

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

KATEDRA: KATEDRA POZEMKOVÝCH ÚPRAV
OBOR: POZEMKOVÉ ÚPRAVY A PŘEVODY NEMOVITOSTÍ

**Zaměření skutečného stavu části katastrálního území v povodí Ostřice
a porovnání situace se stávajícími mapovými podklady velkého
měřítka.**

Autor:
Martin Vlček

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Magdalena Maršíková

**České Budějovice
2009**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Zaměření skutečného stavu části katastrálního území v povodí Ostřice a porovnání situace se stávajícími mapovými podklady velkého měřítka“ zpracoval samostatně s použitím odborné literatury a ostatních pramenů uvedených v seznamu nacházejícího se v závěru práce.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb. v plném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Prachaticích 24. dubna 2009

Podpis: Martin Vlček

Poděkování

Zde bych rád poděkoval především vedoucí mé diplomové práce Ing. Magdaleně Maršíkové za odborné vedení a rady a také za další pomoc, bez které bych svou práci nemohl vypracovat. Dále bych rád poděkoval Ing. Pavlu Hánkovi a Ing. Martinu Pavlovi za pomoc při importu naměřených dat z přístroje do PC a jejich následné převedení do příslušného formátu. V neposlední řadě bych rád poděkoval Jakubu Konečnému, Michalu Hojdekovi a Veronice Velkové za spolupráci při zaměřování území.

Anotace

Cílem této diplomové práce je podrobně zaměřit a zpracovat část území povodí Ostřice a porovnat změny s aktuální katastrální mapou a Státní mapou odvozenou 1 : 5000. Lokalita se nachází v katastrálním území Horní Planá. Jako metoda pro podrobné měření byla zvolena elektronická tachymetrie. Výpočetní a grafické práce byly provedeny v geodetickém softwaru KOKEŠ. Výsledkem je kartografický originál vyhotovený v měřítku 1 : 500.

Klíčová slova

podrobné měření, tachymetrie, výpočetní práce, grafické práce, kartografický originál

Annotation

The aim of this thesis is a detailed survey and processing of a part of the Ostřice stream catchment and comparing the changes with current cadastral map and with state map derived 1 : 5000. Location is situated in cadastral area Horní Planá. As a method for detailed surveying electronic tacheometry was chosen. Computing and graphic work was performed in geodetic software KOKEŠ. The result of this work is the cartographic original executed at a scale of 1 : 500.

Key words

detailed surveying, tacheometry, computing work, graphic work, cartographic original

Obsah

1 Úvod	7
2 Přípravné práce	8
2.1 Shromáždění technických podkladů a rekognoskace terénu	8
3 Geodetické práce v terénu.....	9
3.1 Doplnění podrobného polohového bodového pole	9
3.1.1 Geodetické metody doplňování PPBP	9
3.1.2 Technické požadavky na body PPBP	11
3.1.3 Přesnost určení bodů PPBP.....	12
3.1.4 Číslování nově zřizovaných bodů PPBP	13
3.2 Podrobné měření polohopisu	13
3.2.1 Měření pomocných bodů	14
3.2.2 Centrace, horizontace a orientace přístroje.....	15
3.2.3 Měření podrobných bodů.....	15
3.2.3.1 Číslování podrobných bodů.....	17
3.3 Podrobné měření výškopisu.....	17
3.3.1 Volba podrobných bodů.....	18
3.3.2 Metody měření výškopisu.....	19
3.3.2.1 Plošná nivelace	19
3.3.2.2 Měření profilů.....	20
3.3.2.3 Tachymetrie	20
3.4 Záznam měření	21
3.4.1 Měřický náčrt	22
4. Výpočetní práce	23
4.1. Výpočet souřadnic bodů PPBP	23
4.2. Výpočet souřadnic podrobných bodů	24
5 Zobrazovací práce.....	26
5.1 Zobrazení polohopisu	26
5.2 Zobrazení výškopisu	26

5.3 Přesnost zobrazení	28
5.3.1 Ověření přesnosti výškopisu	29
6 Cíle a metodika	32
7 Zaměření a vyhotovení mapy velkého měřítka části katastrálního území v povodí potoka Ostřice	33
7.1 Přípravné práce	33
7.1.1 Charakteristika území	33
7.1.2 Technické podklady	34
7.1.3 Rekognoskace zájmového území	34
7.1.4 Volba přístrojů a metod	35
7.2 Geodetické práce v terénu	36
7.2.1 Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu	36
7.2.2 Záznam výsledků měření	38
7.3 Výpočetní práce	39
7.3.1 Výpočet souřadnic bodů PPBP a pomocných bodů	39
7.3.2 Výpočet podrobných bodů	41
7.3.3 Výpočet ploch	42
7.3.4 Přečíslování bodů	43
7.4 Tvorba polohopisné a výškopisné mapy velkého měřítka	44
7.4.1 Tvorba polohopisu	44
7.4.2 Tvorba výškopisu	45
7.4.3 Popis	50
7.5 Ověření přesnosti výškopisu	50
7.6 Tvorba digitálního modelu terénu	51
7.7 Porovnání zaměřeného stavu se stávajícími mapovými podklady	52
8 Závěr	53
9 Seznam použitých zkratk	55
10 Seznam použitých obrázků a tabulek	56
11 Seznam příloh	57
12 Seznam použité literatury	58

1 Úvod

Náplní mé diplomové práce je zaměření skutečného stavu části katastrálního území v povodí Ostřice a porovnání situace se stávajícími mapovými podklady velkého měřítka.

Důvodem volby diplomové práce, jejíž náplní je vyhotovení části základní mapy velkého měřítka byla především touha vyzkoušet si všechny činnosti, které s tvorbou této mapy souvisí.

Zaměřované území (povodí Ostřice) se nachází v Jihočeském kraji, v bývalém okresu Český Krumlov, konkrétně na levém břehu vodní nádrže Lipno v katastrálním územím Horní Planá. Rozloha zájmové lokality je asi 40 ha.

Podrobným mapováním se rozumí soubor činností (přípravné práce, měřické práce, výpočty a zobrazovací práce), které je nutno vykonat pro vyhotovení původní mapy velkého měřítka. Mezi přípravné práce patří především shromáždění technických podkladů a rekognoskace terénu. Při rekognoskaci se zjišťuje stav a využitelnost stávajícího podrobného polohového bodového pole a navrhuje se jeho případné doplnění. Měřické práce spočívají v zaměření dostatečného množství podrobných bodů pro úplné vystižení polohopisu i výškopisu. Výpočetními pracemi je především určení polohových souřadnic a nadmořských výšek všech měřených bodů. Po dokončení výpočetních prací se přistupuje k vyhotovení kartografického originálu velkého měřítka.

Svou diplomovou práci jsem rozdělil do 12 kapitol z čehož kapitoly 2 - 5 jsou zaměřeny na teoretické zásady podrobného měření polohopisu a výškopisu a následné činnosti bezprostředně související s tvorbou mapy velkého měřítka. V kapitole 7 jsou konkrétně popsány všechny dílčí činnosti týkající se jak měřických prací v terénu, tak následných kancelářských prací vedoucích k tvorbě mapy zájmového území. Měřítka této mapy je 1 : 500.

V závěru jsem shrnul všechny prováděné činnosti a dosažené výsledky.

2 Přípravné práce

2.1 Shromáždění technických podkladů a rekognoskace terénu

Těmito podklady jsou již dříve vyhotovené mapy velkých a středních měřítek, plány a měřické elaboráty, které lze využít pro účel nového mapování a následnou tvorbu mapy velkého měřítka. Po shromáždění geodetických údajů o bodech polohového pole, kterými jsou body ZBP, ZhB, popř. i PBPP pokud jsou k dispozici a geodetických údajů o bodech výškového pole v zájmové lokalitě, se během rekognoskace terénu navrhne a do těchto podkladů zakreslí doplnění bodového pole pro podrobné zaměření zájmové lokality.

Před zahájením všech měřických prací je vždy nutné vykonat rekognoskaci terénu, tj. podrobnou prohlídku celého zájmového území. Při rekognoskaci je zjišťován stav a využitelnost stávajícího polohového a výškového bodového pole (trigonometrických bodů, zhušťovacích bodů, nivelačních bodů) a je navrženo případné zhuštění. Pro nové body bodového pole je potřeba 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 náčrty atd.). [2]

3 Geodetické práce v terénu

3.1 Doplnění podrobného polohového bodového pole (PPBP)

PPBP se doplňuje při rekognoskaci terénu a to po vyhledání stávajících bodů PPBP, jejichž poloha se ověří podle geodetických údajů. Při pochybnosti o totožnosti těchto bodů se jejich poloha ověří kontrolním měřením a výpočtem. [11] Nově určované body PPBP jsou orientovány na body základního bodového pole nebo PPBP stejné nebo vyšší třídy přesnosti. Body se volí tak, aby jejich rozmístění umožňovalo úplné zaměření všech podrobných bodů. [5]

3.1.1 Geodetické metody doplňování PPBP

Body PPBP se zaměřují:

- plošnými sítěmi s měřeními vodorovnými úhly a délkami,
- polygonovými pořady oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými. Polygonové pořady kratší než 1500 m 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 a porovná se s mezní odchylkou.

Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů jsou:

Tab. 3-1 Kritéria přesnosti polygonových pořadů

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

kde

n je počet bodů pořadu včetně bodů připojovacích,

Σd je součet délek stran pořadu,

pořad má nejvýše 15 nových bodů,

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

- c) protínáním vpřed z úhlů nebo protínáním z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří bodů ZPBP, 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 stanoviště více než 500 m se měří ve dvou skupinách,
- d) rajónem do délky 1500 m s orientací na daném bodě na dva body ZPBP, 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 až 0,06 m, nesmí být delší než 300 m,
- e) rajónem do délky 1500 m s orientací na určovaném bodě na nejméně tři body ZPBP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m. Úhel protínání orientačních směrů 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.

Kromě výše zmíněných geodetických metod lze PBPP doplnit i metodami GPS a metodami fotogrammetrickými. [11]

3.1.2 Technické požadavky na body podrobného polohového bodového pole

Poloha bodů podrobného polohového bodového pole se volí tak, aby body nebyly ohroženy, aby jejich signalizace byla jednoduchá a aby body byly využitelné pro připojení podrobného měření.

Body podrobného polohového bodového pole 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 podrobného polohového bodového pole 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.

Body podrobného polohového pole je možno také stabilizovat:

- a) vysekáním křížku na opracované ploše skály,
- b) hřbovými značkami zabetonovanými do skály, kovovými konzolami, čepovými značkami apod., pevně osazenými na budovách,
- c) železnými trubkami nebo čepy apod. v betonových blocích o velikosti nejméně 200 mm x 200 mm x 700 mm,
- d) železnými trubkami o průměru nejméně 30 mm a tloušťce stěny nejméně 3 mm, délky nejméně 600 mm (nebo nejméně 500 mm, je-li trubka opatřena závitem proti vytažení znaku) a pevně připojenou hlavou z plastu velikosti nejméně 120 mm x 120 mm x 120 mm,
- e) kovovými značkami o průměru nejméně 8 mm s plochou hlavou o průměru nejméně 25 mm a délce značky nejméně

1. 100 mm, zatlučenými do zpevněného povrchu,

2. 40 mm s hmoždinkou, zapuštěnými do pevných konstrukcí;

takto stabilizovaný bod se zpravidla zřizuje spolu s dalším bodem na blízkém technickém objektu.

Body podrobného polohového bodového pole se zaměřují v terénu určováním hodnot délek a úhlů (určovací prvky), popřípadě výšek, nebo určením souřadnic technologií GPS.

Geodetické údaje o bodu podrobného polohového bodového pole obsahují:

- a) číslo bodu,
- b) lokalizační údaje o katastrálním území a obci a označení listu Státní mapy 1 : 5000,
- c) souřadnice v S-JTSK zaokrouhlené na 2 desetinná místa, třídu přesnosti (jen u bodů zřízených před 28. dubnem 1993) a výšku bodu v Bpv (pokud byla určena),
- d) místopisný náčrt s vyhledávacími mírami,
- e) nárys nebo detail,
- f) popis, způsob stabilizace a určení bodu,
- g) poznámky. [10]

3.1.3 Přesnost určení bodů PBPP

Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů.

