of my thesis was to survey, process and create the map at a large scale in certain site. My task therefore was to carry out a detailed survey for planimetry and elevation in the northern part of the river basin of Ostřice stream on the western outskirts of the village Hodňov in the cadastral area Horní Planá and then to work out a map at a scale of 1: 500 on the basis of measured data.

The first step was to reconnaissance the terrain of interest territory in which the the supplement of the geodetic point field have been proposed. The proposed geodetic points were stabilized by plastic milestones. Then the detailed survey of planimetry and elevations was carried out in which five ancillary geodetic points were stabilized and surveyed. Detailed survey of planimetry and elevation was carried out by the method of electronic tacheometry. For all the surveying the total station Leica TCR 407 Power was used which meets the required accuracy of measurement.

To export data from total station I used Leica Geo Office Tools software. All computing work have been carried out in interactive graphical software KOKEŠ. In this program the coordinates of all ancillary and detailed geodetic points have been calculated. All imaging work was also made in KOKEŠ software.

To verify the accuracy of elevation I used the method of the profile test. I made out that the required accuracy was achieved.

The result of this thesis are cartographic originals of the river basin of Ostřice stream in the cadastral area Horní Planá (6 map sheets at a scale of 1: 500). These cartographic originals display state corresponding to the end of August 2008.

## 7 Seznam použité literatury

citace dle normy ČSN ISO 690

1. NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J. *Geodézie III*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Vutim, 2000. 140 s. ISBN 80-214-1774-9.
2. NEVOSÁD, Z., SOUKUP, F., VITÁSEK, J. *Geodézie II*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Vutim, 1999. 107 s. ISBN 80-214-1475-8.
3. MARŠÍK, Z., MARŠÍKOVÁ, M. *Geodezie II*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích – Zemědělská fakulta, 2002. 123 s. ISBN 80-7040-546-5.
4. DOUŠEK, F. *Geodézie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 294 s. ISBN 80-7157-300-0.
5. FIŠER, Z., VONDRÁK, J. *Mapování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně – fakulta stavební, 2003. 146 s. ISBN 80-214-2337-4.
6. HUML, M., MICHAL, J. *Mapování 10*. Praha: České vysoké učení technické v Praze – fakulta stavební, 2005. 319 s. ISBN 80-01-03166-7.
7. PODHORSKÝ, I., MICHAL, J., VÁŇA, M., VRBĚCKÝ, Z. *Podrobné mapování*. Praha: České vysoké učení technické v Praze – fakulta stavební, 1980. 285 s. ISBN 55-526-80.
8. Vyhláška ze dne 5. února 2007, 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).
9. ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Federální úřad pro normalizaci a měření. 1991.
10. ČSN 01 3411. *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Federální úřad pro normalizaci a měření. 1991.

## **8 Seznam obrázků a tabulek**

Obrázek 4-1: Ohraničení zájmové lokality

Obrázek 4-2: Leica TCR 407 power

Obrázek 4-3: Zpracování měřených dat

Obrázek 4-4: Expert

Obrázek 4-5: Práce s textem

Obrázek 4-6: Kótování šachtic

Tabulka 2-1: Kritéria přesnosti podrobných bodů výškopisu

Tabulka 2-2: Kritéria výběrové střední výškové chyby

Tabulka 4-1: Orientace stanovisek

Tabulka 4-2: Použité vrstvy

## 9 Seznam příloh

- 1 Příloha č. 1 – Technická zpráva
- 2 Příloha č. 2 – Seznam souřadnic bodů PBPP
- 3 Příloha č. 3 – Geodetické údaje bodů PBPP
- 4 Příloha č. 4 – Přehledný náčrt PBPP
- 5 Příloha č. 5 – Měřický náčrt
- 6 Příloha č. 6 – Přehled kladu listů měřického náčrtu
- 7 Příloha č. 7 – Protokol o výpočtu pomocných bodů
- 8 Příloha č. 8 – Seznam souřadnic pomocných bodů
- 9 Příloha č. 9 – Protokol o výpočtu podrobných bodů
- 10 Příloha č. 10 – Seznam souřadnic podrobných bodů
- 11 Příloha č. 11 – Přehled kladu mapových listů
- 12 Příloha č. 12 – Mapové listy
- 13 Příloha č. 13 – Protokol o výpočtu bodů kontrolních profilů
- 14 Příloha č. 14 – Výběrový soubor pro hodnocení přesnosti výšek
- 15 Příloha č. 15 – Kontrolní profily