Charakteristikou přesnosti určení souřadnic x, y bodů podrobného polohového bodového pole je střední souřadnicová chyba m_{xy} , daná vztahem:

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

Vzorec 3-1 Střední souřadnicová chyba

kde:

m_x , m_y jsou střední chyby určení souřadnic x, y. Podrobné polohové bodové pole se vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou 0,06 m a

vztahuje se k nejbližším bodům základního polohového bodového pole a zhušťovacím bodům. Mezní odchylka se stanoví 2,5 násobkem základní střední souřadnicové chyby.

3.1.4 Číslování nově zřizovaných bodů PPBP, bodů ZPBP a ZhB

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

- a) pro body ZPBP a ZhB má číslo tvar 0009EEEECCCC0, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu, pořadové číslo bodu ZPBP je v rozmezí od 1 do 199 a ZhB v rozmezí od 201 do 499, přitom pořadové číslo přidruženého bodu k bodu ZPBP a ZhB se uvádí na posledním místě úplného čísla tohoto bodu na místo O
- b) pro body PPBP 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 až 3999

Body PPBP jsou číslovány v rámci katastrálního území, ve kterém se nacházejí, pokud je bod PPBP 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 PPBP vyjádřena zkratkou katastrálního území u čísla bodu. [11]

3.2 Podrobné měření polohopisu

Po dokončení obnovy a doplnění PPBP je zahájeno podrobné měření polohopisu.

Podrobné body polohopisu jsou nejčastěji zaměřovány základní metodou – metodou polární. Poloha je určována polárními souřadnicemi, tj. délkou (vzdáleností) mezi stanoviskem (pólem) a nově určeným bodem a vodorovným (orientačním)

úhlem mezi směry na orientační (daný) bod a nově určovaný bod. [2] Polární metoda zaznamenala prudký vzestup zejména v posledních letech s rozvojem elektrooptických dálkoměrů.

Doplňujícími metodami jsou metoda ortogonální, metoda konstrukčních oměrných a metoda protínání ze směrů či délek. [4] Doplnující 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. [12]

3.2.1 Měření pomocných bodů

Prvním úkonem, vykonaným na jednom stanovisku v rámci podrobného měření, je zpravidla vytyčení a stabilizace pomocných bodů. Pomocné body se vytyčují a dočasně stabilizují železnou trubkou nebo dřevěným kolíkem a jsou určovány následujícími povolenými metodami:

- a) staničením na měřických přímkách mezi body polohového bodového pole a pomocnými body
- b) rajóny
- c) pomocnými polygonovými pořady
- d) protínáním ze směrů nebo délek
- e) volným polárním stanoviskem

Délka rajónu může být maximálně 1000 m, nesmí však být delší než délka k nejbližší orientaci 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 délka volného polygonového pořadu je 250 m. Přípustný je maximálně trojnásobný rajón (což však nelze doporučit)

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 PPBP. [4]

3.2.2 Centrace, horizontace a orientace přístroje

K centraci a horizontaci 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 a při tomto nastavení zacílit dalekohledem na sousední stanovisko. Všude, kde je to možné, zkontrolujeme orientaci přístroje zaměřením alespoň na jeden další pevný (daný) bod. Kontrolou je shoda zaměřeného a vypočteného vodorovného úhlu.

Po skončení měření podrobných bodů je nutno vykonat kontrolu orientace tj. zkontrolovat ustavení přístroje. To se provede zacílením dalekohledu na výchozí orientační bod, popř. ještě na další orientační (kontrolní) bod. Naměřené vodorovné úhly se zapíše do zápisníku a porovnají se s počátečními údaji. Pokud počáteční a konečné měření vodorovného směru na orientační body souhlasí, je možné považovat celé měření na stanovisku za správné. V opačném případě došlo zřejmě k narušení ustavení přístroje během měření a celé měření je nutno opakovat. Jestliže se měří na jednom stanovisku velké množství (několik desítek) podrobných bodů, doporučuje se, zejména začátečníkům, zkontrolovat ustavení přístroje zaměřením na orientační body i během měření. Ke kontrole slouží také zaměřením identického bodu, tj. bodu zaměřeného z více stanovisek. [2]

3.2.3 Měření podrobných bodů

Měření podrobných bodů probíhá podle pokynů vedoucího měřičské skupiny, která se skládá většinou z měřiče, zapisovatele a jednoho či dvou měřičských pomocníků (figurantů). Vedoucí skupiny vede měřičský náčrt a zavádí figuranty na podrobné body. Měřič zodpovídá za správné ustavení přístroje a hlásí zapisovateli naměřené údaje, který je zapisuje do předepsaného tiskopisu. Zápis do předepsaného

tiskopisu odpadá v případě, že je podrobné měření prováděno přístrojem s automatickým ukládáním naměřených dat. Naměřená data mohou být ukládána do vnitřní paměti stroje, nebo na paměťovou kartu. Číslování podrobných bodů ve vnitřní paměti přístroje, popř. na paměťové kartě musí být shodné s číslováním v měřickém náčrtu. Figurant staví měřickou lat' či odrazný hranol na určené body ve svislé poloze, kterou kontroluje podle krabicové libely upevněné na lati či tyči s odrazným hranolem. [2]

Pro dodržení potřebné přesnosti podrobného měření polohopisu je nutno zachovávat tyto zásady:

Měření délek: používány jsou 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.

Měření směrů: v měřické síti jsou směry měřeny pouze v jedné skupině, při podrobném měření měříme pouze v jedné poloze dalekohledu. Směry zapisujeme na 0,01 gonu, při délkách nad 500 m na 0,001 gonu.

Orientace na dané body: na stanovisku je osnova směrů orientována vždy nejméně na dva dané body měřické sítě, alespoň na jeden z nich je měřena i délka. Není-li možné zaměřit nejméně dva dané body měřické sítě, je orientace ověřována kontrolním zaměřením bodu z jiného stanoviska.

Vzdálenost určovaného bodu od stanoviska může přesáhnout vzdálenost stanoviska a nejvzdálenějšího orientačního bodu maximálně o polovinu vzdálenosti.

Použití polární kolmice je omezeno její délkou (maximálně 30 m), přičemž její délka nesmí být delší než polovina délky od stanoviska k patě kolmice. Polární kolmice delší než 2 m je vytyčována vždy pomocí hranolu. Délka polární kolmice je uváděna vždy se znaménkem + respektive znaménkem – podle toho, směřuje-li kolmice napravo či nalevo od měřeného směru.

Doměrek: v zápisníku se u doměrku uvádí vždy znaménko + respektive znaménko -, záleží, zda je nutno doměrek přičíst či odečíst od měřené délky.

Konstrukční oměrné: mohou být s výhodou použity u pravoúhlých budov. Výstupky (pravoúhlé), lze určovat do jejich celkové součtové hloubky 5 m.

Křivkové prvky polohopisu: volba podrobných bodů se řídí skutečným tvarem křivky. Rozlišován je kruhový oblouk, kružnice a obecná křivka. Na kruhovém oblouku jsou body voleny na počátku a konci oblouku a bod přibližně ve středu oblouku. Na kružnici jsou voleny buď tři rovnoměrně rozložené body nebo je zaměřen střed kružnice a v náčrtu uveden odměřený poloměr. Tvoří-li obecná křivka hranici parcely, je zaměřena jednotlivými úsečkami. Délka těchto úseček je volena tak, aby se žádný podrobný bod na obecné křivce (hranici parcely) neodchýlil od zaměřené úsečky o více než 0,10 m. Běžná obecná křivka je zaměřována počátečním a koncovým bodem s dalšími mezilehlými body (min. 3), které vystihují změny zakřivení. [4]

3.2.3.1 Číslování podrobných bodů

Podrobné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPPZZZZCCCC, 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 území 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 nepřechísloují 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. [11]

3.3 Podrobné měření výškopisu

Pro vyhotovení výškopisného plánu je nutno znát polohu i výšku poměrně značného množství vhodně volených bodů terénu, tzv. podrobných bodů. Na jejich základě se dá v plánu vyjádřit tvar a průběh terénu. [1]

Při podrobném měření výškopisu je třeba striktně dodržovat hlavní zásadu: zemský povrch – terén – idealizujeme. To znamená, že členitý povrch nahrazujeme zidealizovanými topografickými plochami. Vždy pečlivě zvažujeme měřítko vytvářené mapy a s ním úzce související hustotu podrobných výškových bodů (generalizujeme). [4]

3.3.1 Volba podrobných bodů

Správný výběr podrobných bodů, které se polohově i výškově zaměří a jsou základem pro vlastní vyhotovení výškopisného plánu, hraje u tachymetrie velkou roli, neboť výrazně ovlivňuje výslednou kvalitu výškopisu. Dát jednoznačný a přesný návod k tomuto výběru je obtížné, lze stanovit pouze obecné zásady. Konečný výběr podrobných bodů v té či oné lokalitě je svým způsobem dán osobním pohledem na terén a jeho ztvárnění je věcí pracovníka, který za měřické práce zodpovídá (subjektivní vliv vedoucího skupiny).

Obecně lze říci, že podrobné body je třeba volit:

- nejprve na význačných čarách terénní kostry jimiž jsou hřbetnice, údolnice, úpatnice (paty) svahu a hrany, ať již přirozené, či umělé, tvarové čáry apod.
- na význačných bodech terénní kostry k nimž patří vrchol kupy, dno dolíku, vrchol sedla, body spočinku apod.
- všude tam, kde terén mění svůj sklon především ve směru největšího spádu (spádnice) a situační čára svůj směr.
- v pravidelném, málo členitém terénu, kde nejsou čáry a body terénní kostry jednoznačně patrné a kde nelze uplatnit předchozí zásady pak v pravidelných vzdálenostech ve formě čtvercové sítě. Vzdálenosti podrobných bodů jsou pak odvislé od měřítka vyhotovovaného plánu. Tak např. pro měřítko 1 : 1000 ve vzdálenosti 30-40 m, pro měřítko 1 : 500 ve vzdálenostech 15-20 apod.

Zásady pro volbu podrobných bodů lze také stručně vyjádřit větou: *volit tolik podrobných bodů a na takových místech, aby vytvořily soustavu dílčích ploch*

trojúhelníkových a čtyřúhelníkových, jakýsi prostorový mnohostěn, který se s ohledem na měřítko co nejlépe přibližuje skutečnému terénu.

Znamená to, že množství podrobných bodů je závislé především na členitosti terénu a dále na měřítku požadovaného výškopisného plánu. Správný a ekonomický výběr podrobných bodů, umožňující při jejich minimu co nejlépe vyjádřit výškové poměry v dané lokalitě, je otázkou víceleté praxe a potřebného citu pro geomorfologii terénu. [1]

3.3.2 Metody měření výškopisu

V zásadě můžeme definovat čtyři základní metody měření výškopisu:

- *geodetické*
- *fotogrammetrické*
- *GPS*
- *fyzikální*

Z těchto základních metod budou podrobněji charakterizovány metody geodetické.

Mezi ně patří především:

- *plošná nivelace*
- *profilování (měření profilů)*
- *tachymetrie*

3.3.2.1 Plošná nivelace

Tato metoda je využívána především při měření výškopisu, je-li k dispozici kvalitní aktuální polohopisný podklad a měřený terén je převážně rovinný a přehledný. Body, kterým je měřena výška, musí být jednoznačně polohově určeny. Jsou to jednak body v terénu jednoznačně identifikovatelné (rohy budov, vstupy, rohy plotů a zdí, propustky, mostky atp.), jejichž poloha je již v mapovém podkladu vyznačena, nebo body, jejichž polohu musíme dodatečným měřením od stávajících bodů doměřit (metoda ortogonální, protínání z délek...).

3.3.2.2 Měření profilů

Metoda profilování je používána zejména pro zaměřování výškopisu u liniových staveb (silniční komunikace, železnice, letové pojezdové a vzletové dráhy, vodní toky). Profily (příčné) jsou měřeny zpravidla ve směru kolmém na podélnou osu měřeného objektu. Vzdálenost jednotlivých příčných profilů (staničení) závisí především na morfologických podmínkách terénu, měřítku vyhotovované mapy a požadavku odběratele. Z měřených a vyhodnocených příčných profilů je zpracováván obvykle i profil podélný. [4]

3.3.2.3 Tachymetrie

Při této metodě se současně určuje poloha i výška všech potřebných podrobných bodů. Proto se velmi často používá nejen pro vyhotovení výškopisného, ale zároveň i polohopisného plánu. Slovo tachymetrie je řeckého původu a značí v doslovném překladu *rychloměřičtví*. Vyjadřuje poměrnou rychlost měřických prací v terénu. Všechny podrobné body jsou zaměřeny ze sítě tachymetrických stanovisek, a to polohově polární metodou, tj. směrníkem orientovaným ke spojnici dvou sousedních stanovisek a vzdáleností, výškově jsou podrobné body určeny trigonometricky. Hustota i tvar sítě jsou závislé na přehlednosti terénu a na použitém přístroji pro měření délek. [1]

V současnosti jsou v tachymetrii využívány téměř výhradně elektronické dálkoměry a je zde možnost měření polohopisu a výškopisu současně, nebo do daného polohopisného podkladu pouze doplňovat výškopis (obdoba plošné nivelace, zde však existuje možnost šikmých záměr a polárního určení polohy doměřovaných bodů). [4] Elektronické tachymetry (dálkoměry) mají řadu předností. Vyznačují se vysokou přesností délkového měření (1 až 3 cm podle způsobu signalizace bodu – výtyčka s odrazným hranolem je držena volně v ruce nebo upevněna ve speciálním stojánku) a velkým dosahem (až 3 km). Umožňují měřit buď polární souřadnice nebo relativní pravouhlé souřadnice a převýšení včetně automatické registrace naměřených dat.

Vodorovná délka se pomocí elektronického tachymetru určuje již s fyzikální redukcí a součtovou konstantou. [12]

Pro určení nadmořské výšky určovaného bodu je třeba znát nadmořskou výšku stanoviska. Na stanovisku se změří výška cíle, vzdálenost bodu, zenitový úhel, a výška přístroje. Výška určovaného bodu se vypočte podle vzorce:

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

Vzorec 3-2 Trigonometrické určení výšky

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. [6]

Zvláštním případem tachymetrie s využitím el. dálkoměrů je tzv. bloková tachymetrie. Zaměřované území většího rozsahu je rozděleno na bloky, jejichž plochu je možné obsáhnout z jednoho stanoviska. Není zde nutná vzájemná viditelnost mezi sousedními stanovisky, neboť spojení mezi sousedními bloky se zajistí tzv. identickými spojovacími podrobnými body na stycích sousedních bloků (vždy min. 4 body na styku). [4]

3.4 Záznam měření

Podrobné body polohopisu jsou zaznamenávány a číslovány v rámci dílčích měřických náčrtů, číslovány 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 náčrt, zápisníky podrobného měření a seznamy souřadnic daných bodů.

3.4.1 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 a kostra je tvořena body bodového pole. Měřický náčrt se vyhotovuje tužkou. [2] Měřické náčrt obsahují grafické a někdy také číselné vyjádření výsledků podrobného měření. Přibližné měřítka měřického náčrtu se vždy volí větší než měřítka výsledného originálu. Důležité je, aby bylo možné zapsat a zobrazit v náčrtu všechny potřebné údaje. Náčrt se dělí na blokové a rámové. Rámové vznikají postupným čtvrcením mapového listu až k potřebnému měřítka. Blokové měřické náčrt zobrazují ucelenou skupinu pozemků a orientují se přibližně k severu. [12] Dle pokynů vedoucího skupiny měřický pomocník (figurant) staví odrazný hranol na jednotlivé podrobné body. Tyto 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. [2] Body PPBP a pomocné body se kreslí a číslují červeně, stejně i měřická síť. Body základního polohového pole a zhušťovací body se označují úplným číslem bodu nebo jen vlastním číslem bodu s číslem triangulačního listu v závorce. Měřické náčrt se číslují v rámci katastrálního území od 1. Na závěr se vyhotovuje přehled měřických náčrtů. [12]

4 Výpočetní práce

4.1 Výpočet souřadnic bodů PPBP

Při určení bodů PPBP plošnými sítěmi, analytickou aerotriangulací a pomocí GPS se použije výpočet souřadnic bodů s vyrovnáním metodou nejmenších čtverců. Pokud je bod určen polární metodou pouze dvojicí měření, souřadnice se vypočtou jako aritmetický průměr. Dodržení kritérií přesnosti se posuzuje podle bodů 12.11 a 12.12 přílohy katastrální vyhlášky č. 26 a je uvedeno ve výpočetním protokolu.

V ostatních případech se souřadnice bodů určené geodeticky mohou vypočítat přibližným vyrovnáním:

- a) aritmetickým průměrem z jednotlivých kombinací určovacích prvků. Rozdíly v souřadnicích mezi jednotlivými kombinacemi nesmějí překročit 2,5 násobek základních středních souřadnicových chyb podle bodů 12.9 a 12.10 přílohy katastrální vyhlášky,
- b) polygonového pořadu rovnoměrným rozdělením úhlové odchylky na jednotlivé vrcholy pořadu a rozdělením odchylek v souřadnicích úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů. Mezní odchylky v uzávěru polygonového pořadu byly stanoveny v Tab. 3-1 (kritéria přesnosti polygonových pořadů)

O průběhu automatizovaného výpočtu se zpracovává (tiskne) protokol. Ten musí obsahovat identifikační údaje o měření (lokalitě), schematický náčrt sítě obsahující měřené prvky sítě, vstupní údaje, údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích sítě (např. v polygonových pořadech) a při vícenásobném určení souřadnic bodů údaje o dosažených odchylkách, včetně porovnání dosažených a mezních odchylek a určení průměru z výsledných souřadnic. Souřadnice se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa podle § 77 odst. 1 katastrální vyhlášky.

Součástí dokumentace k výpočtu plošné sítě je schematický náčrt sítě obsahující měřené prvky sítě (délky, směry) a elipsy chyb na určených bodech. [11]

4.2 Výpočet souřadnic podrobných bodů

V současné době je měření podrobných bodů prováděno převážně moderními teodolity vybavenými elektronickým dálkoměrem a vestavěným mikroprocesorem tzv. totálními stanicemi. Totální stanice mohou přímo zaznamenávat vodorovnou vzdálenost a převýšení (samozřejmě i vodorovný úhel) a tím odpadá výpočet tachymetrického zápisníku. [2]

Výpočty jsou nejčastěji prováděny prostřednictvím geodetických programů (Geus, Groma, Kokeš). Tyto programy přečtou měřená data z univerzálních elektronických teodolitů a vypočtou souřadnice (y,x,z) a tím je možné dále např. pomocí programu Atlas či Kokeš, vyhotovit digitální model terénu. Práce se tím podstatně urychlí. [1]

Je však nutné si uvědomit, že každý z podrobných bodů je změřen pouze jednou a ani při výpočtu není žádná kontrola k ověření správnosti délek a převýšení. Někdy je možné najít chybu ve výpočtu porovnáním výsledku s měřickým náčrtem a chybu potom opravit. Nelze však opravit chybné zaměření či chybně zaznamenané údaje jinak než novým měřením.

Při výpočtu souřadnic se zpracují všechny naměřené údaje včetně oměrných a jiných kontrolních měř. Ze vstupních údajů se vypočtou souřadnice podrobných bodů a testuje se dodržení mezních odchylek. [2]

Přesnost měření a výsledných souřadnic podrobných bodů se vyjadřuje ve vztahu k blízkým bodům polohového bodového pole.

Charakteristikou přesnosti určení souřadnic podrobného bodu je základní střední souřadnicová chyba m_{xy} , daná vztahem:

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

Vzorec 4-1 Střední souřadnicová chyba

kde:

m_x, m_y jsou střední chyby určení souřadnic x, y .

Charakteristikou relativní přesnosti určení souřadnic dvojice bodů je základní střední chyba m_d délky d přímé spojnice bodů této dvojice, vypočtené ze souřadnic.

Poloha podrobných bodů musí být určena měřením v terénu tak, aby

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

$$u_d = 0,21 * \frac{d + 12}{d + 20} \text{ [m]}$$

Vzorec 4-2 Kritérium přesnosti

Dosažení přesnosti určení souřadnic podrobných bodů se ověřuje pomocí

- a) oměrných měř nebo kontrolním měřením délek přímých spojnic jiných vybraných dvojic podrobných bodů a jejich porovnáním s délkami, vypočtenými ze souřadnic nebo
- b) nezávislého kontrolního měření a výpočtu souřadnic výběru podrobných bodů a jejich porovnání s prvotně určenými souřadnicemi. [11]

5 Zobrazovací práce

5.1 Zobrazení polohopisu

Podle měřických náčrtů se zobrazí body polohopisu zaměřené geodetickými a fotogrammetrickými metodami. Vynesené body se při tvorbě mapy označují číslem ve shodě s číslováním v zápisníku popř. na paměťové kartě. Body se spojují podle měřického náčrtu, čímž se vytvoří polohopis, který se na výtiscích základních map vyhotovuje černě. Označení bodů čísly je po vykreslení polohopisu odstraněno a nahrazeno výškovými kótami jednotlivých bodů. Ve výsledném kartografickém originálu jsou číslem označeny pouze body PPBP. [8]

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. [2]

5.2 Zobrazení výškopisu

Zobrazený bod se vyznačí tečkou a výškou. Výškové kóty se pokud možno orientují v jednom směru a to zpravidla k severu. 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 metrech na dvě desetinná místa, výšky ostatních podrobných bodů se uvádějí v metrech na jedno desetinné místo. [8]

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

- kóta,
- vrstevnice,
- technická šrafa. [4]

Tyto způsoby se volně kombinují, v zastavěném území (intravilánu) převládají výškové kóty, ve volném, nezastavěném území (extravilánu) se používají především vrstevnice. Šrafy se uplatňují jako doplňkový způsob v obou případech, neboť výrazně dokreslují charakter terénu. [1]

Uvádění výšek v mapách se řídí normami ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411.

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. Relativní výšky doplňují výšky terénních stupňů. Kóty se umísťují na význačných bodech terénu (vrcholové tvary terénu, rozcestí, vchody do budov, apod.). [4] Výškové kóty se 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. [2]

Vrstevnice

Čára zobrazující množinu bodů o stejné, účelně zaokrouhlené výšce, se nazývá vrstevnice. Vrstevnice se konstruuje na podkladě vypočtených nadmořských výšek podrobných bodů a nadmořských výšek stanovisek při současném respektování obsahu

měřického náčrtu. Za základní vrstevnice považujeme většinou vrstevnice metrové. Pro každou mapu se stanovuje základní interval vrstevnic. Pro měřítko 1 : 1000 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). 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 spádnice 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. [4]

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. [3]

Technické šrafy

Tuto mapovou značku použijeme v případě, kdy je v důsledku prudkého klesání či stoupání svahu překročen minimální rozestup vrstevnic. Technické šrafy znázorňujeme střídavými delšími a kratšími čarami ve směru spádu. Pro zjištění velikosti úhlu sklonu a celkového převýšení je nutno doplnit šrafy relativními kótami, nebo absolutními výškami hran [4].

5.3 Přesnost zobrazení

Stejně jako je možné v mapě zobrazit změřenou skutečnost, je také možné tuto skutečnost zpátky z mapy odměřit. Měřením na mapách se zabývá kartometrie. Z mapy

je možné získat potřebné údaje přímo (grafickými postupy získat hodnoty délek, úhlů či ploch) nebo nepřímo (z mapy získáme souřadnice určujících bodů, ze kterých následně vypočteme hledané údaje).

Přesnost mapy vyhotovené na základě tachymetrického měření závisí na přesnosti měření, tj. na přesnosti použitých přístrojů a na způsobu určení vzdáleností, dále na zkušenostech měřiče a na způsobu zobrazení podrobných bodů. [2]

5.3.1 Ověření přesnosti výškopisu

Dosažení přesnosti výškopisu se ověřuje nezávislým kontrolním měřením a určením výšek výběru podrobných bodů a jejich porovnáním s výškami uvedenými v mapě nebo určenými z vrstevnic. [4]

Kvalitu reliéfu terénu vyhotoveného z měřených veličin lze ověřit třemi způsoby:

- bodovou zkouškou,
- profilovou zkouškou,
- 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 obraze originálu.

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 sestrojené 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. [7]

Plošná zkouška vychází z porovnání do stejného měřítka převedených vrstevnic originálu s přesnějšími vrstevnicemi, které byly sestrojeny 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 mapování velkých územních celků.

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 nepevněném povrchu) nepřekročila kritérium $3u_H$.

Tab. 5-1 Kritéria přesnosti podrobných bodů výškopisu

Kód charakteristiky kvality	1	2	3	4	5
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

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:

a) platí:

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

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

Tab. 5-2 Kritéria výběrové střední výškové chyby

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

kde koeficient ω_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. [4]

6 Cíle a metodika

Cílem mé diplomové práce je podrobně zaměřit a zpracovat část území povodí Ostřice a porovnat změny s aktuální katastrální mapou a Státní mapou odvozenou 1 : 5000.

Než jsem mohl přistoupit k zaměření zájmového území bylo nutné shromáždit o tomto území všechny podklady, které jsou pro jeho zaměření nezbytné. Tyto podklady jsem získal na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity, konkrétně na katedře Pozemkových úprav. Po shromáždění podkladů následovala rekognoskace terénu, při níž byly vyhledány stávající a doplněny nové body podrobného polohového bodového pole. Nové body PPBP byly stabilizovány tak, aby z nich bylo možné zaměřit co největší část území bez nutnosti zřizování většího množství pomocných bodů v průběhu podrobného měření

Dalším krokem bylo podrobné měření polohopisu a výškopisu. Všechny podrobné body byly zaměřeny tachymetrickou metodou. Při této metodě je současně určována poloha i výška všech podrobných bodů. Zaměřování podrobných bodů jsem prováděl totální stanicí Leica TCR 407 power s automatickým ukládáním dat do vnitřní paměti stroje, nebylo proto nutné vést tachymetrický zápisník a během měření byl tedy veden pouze měřický náčrt.

Po dokončení podrobného měření jsem naměřená data zpracoval v geodetickém programu KOKEŠ. Zpracování dat spočívalo především ve výpočtu souřadnic podrobných bodů v souřadnicovém systému S-JTSK a ve vyhotovení mapy velkého měřítká. V rámci zobrazovacích prací jsem v softwaru ArcGis vytvořil digitální model terénu.

Po vyhotovení mapy jsem v zájmové lokalitě zaměřil kontrolní profil a ověřil přesnost určení výškopisu výsledného kartografického originálu. V samotném závěru vlastní práce jsem tento originál porovnal se stávajícími mapovými podklady.

7 Zaměření a vyhotovení mapy velkého měřítka části katastrálního území v povodí Ostřice

7.1 Přípravné práce

Před zahájením měřických prací bylo nutné shromáždit a projít dostupné podklady nezbytné pro vyhotovení podrobného polohového bodového pole a následné zaměření zájmového území. Obvod a tudíž i plochu území, které je předmětem mapování stanovil vedoucí práce při rekognoskaci terénu.

7.1.1 Charakteristika území

Zaměřované území (povodí Ostřice) se nachází v Jihočeském kraji, v bývalém okrese Český Krumlov, konkrétně na levém břehu vodní nádrže Lipno mezi obcemi Černá v Pošumaví a Horní Planá. Lokalita se nachází v katastrálním územím Horní Planá (kód k. ú.: 643700, pořadové číslo k. ú. v okrese podle SPI: 67) asi 1,2 km jihozápadně od obce Hodňov. Území leží v CHKO Šumava a CHOPAV Šumava a využíváno je jako louka a pastvina. Celková výměra zájmového území je 39,73 ha, z čehož pastviny zaujímají cca 33% (13 ha) a louky cca 63% (25 ha). Celým územím protéká potok Ostřice, na kterém byla v jižní části lokality v roce 2004 vybudována vodní nádrž o rozloze 1,2 ha.

Nejvyšší bod území se nachází na jeho západní hranici a jeho nadmořská výška je 820,73 m. n. m.. Od tohoto bodu území směrem k východu klesá až k nejnižšímu bodu o nadmořské výšce 761,82 m. n. m., v místě, kde Ostřice opouští zájmové území. Průměrný sklon tohoto svahu je 7%, ale v horní části svahu sklonitost dosahuje až 13%. Další výraznější svah se nachází v severní části území a dosahuje sklonitost 9%, avšak průměrná sklonitost území od severu k jihu jsou pouhá 3%.

V zájmové lokalitě byl zbudován odvodňovací systém, který však již neplní svou funkci v plném rozsahu a to je jedním z důvodů, proč se v části území využívané pro pastvu skotu nachází poměrně rozsáhlé lokální zamokření.

7.1.2 Technické podklady

Těmito podklady byly kopie SMO-5 (Státní mapa odvozená 1 : 5 000) Horní Planá 5-1, 5-2 a kopie ZM10 (Základní mapa ČR 1 : 10 000) mapový list 32-2, které byly pořízeny na katedře Pozemkových úprav Zemědělské fakulty. Na webových stránkách Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (<http://www.cuzk.cz/>) jsem pak zjistil geodetické údaje o zhušťovacích bodech 209, 210 a 216. Geodetické údaje a místopisy bodů PPBP, potřebných pro podrobné zaměřování byly převzaty od kolegů Michala Války a Miroslava Finka, kteří zajišťovali vybudování geodetických základů v lokalitě. Konkrétně to byly body 503, 504, 505, 506, 512 a 513.

7.1.3 Rekognoskace zájmového území

Cílem rekognoskace bylo především určení obvodu zájmového území, vyhledání bodů zobrazených na stávajících mapových podkladech, nezbytných pro následné vybudování podrobného polohového bodového pole (PPBP) a účast při jeho navrhování a stabilizaci. Poloha bodů PPBP byla volena tak, aby se z nich dala zaměřit převážná část zájmového území, jelikož měly sloužit jako stanoviště pro následné podrobné měření. Při návrhu bodů PPBP byla také zohledňována jejich vzájemná viditelnost a to především z důvodu, že jejich souřadnice měly být stanoveny výpočtem dvou polygonových pořadů. Tyto polygonové pořadí byly navrženy jako oboustranně připojené a orientované, přichycené na zhušťovací body č. 209, 210, 216. Body PPBP byly stabilizovány plastovými mezníky a pro usnadnění jejich následného vyhledání u nich byl zatlučen dřevěný kolík, který byl částečně nastříkán červenou barvou. Takto stabilizovanými body byly body 501 – 514. Tyto body byly následně zakresleny do kopie mapy SMO-5. Předběžně byla také určena poloha pomocných bodů, které bude nezbytné stabilizovat, aby mohlo být zaměřeno celé zájmové území. Při rekognoskaci bylo zjištěno, že se v zájmovém území nachází rybník, který není zanesen ve stávajících mapových podkladech.



Obr. 7 - 1 Zaměřované území

7.1.4 Volba přístrojů a metod

Pro měření byla použita elektronická totální stanice Leica TCR 407 power (výrobní.č. 737919, sériové číslo: 660 021), která má následující technické parametry:

- standardní dosah: 3500 m
- přesnost měření délek: $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm})$
 $\pm(3\text{mm}+2\text{ppm})$ při měření s viditelným laserem
- přesnost měření úhlů: $7''$ (2mgon)

Tímto přístrojem byly zaměřeny všechny nově určované body (podrobné i pomocné).



Obr. 7 - 2 Leica TCR 407 power

Další pomůcky využitě při měření byly:

- stativ,
- odrazný hranol,
- dřevěný kolík,
- svinovací pásmo,
- barva ve spreji,
- kladivo,
- mačeta,
- vysílačky.

Jako metoda pro zaměřování podrobných bodů byla zvolena elektronická tachymetrie. Je to metoda, při které se současně určuje poloha i výška všech potřebných podrobných bodů. Poloha bodů je zaměřována polární metodou a výšky jsou určovány trigonometricky. Elektronickou tachymetrii jsem vybral, protože se jedná o metodu velice rychlou a protože je jednou z nejpoužívanějších metod pro zaměřování území malého rozsahu a následnou tvorbu map velkých měřítek.

7.2 Geodetické práce v terénu

7.2.1 Podrobné zaměření polohopisu a výškopisu

První věcí, kterou je nezbytné před zahájením podrobného měření provést, je horizontace a centrace přístroje. To se provádí pomocí optické (laserové) olovnice, alhidádové libely a stavěcích šroubů trojnožky. Je také nutné změřit výšku přístroje. Výška se měří svinovacím metrem a to vždy od stabilizačního znaku stanoviště k otočné ose dalekohledu. Po horizontaci a centraci následuje orientace přístroje. Orientace se provádí na jedno nebo dvě sousední stanoviště. V mém případě to byla stanoviště dvě. Orientace se provádí v obou polohách dalekohledu a měří se zde vodorovná délka a vodorovný úhel na orientační body. Těmito orientačními body byly nejbližší viditelné body podrobného polohového bodového pole. Ještě před zahájením

měření je nutné na totální stanici nastavit číslo stanoviska, výšku odrazného hranolu a kódování. Kódování je důležité zejména pro pozdější zpracování naměřených dat. Odlišně se kódují podrobné body a body orientace.

Polohopis a výškopis byl zaměřen tachymetrickou metodou z pevných stanovisek. Těmito stanovisky byly body PPBP 504, 505, 506 a 513. Orientace jednotlivých stanovisek jsou uvedeny v Tab. 7-1. Jak už bylo řečeno, tyto body byly trvale stabilizovány plastovými mezníky a pro jejich snadnější vyhledání byl v jejich těsné blízkosti zatlučen dřevěný kolík, který byl částečně nastříkán červenou barvou. Ke každému z těchto bodů byl vyhotoven místopis. Všechny místopisy jsou součástí přílohy č. 3. Aby bylo zaměřeno celé zájmové území, muselo být použito i dočasně stabilizované stanovisko 4001 (rajón). Pomocný bod 4001 byl zaměřen v průběhu podrobného měření z bodu 513. Stabilizován byl dřevěným kolíkem. Protože terén nebyl nijak zvlášť členitý a jednalo se o louky a pastviny, byla základem podrobného měření ve volném terénu čtvercová síť o délce strany 30 m. Tato vzdálenost nebyla měřena, ale určena přibližně krokováním. Dále byly zaměřovány hranice lesa, potok Ostřice protékající celým zájmovým územím, rybník a těleso hráze, odvodňovací šachtice, betonové sloupy nadzemního vedení nízkého napětí a všechny výraznější terénní zlomy. Celkem bylo takto zaměřeno 865 podrobných bodů.

Tab. 7 - 1 Orientace stanovisek

Stanovisko	Orientace	Počet zaměřených podrobných bodů
504	503, 505	151
505	504,506	168
506	505, 513	291
513	506, 512	153
4001	512,513	102

Zaměřování bylo prováděno v měřické skupině složené ze 3 členů, kterými jsou:

- vedoucí skupiny
- obsluha elektronické totální stanice (měřič)
- figurant

Já jako vedoucí měřické skupiny jsem vedl měřický náčrt, určoval postavení figuranta a komunikoval s měřičem. Tato komunikace byla uskutečňována prostřednictvím vysílaček. Práce měřiče spočívala v obsluze totální stanice – konkrétně to byly úkony jako horizontace a centrace přístroje, provedení všech náležitostí předcházejících vlastnímu měření (změření a zadání výšky točné osy dalekohledu, nastavení stanoviska, kódu a výšky odrazného hranolu) a zaměření orientací a podrobných bodů. Úkolem figuranta bylo stavět výtyčku s odrazným hranolem na místa určená vedoucím skupiny a kontrolovat svislost výtyčky pomocí krabicové libely na ní umístěné.

Před zahájením podrobného měření jsem se domluvil s obsluhou přístroje na vhodných signálech, kterými jsme si ujasňovali každý desátý bod. To se provádí z důvodu vyloučení rozdílného označení podrobného bodu v paměti totální stanice a v měřickém náčrtu. Po ukončení podrobného měření na stanovisku se provádí kontrolní orientace. Kontrolní orientace se provádí hlavně pro ujištění se, že nedošlo k pohybu stativu v průběhu měření.

7.2.2 Záznam výsledků měření

Při měření nebyly vypracovány žádné zápisníky a veškeré naměřené údaje byly ukládány do vnitřní paměti přístroje. Těmito údaji jsou čísla bodů a jim přiřazená vodorovná délka, vodorovný úhel, zenitový úhel, výška přístroje a výška odrazného hranolu. Při zaměřování jsem vedl měřický náčrt. Tento náčrt byl kreslen tužkou na bílý papír formátu A4. Obsahem náčrtu bylo datum měření, údaje o atmosférických podmínkách, orientaci k severu, číslo stanoviska s vyznačením příslušných orientací a výška přístroje. Podrobné body byly do náčrtu zakreslovány křížkem a číslovány. Body tvořící určitý prvek polohopisu, jako hranice lesa, hladina rybníka, těleso hráze rybníka nebo břehy potoka byly v náčrtu spojovány. Celkem bylo vyhotoveno 5 listů měřických náčrtů, které dále byly v rámci kancelářských prací adjustovány. Veškeré měřické náčrtů jsou součástí přílohy č. 7. Klad listů náčrtu je pak znázorněn v příloze č. 8.

7.3 Výpočetní práce

Základem výpočetních prací bylo určení polohy a nadmořských výšek všech zaměřených bodů. Tyto souřadnice a výšky byly vypočteny v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnání v geodetickém softwaru KOKEŠ.

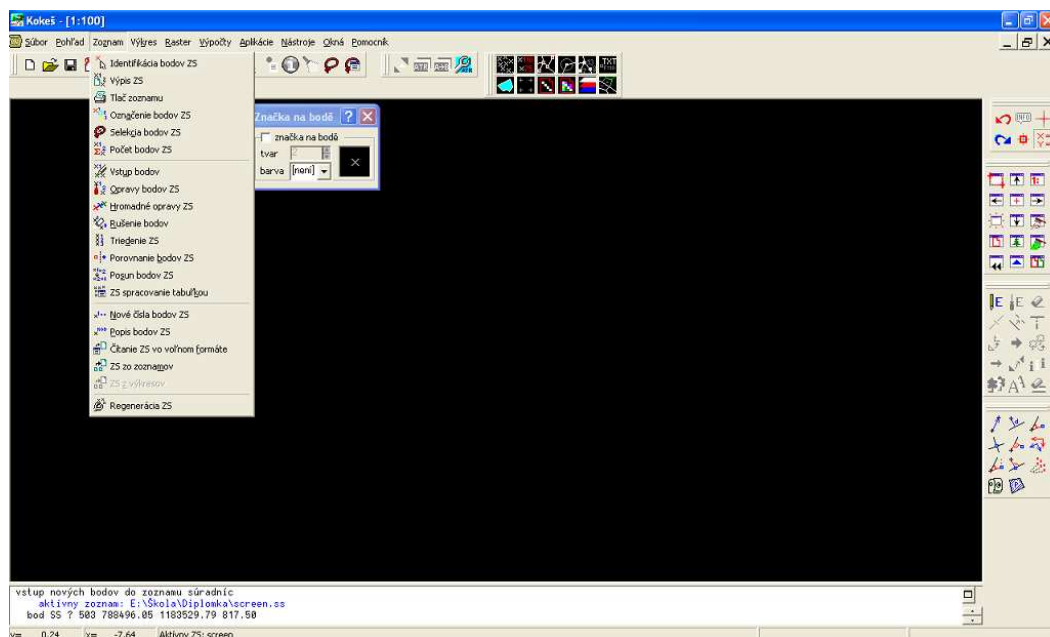
Systém KOKEŠ v sobě zahrnuje výkonný editor rozsáhlých geografických dat uložených souborově ve výkresech a nejrůznějších rastrových podkladech a geodetických údajů o bodech uložených v seznamech souřadnic. Dále obsahuje moduly pro zpracování měření z terénu, geodetické a konstrukční výpočty, nástroje na kontroly a topologické úpravy dat a další. Je vhodným nástrojem pro všechny běžné geodetické práce a pro tvorbu a údržbu mapových děl. Pro některé speciální úlohy jsou určeny jeho další nadstavby. Systém KOKEŠ je vybaven vlastním programovacím jazykem, což umožňuje doplnění jeho široké nabídky funkcí podle vlastních potřeb. Všechny operace a výpočty jsou protokolovány a odpovídají požadavkům katastrálních úřadů.

Před započítáním samotných výpočetních prací bylo však nutné stáhnout veškeré naměřené údaje z totální stanice do PC. Naměřená data byla do PC nahrána prostřednictvím datového kabelu a za pomoci softwaru od firmy LEICA, konkrétně Leica Geo Office Tools. Datový kabel i CD se zmíněným softwarem jsou součástí balení totální stanice. Takto stažená data musela být ještě převedena do formátu, se kterým může software KOKEŠ pracovat a následně ještě zkontrolována a v případě nutnosti i upravena. Převod probíhal z výstupního formátu totální stanice GSI na formát ASC, který byl následně zkopírován do textového souboru s příponou TXT. Kontrolovány byly znaky jako / značící začátek a konec měření z jednoho stanoviska, nebo znaky 1 a -1, které značí nastavení orientace.

7.3.1 Výpočet souřadnic pomocného bodu

Výpočtu souřadnic pomocného bodu 4001 (rajón), předcházelo zadání souřadnic a výšek bodů PPBP č. 503, 504, 505, 506, 512 a 513. Souřadnice těchto bodů byly převzaty. Zadání souřadnic se provádí tak, že se v softwaru KOKEŠ založí nový seznam

souřadnic, který je zakončen příponou .ss. Dále je nezbytné vybrat souřadnicový systém a nastavit pořadí souřadnic – zde se standardně volí pořadí Y-X. Přes menu <seznam> → <vstup bodů> jsou načteny stanoviška a jejich souřadnice včetně výšek. Body se vkládají následovně: číslo bodu mezera „souřadnice Y“ mezera „souřadnice X“ mezera „nadmořská výška“. Takto jsem zadal souřadnice všech výše uvedených bodů PPBP.



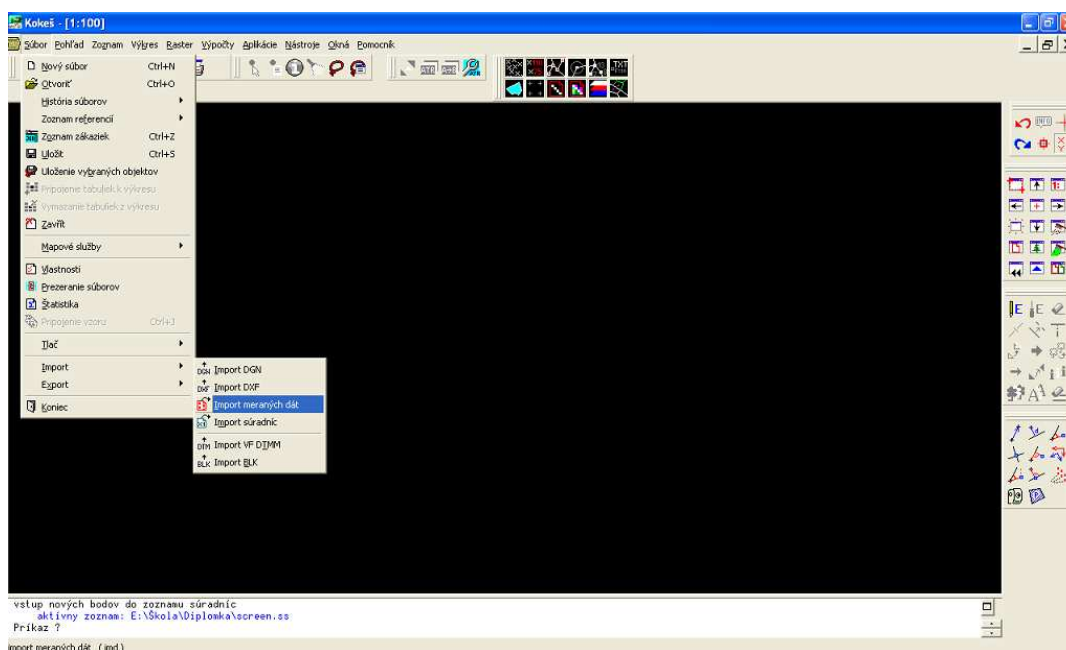
Obr. 7-3 Vstup bodu

Po zadání těchto bodů jsem mohl přistoupit k samotnému výpočtu bodu 4001. Tento výpočet jsem provedl pomocí menu <výpočty> → <polární metoda> → <bod a směrník>. Směrník jsem vypočítal ručně na papír a poté ho dosadil do programu. Konkrétně je zde vyžadováno číslo stanoviška, směrník, výška stroje, výška cíle, šikmá délka, vodorovný úhel a zenitový úhel. Po zadání všech těchto hodnot jsou vypočteny souřadnice i výška bodu 4001, který je nezbytný pro následující výpočty podrobných bodů a takto spočítaný bod byl uložen do seznamu souřadnic (viz příloha č. 1).

K výpočtu pomocného bodu 4001 byl vyhotoven protokol (viz příloha č. 10).

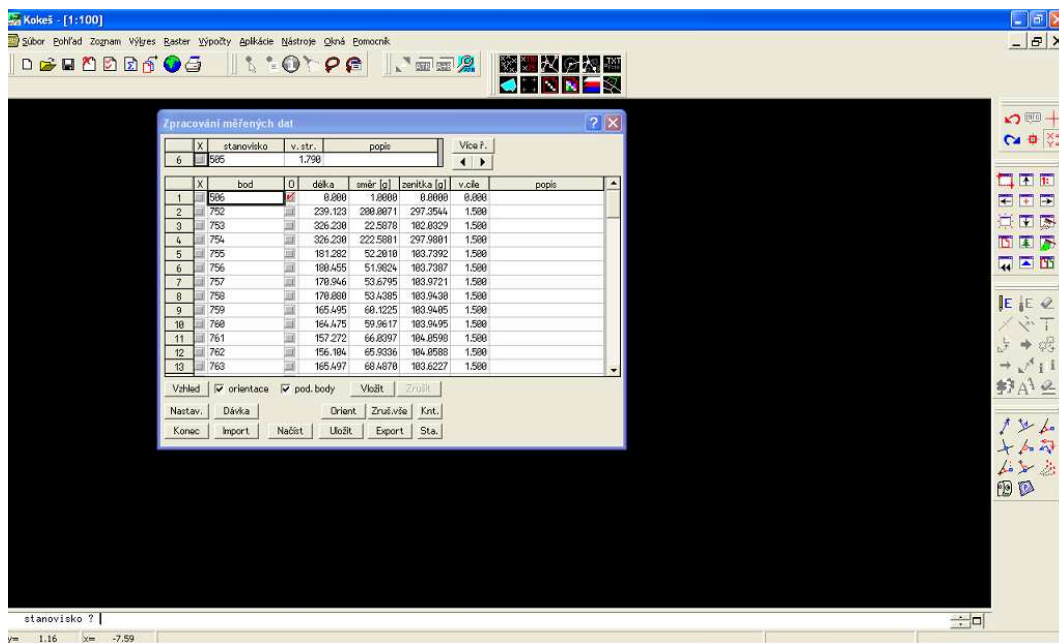
7.3.2 Výpočet podrobných bodů

Prvním krokem pro výpočet souřadnic a výšek podrobných bodů bylo načtení naměřených údajů do programu. Tyto údaje bylo nejprve nutné převést z formátu s příponou GSI do formátu s příponou txt. Načtení bylo provedeno přes menu <soubor> → <import> → <import naměřených dat>.



Obr. 7-4 Import dat

Samotný výpočet jsem pak provedl přes menu <výpočty> → <zpracování naměřených dat> → <dávka>. Takto jsou vypočítány souřadnice a výšky všech bodů, které spočítat lze. Při výpočtu je počítáno se všemi korekcemi a jsou kontrolovány limity veličin podle nastavení parametrů výpočtů. Současně jsou počítané kontrolní hodnoty, které jsou porovnávány s mezními odchylkami a při jejich překročení je vypsáno varování do protokolu případně do protokolu chyb.



Obr. 7-5 Zpracování dat

7.3.3 Výpočet ploch

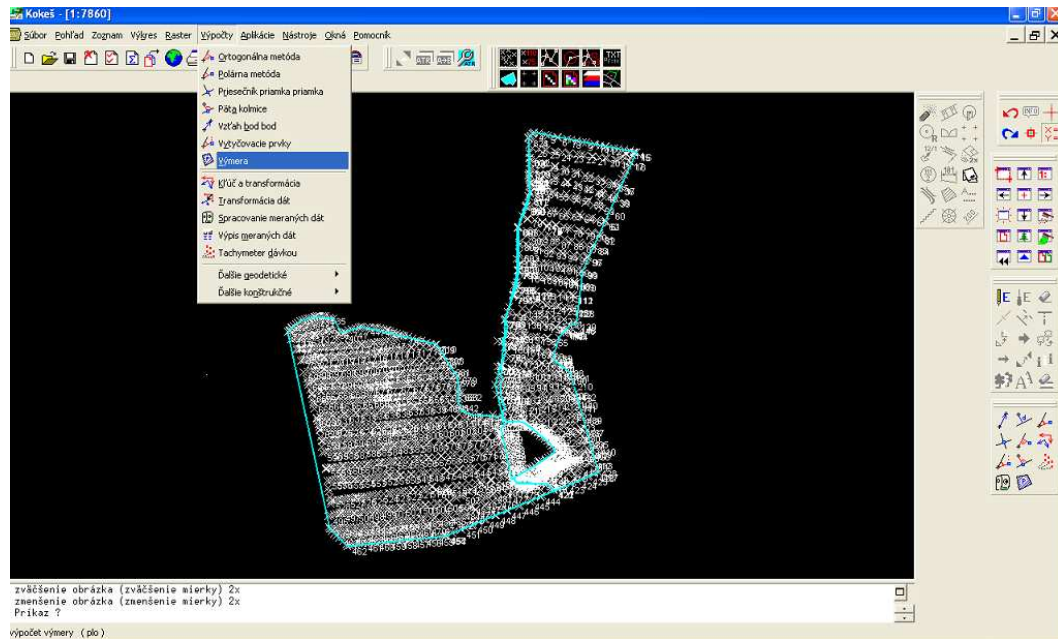
Výpočet ploch má pouze informativní charakter a byl stejně jako všechny předchozí výpočty proveden v programu KOKEŠ. Tento výpočet byl realizován přes menu <výpočty> → <výměra>. Poté byl zvolen způsob zadání plochy body a došlo k ohrazení požadovaných ploch. Těmito požadovanými plochami byla celková výměra zaměřeného území, vodní plocha, která je tvořena potokem a rybníkem, plocha, kterou zaujímají louky a plocha využívaná pro pastvu skotu.

Tab. 7-2 Velikost vodní plochy

Rybník	1,12 ha
Potok	0,10 ha
Vodní plocha celkem	1,22 ha

Tab. 7-3 Celková plocha zaměřovaného území

Vodní plocha	1,22 ha
Louky a pastviny	38,06 ha
Celková plocha území	39,28 ha



Obr. 7-6 Výpočet ploch

7.3.4 Přečíslování bodů

Po ukončení výpočetních prací bylo nutné pořadová čísla bodů v seznamu souřadnic převést na úplné dvanáctimístné číslo.

V průběhu zaměřování a výpočetních prací byla z důvodu urychlení zápisu do náčrtu a větší přehlednosti používána pouze pořadová čísla podrobných bodů. Přečíslování bylo provedeno přes nabídku <seznam> → <hromadné opravy SS> → <prefix CB> → <interval CB>.

Postup přečíslování:

- pro body s pořadovým číslem 1 – 9 bylo zadáno předčíslování 06700001000

- pro body s pořadovými čísly 10 – 99 bylo zadáno předčíslení 0670000100
- pro body s pořadovými čísly 100 – 999 bylo zadáno předčíslení 067000010

Výběr bodů, jež měly být přečíslovány byl zadán intervalem, např. 10,99 pro body číslo 10-99. Výsledkem výpočetních prací a přečíslování jsou souřadnice pomocného bodu 4001 a seznam souřadnic podrobných bodů. Seznam souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole byl převzat z předchozího měření.

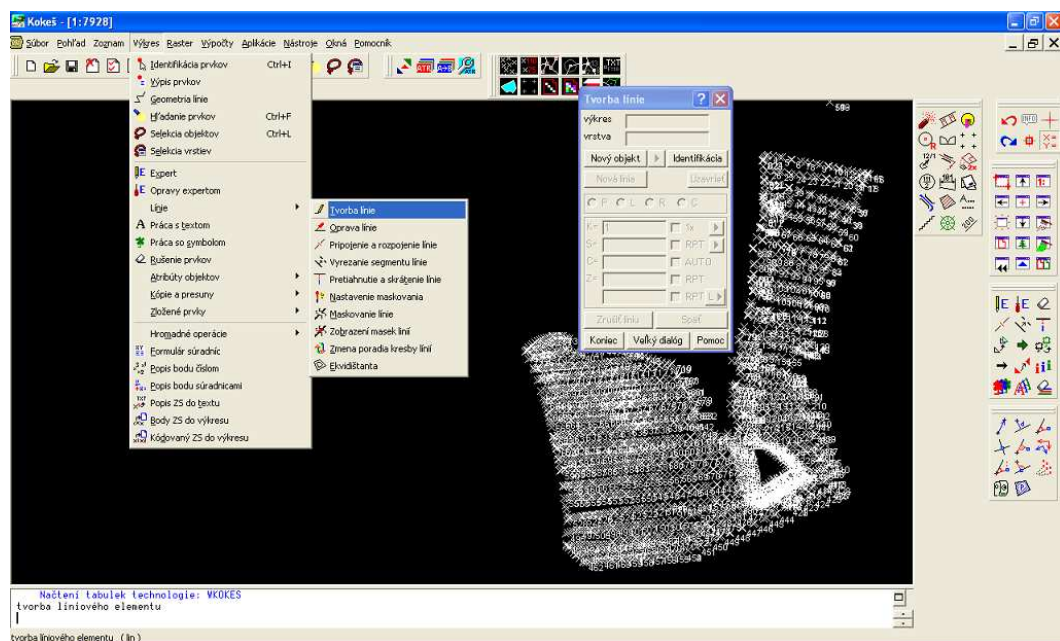
7.4 Tvorba polohopisné a výškopisné mapy velkého měřítka

V současné době je měřický originál vyhotovován v geodetických softwarech, ukládán je na datové médium. Kartografický originál je vytvářen tiskem na barevném plotteru.

Já jsem pro zobrazovací práce stejně jako pro práce výpočetní využil geodetický program KOKEŠ. Výpočetní práce a následné zobrazení všech bodů byly provedeny v souboru s příponou .ss, ve kterém však nejsou aktivní funkce, jež jsou nezbytné pro zobrazovací práce. Proto bylo nutné založit výkres s příponou .vyk, aby se tyto funkce aktivními staly. Pak již stačilo otevřít oba soubory najednou.

7.4.1 Tvorba polohopisu

Hlavním nástrojem (principem) pro tvorbu polohopisných prvků bylo ruční spojování bodů tvořících polohopis linií. Podkladem byl měřický náčrt vyhotovený průběhu měření. Linie byla vytvořena v menu <výkres> → <linie> → <tvorba linie>. Takto vytvořené prvky byly uloženy do vrstev, a to buď do vrstev v programu již nadefinovaných, nebo do vrstev nově vytvořených a přidáných. V případě nově vytvořených vrstev je ještě nezbytné těmto jednotlivým vrstvám přiřadit barvy a to především z důvodu lepší přehlednosti při tvorbě mapy. Základními prvky polohopisu byly hranice lesa, obvod vodní nádrže, břehy potoka Ostřice, ohrazení tělesa hráze vodní nádrže a nadzemní vedení nízkého napětí tvořící severní hranici mapovaného území.



Obr. 7-7 Tvorba linie

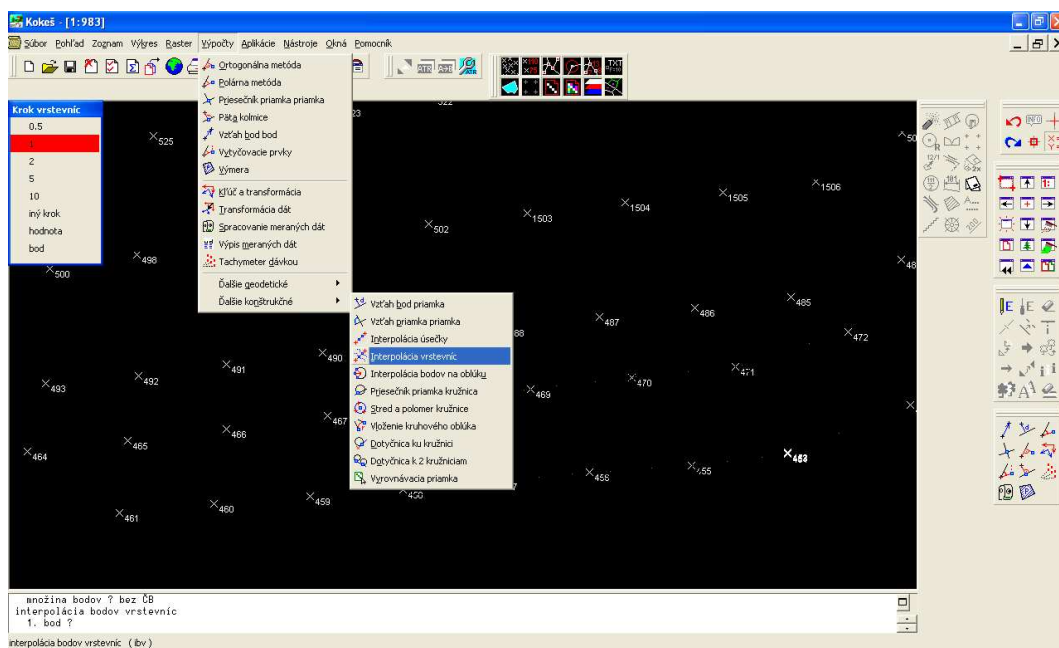
Tvorba linie ale nebola jedinou funkciou použitou pre tvorbu polohopisu. K zobrazeniu rozměrově malých prvků byly využity také mapové značky. Mapové značky byly v programu nadefinované a jejich výběr byl proveden přes menu <výkres> → <expert> → <symbol>. Vybrané značky byly do výkresu umísťovány dvojím způsobem. U prvků polohopisu, jejichž poloha byla zaměřena, probíhá umístění přiřazením značky k příslušnému bodu. Takto byly umístěny mapové značky sloupů nadzemního vedení a značky odvodňovacích šachtic. U mapových značek prvků polohopisu, které se umísťují do plochy (značky kultur, značka vodní nádrže...) je nutné před jejich umístěním stisknout klávesu F6.

7.4.2 Tvorba výškopisu

Výškopisná část mapy byla vytvořena taktéž v programu KOKES a to jako vrstevnicový plán.

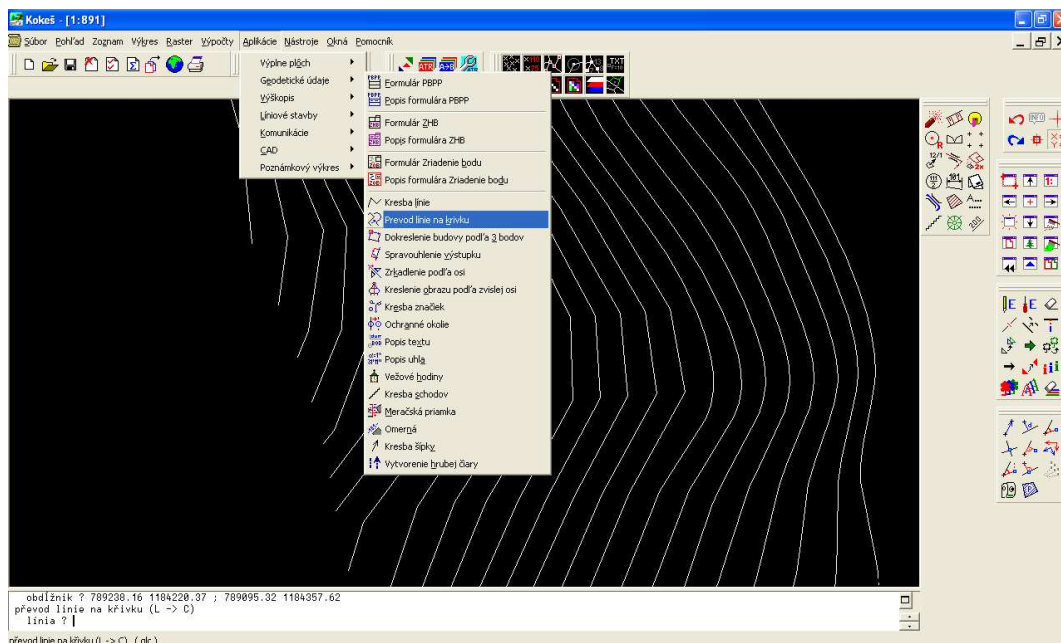
Prvním krokem při tvorbě výškopisu je interpolace vrstevnic. Interpolují se vrstevnice mezi jednotlivými podrobnými body. Interpolace vrstevnic byla provedena

přes menu <výpočty> → <další konstrukční> → <interpolace vrstevnic>. Vyhотовovaná mapa je mapa velkého měřítka, proto byl interval vrstevnic zvolen 1m. Body vytvořené interpolací, jež jsou základem pro tvorbu vrstevnic nebyly číslovány a značka bodu byla zvolena jako červená tečka z důvodu jejich odlišení od podrobných bodů a tím i udržení přehlednosti výkresu pro navazující operace.



Obr. 7-8 Interpolace vrstevnic

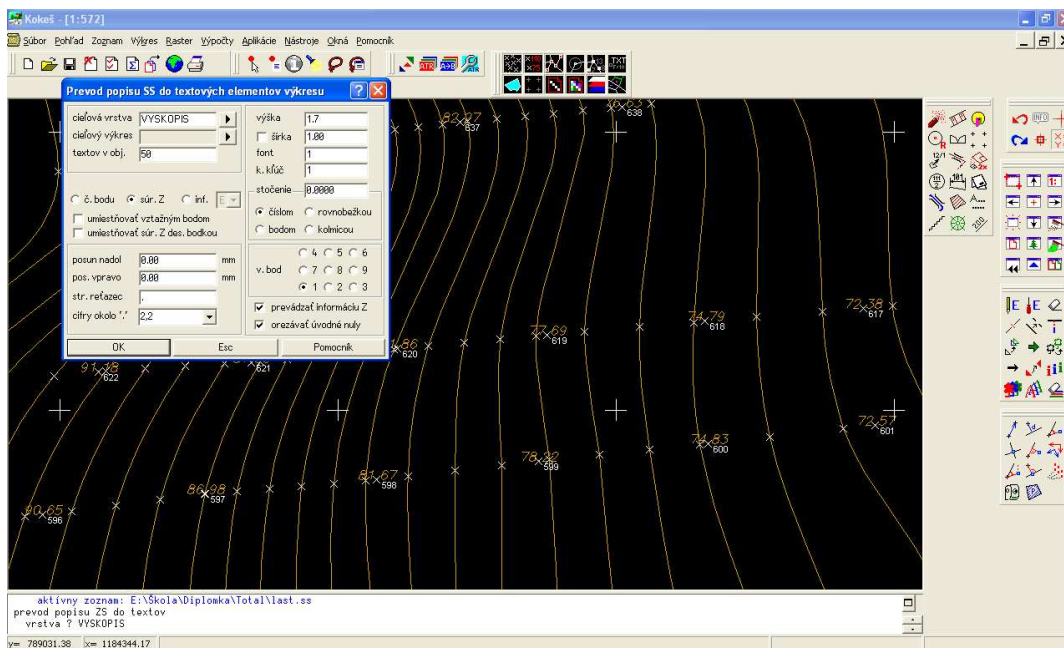
Po interpolaci následovalo spojování bodů vytvořených interpolací. Zde byly spojovány body se stejnou nadmořskou výškou. Spojování probíhalo obdobně jako při tvorbě polohopisu a to pomocí nabídky <výkres> → <linie> → <tvorba linie>. Takto vytvořené linie byly uloženy do nově založené vrstvy VYSKOPIS. Dalším krokem bylo zaoblení vrstevnic, pro které bylo využito menu <aplikace> → <geodetické údaje> → <převod linie na křivku>. Tímto způsobem jsem převedl všechny křivky. Poté byla provedena jejich vizuální kontrola. V případě zjištění nesrovnalostí průběhu některých linií vzhledem k sousedním musely být tyto linie smazány a byla provedena doplňující interpolace pro zpřesnění jejich průběhu.



Obr. 7-9 Převod linie na křivku

Po převedení linií na křivky následovalo popsání takto vzniklých vrstevnic. Popisovány byly vrstevnice v intervalu 5 m a to zejména z důvodu udržení přehlednosti grafického výstupu. K popisu byl o použito menu <aplikace> → <výškopis> → <popis vrstevnic>. Vyvstal zde ale problém spojený s tím, že program KOKEŠ při popisování vrstevnic zohledňuje pouze způsob postupu při vytváření linie, a proto některé popisy byly otočeny horní částí směrem ze svahu. V těchto případech jsem takto orientovaný popis smazal a nahradil jej textem v menu <výkres> → <práce s textem>.

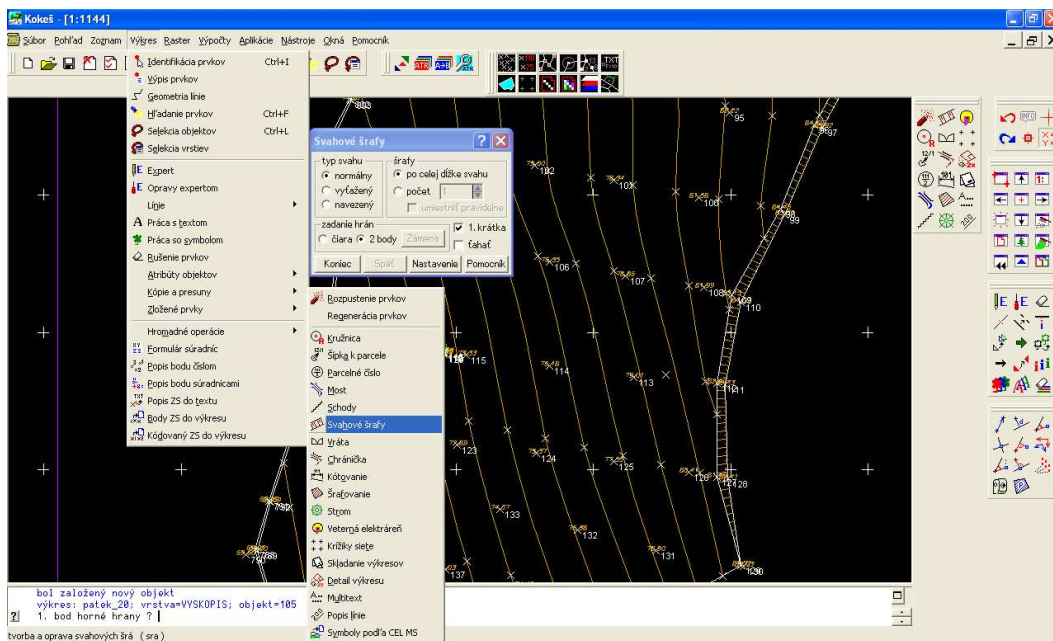
Dále bylo v rámci výškopisných zobrazovacích prací nezbytné zobrazit zaměřené body výškovou kótou tak, aby poloha bodu odpovídala desetinné tečce v nadmořské výšce daného bodu. Toho bylo docíleno přes menu <výkres> → <popis SS do textu>. Zde bylo ještě nutné zadat cílovou vrstvu, do které bude popis uložen, určit výšku, šířku a font textu, vybrat způsob označení („souřadnice Z“), nastavit „cifry okolo ‘.’“ na 2,2 (2 místa pře a 2 místa za desetinnou tečkou) a zaškrtnout nabídku „ořezávat úvodní nuly“. Pak byl ještě vybrány body, u kterých se výšková kóta zobrazí (body s ČB).



Obr. 7-10 Popis SS do textu

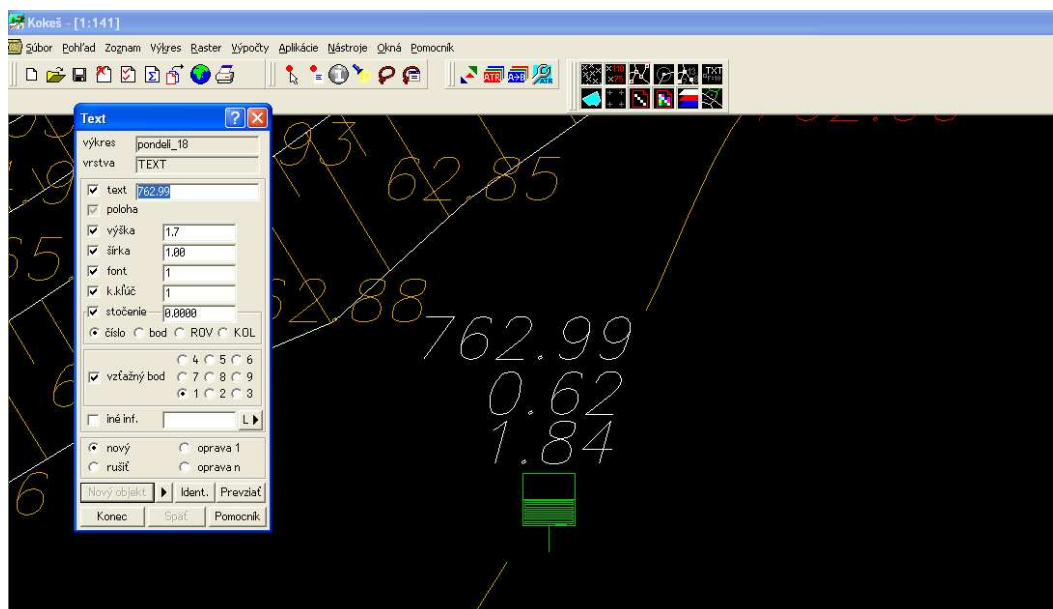
Po tomto kroku bolo ešte nutné zabezpečiť, aby sa takto vytvorené výškové kóty neprotínali s liniami polohopisu. Tento problém bol vyriešený vyříznutím časti línie bezprostredne pred a za kótou tak, aby zkrátenie línie bolo čo možná najmenšie. Bylo zde využito nabídky <výkres> → <linie> → <vyříznutí segmentu línie>.

Pro lepší a názornější zobrazení výškopisu byly na březích rybníka a v severovýchodní části zaměřovaného území použity i svahové šrafy. Šrafy byly vytvořeny v nabídce <výkres> → <složené prvky> → <svahové šrafy>. Ve zobrazeném okně byl ještě vybrán způsob zadání hran a zaškrtnuta nabídka, aby byly šrafy vygenerovány po celé délce svahu. Ještě předtím však byla zadána vrstva, do které se šrafy budou ukládat. Konkrétně to byla vrstva VYSKOPIS. Následně byla zadána horní a spodní hrana a šrafy byly vykresleny.



Obr. 7-11 Tvorba svahových šraf

V závere výškopisných prác byly nad mapové značky odvodňovacích šachtíc umiestnené výškopisné kóty. Nad každou značku byly pomocí menu <výkres> → <práce s textom> zapsané tři výškové kóty viz obr. 7-11.



Obr. 7-11 Kóty odvodňovacích šachtíc

Kóta 1	Nadmořská výška víka odvodňovací šachtice, nebo horní hrana betonové skruže (v případě chybějícího víka)
Kóta 2	Rozdíl mezi nadmořskou výškou víka a terénu
Kóta 3	Rozdíl mezi nadmořskou výškou víka a dna šachtice

7.4.3 Popis

Principy doplnění výkresu o popisné texty již byly popsány v předcházejících kapitolách. Popisné práce spočívaly především v popisu bodů polohového bodového pole, pomocných bodů, doplnění výškových kót odvodňovacích šachtic a popisu vrstevnic. Texty byly vkládány přes menu <výkres> → <práce s textem>, kde byly nastaveny i atributy textu, kterými jsou výška, šířka, font a stočení.

7.5. Ověření přesnosti výškopisu

Jako metodu pro ověření přesnosti výškopisu jsem zvolil profilovou zkoušku. Profil jsem vedl v severní části zájmového území mezi bodem PPBP 504 a podrobným bodem 16, kterým byl při podrobném měření zaměřen sloup nadzemního vedení. Profil byl zaměřen polární metodou. Pro měření byla stejně jako při podrobném měření použita elektronická totální stanice Leica TCR 407 power. Stanoviskem pro zaměření profilu byl bod PPBP 504 s orientací na bod PPBP 503. Body profilu byly zaměřovány v desetimetrových intervalech a na všech terénních zlomech. Celkem takto bylo zaměřeno 27 bodů.

Po měření byla data přenesena do PC a souřadnice bodů spočítány v softwaru KOKEŠ v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Pro testování dosažené relativní přesnosti výšek podrobných bodů jsem 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 jsem zjistil v softwaru KOKEŠ z originálu mapy v menu <výpočty> → <další konstrukční> → <interpolace úsečky>. Poté jsem vypočítal střední výškovou chybu podle vzorce $s_H = \sqrt{\sum \Delta H^2} / kN$. Pro koeficient $k=2$, protože kontrolní určení má stejnou přesnost jako metoda určení

výšek podrobných bodů. Poté byl soubor testován zda odpovídá kódu charakteristiky kvality 3 a to na základě následujících předepsaných kritérií:

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

a zároveň

$$s_H \leq \omega_N u_V$$

Hodnoty u_H a u_V byly stanoveny podle kódu charakteristiky kvality 3 z Tab. 2-1 kritéria přesnosti podrobných bodů výškopisu. 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. 11.

Výběrový soubor splňuje všechna daná kritéria, přesnost výškopisu originálu mapy je tudíž vyhovující a odpovídá kódu charakteristiky kvality 3.

7.6 Tvorba digitálního modelu terénu

Kromě výsledného kartografického originálu jsem v Softwaru ArcGis vytvořil také digitální model terénu (DMT) zaměřeného území.

Tvorbě DMT předcházelo načtení zaměřených souřadnic z textového souboru do nového bodového souboru ve formátu shapefile. V textovém souboru bylo nutné upravit všechny souřadnice na podobu: "číslo bodu" mezera "záporná souřadnice Y" mezera "záporná souřadnice X" mezera "výška". Dále bylo nutné umístit před první souřadnici slovo "Point" a za poslední "END".

Po těchto úpravách v ArcMapu přes menu <Toolbox> → <Samples> → <Data management> → <Features> → <Create feature from files> jsem zadal upravený textový soubor a zadal souřadnicový systém S-JTSK. Tím byl vytvořen shapefile, který však nemá v atributové tabulce přiřazeny souřadnice. Souřadnice jsou přiřazeny pomocí nabídky <Toolbox> → <Samples> → <Data management tools> → <Features> → <Add XY coordinates>.

Po těchto krocích jsem mohl přistoupit k vytvoření DMT. K tomu jsem použil <3D Analyst> → <Create/Modify TIN> → < Create Tin from features >. Jako zdroj výšek se nastaví pole Point Z a zadá se název výstupního souboru.

Výsledný TIN (Triangulated irregular network) jsem společně s ortofoty příslušného území načel do aplikace ArcScene, která slouží k 3D modelování povrchu terénu. Aby vznikl plastický model terénu, stačilo již jen tzv. „přilepit“ ortofota na TIN. Toho lze dosáhnout kliknutím pravým tlačítkem myši na vrstvu ortofot a poté zvolit <Properties> → <Base Heights>, kde se nastaví jako zdroj výšek zmíněný TIN.

Výsledné výstupy v podobě TIN, rastrového DMT i 3D modelu území jsou v příloze č. 13.

7.7 Porovnání zaměřeného stavu se stávajícími mapovými podklady

Zaměřený stav neodpovídá stavu zobrazeného na stávajících mapových podkladech. Tento nesoulad vychází z toho, že v kopii SMO – 5, mém hlavním mapovém podkladu, není zanesena vodní nádrž, která se na mapovaném území nachází. Tento fakt byl zjištěn již v průběhu rekognoskace terénu.

Vodní nádrž se nachází v jižní části zaměřovaného území, má trojúhelníkový tvar a její rozloha je cca 1,2 ha. Vybudována byla v letech 2003 – 2005 v rámci revitalizace Ostřice a právě její nedávná výstavba je důvodem toho, že se ještě nedostala do obsahu státní mapy. Součástí nádrže je i rybí přechod a bezpečnostní přeliv. Celkové náklady revitalizace ostřice byly 7 950 tis Kč. Investorem byla Zemědělská vodohospodářská správa, oblast povodí Vltavy. Tato vodní nádrž byla postavena z dotací Programu revitalizace říčních systémů (PRŘS). V současné době stavbu využívá na základě trvalé výpůjčky Jihočeská univerzita, katedra rybářství pro výzkum přirozené obnovy populací střevle potoční a pstruha potočního.

Tuto nádrž jsem zaměřil 147 podrobnými body. Zaměřována byla břehová hrana, těleso hráze a bezpečnostní přeliv. Nádrž jsem následně zobrazil ve výsledném kartografickém originálu.

8 Závěr

Předmětem mé diplomové práce bylo zaměření skutečného stavu části katastrálního území v povodí Ostřice a porovnání situace se stávajícími mapovými podklady velkého měřítka. Hlavním úkolem tedy bylo podrobné zaměření polohopisu a výškopisu části katastrálního území Horní Planá 643700 a vypracování mapy velkého měřítka.

Samotnému měření předcházela rekognoskace terénu při níž byl stanoven obvod zaměřovaného území, doplněno PPBP a předběžně určena poloha pomocných bodů. Body PPBP byly stabilizovány plastovými mezníky a takto stabilizované body byly zakresleny do již dříve shromážděných mapových podkladů.

Pro podrobné měření byla zvolena tachymetrická metoda, při které se současně určuje poloha i výška podrobného bodu, kdy poloha je určena polární metodou a výška trigonometricky. Pro měření byla použita elektronická totální stanice Leica TCR 407 power. V průběhu podrobného měření byl stabilizován dřevěným kolíkem jeden pomocný bod. Podrobných bodů bylo zaměřeno celkem 865. Jejich přibližná poloha byla v průběhu měření zaznamenávána do měřického náčrtu a všechny měřené údaje ukládány do vnitřní paměti přístroje.

Výpočetní práce byly provedeny v geodetickém programu Kokeš. V tomto programu byly na základě převzatých souřadnic bodů PPBP vypočteny souřadnice pomocného bodu i souřadnice všech bodů podrobných. Výsledné polohové souřadnice jsou v souřadnicovém systému S-JTSK a výšky v systému Bpv.

Zobrazovací práce byly také uskutečněny v programu Kokeš. Výsledný kartografický originál v měřítku 1 : 500 obsahuje 8 mapových listů a zobrazuje stav části povodí Ostřice odpovídající říjnu 2008. Dále byl ještě v rámci zobrazovacích prací v softwaru ArcGis vytvořen digitální model terénu. Po dokončení všech zobrazovacích prací byl ještě v březnu 2009 zaměřen kontrolní profil pro ověření přesnosti výškopisu výsledného mapového originálu.

Celé zaměřování a následné výpočetní a zobrazovací práce probíhaly bez větších problémů a při zpracování této diplomové práce jsem získal množství nových poznatků a zkušeností, které do budoucna zajisté využiji.

9 Seznam použitých zkratk

Bpv	výškový systém baltský – po vyrovnání
ČSN	Česká státní norma
DMT	digitální model terénu
GPS	global position systém
CHKO	chráněná krajinná oblast
CHOPAV	chráněná oblast přirozené akumulace vod
PBPP	podrobný bod polohového pole
PPBP	podrobné polohové bodové pole
PRŘS	program revitalizace říčních systémů
S-JTSK	systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SMO-5	Státní mapa odvozená v měřítku 1 : 5000
SPI	soubor popisných informací
TIN	triangulated irregular network
ZhB	zhušřovací bod
ZMVM	základní mapa velkého měřítka
ZM10	základní mapa v měřítku 1:10000
ZPBP	základní polohové bodové pole
ZPMZ	záznam podrobného měření změn

10 Seznam obrázků a tabulek

Tab. 3-1 Kritéria přesnosti polygonových pořadů	9
Tab. 5-1 Kritéria přesnosti podrobných bodů výškopisu.....	30
Tab. 5-2 Kritéria výběrové střední výškové chyby.....	31
Tab. 7-1 Orientace stanovisek	37
Tab. 7-2 Velikost vodní plochy	42
Tab. 7-3 Celková plocha zaměřovaného území.....	43
Obr. 7-1 Zaměřované území	35
Obr. 7-2 Leica TCR 407 power	35
Obr. 7-3 Vstup bodu	40
Obr. 7-4 Import dat	41
Obr. 7-5 Zpracování dat.....	42
Obr. 7-6 Výpočet ploch	43
Obr. 7-7 Tvorba linie	45
Obr. 7-8 Interpolace vrstevnic	46
Obr. 7-9 Převod linie na křivku	47
Obr. 7-10 Popis SS do textu.....	48
Obr. 7-11 Tvorba svahových šraf	49
Obr. 7-11 Kóty odvodňovacích šachtic	49

11 Seznam příloh

- (1) příloha č. 1 - Seznam souřadnic bodů PPBP a souřadnice pomocného bodu (1 x A4)
- (2) příloha č. 2 - Seznam souřadnic podrobných bodů (21 x A4)
- (3) příloha č. 3 - Geodetické údaje bodů PPBP (2 x A4)
- (4) příloha č. 4 - Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole měř. 1 : 5000 (1 x A4)
- (5) příloha č. 5 - Originály mapy (8 dílů)
- (6) příloha č. 6 - Přehled kladu mapových listů 1 : 5000 (1 x A4)
- (7) příloha č. 7 - Měřický náčrt (5 x A4)
- (8) příloha č. 8 - Přehled kladu listů měřického náčrtu 1 : 5000 (1 x A4)
- (9) příloha č. 9 - Protokol o výpočtu podrobných bodů (3 x A4)
- (10) příloha č. 10 - Protokol o výpočtu pomocného bodu (1 x A4)
- (11) příloha č. 11 - Protokol o výpočtu ověření přesnosti výškopisu (3 x A4)
- (12) příloha č. 12 - Kontrolní profil (1 x A3)
- (13) příloha č. 13 - Digitální model terénu (3 x A4)
- (14) příloha č. 14 - Klad ZMVM ČR (1 x A4)

12 Seznam použité literatury

1. BLAŽEK, R., SKOŘEPA, Z. *Geodézie 30*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1997. 93 s. ISBN 80-01-01598-X.
2. MARŠÍK, M., MARŠÍKOVÁ, M. *Geodézie II*. České Budějovice: ZF JU, 2002. 123 s. ISBN 80-7040-546-5.
3. HUML, M., MICHAL, J. *Mapování 10*. Praha: ČVUT, 2005. 319 s. ISBN 80-01-03166-7.
4. FIŠER, Z., VONDRÁK, J., a kol. *Mapování*. Brno: CERM, 2003. 146 s. ISBN 80-7204-472-9
5. PODHORSKÝ, I., a kol. *Podrobné mapování*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1980. 285 s. ISBN 55-526-80.
6. NEVOSÁD, Zdeněk; SOUKUP, František; VITÁSEK, Josef. *Geodézie II*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1999. 143 s.
7. NEVOSÁD, Zdeněk; SOUKUP, František; VITÁSEK, Josef. *Geodézie III*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2000. 180 s. ISBN 80-214-1774-9
8. ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Federální úřad pro normalizaci a měření. 1991.
9. ČSN 01 3411. *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Federální úřad pro normalizaci a měření. 1991.
10. 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)
11. Český úřad zeměměřický a katastrální.: *Návod pro obnovu katastrálního operátu 1997*.
12. ČADA, V., *Přednáškové texty z geodézie*. Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd, Katedra matematiky, [on-line] [cit. 15.3. 2009] dostupné na: {<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>}