

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

SBĚR DAT PRO TVORBU DMT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DANIEL ONDRÁČEK

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

SBĚR DAT PRO TVORBU DMT

DATA CAPTURE FOR CREATION OF DTM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DANIEL ONDRÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR KALVODA, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Daniel Ondráček

Název Sběr dat pro tvorbu DMT

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

**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

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

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

Podklady a literatura

1. ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek: Kreslení a značky. Praha: Vydavatelství norem, 1990. 108 s.
2. ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek: Základní a účelové mapy. Praha: Vydavatelství norem, 1990. 20 s.
3. URBAN, Jiří. Digitální model terénu. 1.vyd. Praha: ČVUT, 1991. 60 s. ISBN 80-010-0553-4.
4. FIŠER, Zdeněk, et al. Mapování. 2. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 146 s. ISBN 80-7204-472-9.
5. HUML, Milan; MICHAL, Jaroslav. Mapování 10. dotisk 2. přeprac. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 320 s. ISBN 978-80-01-03166-7.
6. Manuály a uživatelské příručky sw Atlas DMT dostupné z WWW: <http://www.atlasltd.cz/main.php?hkey=sw&a=25>.
7. Technologický postup pro technickou nivelaci, Český úřad geodetický a kartografický, Praha 1984.

Zásady pro vypracování

Zaměřte tachymetricky západní část zadané lokality v obci Jedovnice (stupeň generalizace zvolte odpovídající měřítku 1:500 a příslušné třídě přesnosti). Při měření spolupracujte se studentem Tomášem Kobližkem. Dodržte kritéria přesnosti pro polohu a výšku podrobných bodů daná 3. třídou přesnosti dle ČSN 01 3410. Pro účel podrobného měření vybudujte síť pomocných měřických bodů. Ke zpracování použijte vhodný software. Získaná data předejte jako podklad pro účely předmětu GE14 Výuka v terénu II. Na základě získaných dat vypracujte účelovou mapu v měřítku 1 : 500, souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Předepsané přílohy

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

Abstrakt

Tato práce se zabývá sběrem dat pro tvorbu digitálního modelu terénu. Zadané území bylo zaměřeno ve spolupráci se studentem Tomášem Kobližkem. Měřickou síť tvořily pomocné měřické body, které byly zaměřeny technologií GNSS. Měření bylo připojeno na souřadnicovou síť Jednotné trigonometrické sítě katastrální a výškový systém Balt po vyrovnání. Podrobné body byly zaměřeny metodou tachymetrie, splňují 3. třídu přesnosti a byly testovány dle ČSN 01 3410. Hlavním výsledkem této práce je účelová mapa v měřítku 1:500.

Klíčová slova

Tachymetrie, digitální model terénu, účelová mapa,

Abstract

This thesis deals with the capture of data for digital terrain model. The specified location was measured in cooperation with the student Tomáš Kobližek. Surveying networks were auxiliary survey points that were measured by GNSS. Measurements were connected to the system Uniform Trigonometric Cadastral Network and Baltic height system after the settlement. Detailed points were measured by tacheometry and comply with third accuracy class and have been tested by CSN 01 3410. The main result of this thesis is special map at scale of 1:500.

Keywords

Tacheometry, digital terrain model, special map

Bibliografická citace VŠKP

ONDŘÁČEK, Daniel. *Sběr dat pro tvorbu DMT*. Brno, 2011. 38 s., 34 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D..

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem Bakalářskou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2012

.....
podpis autora

Poděkování:

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Kalvodovi, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a připomínky při vypracování práce. Dále mé poděkování patří Tomášovi Kobližkovi za spolupráci při měření.

V Brně dne 25. 5. 2012

.....

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 MĚŘICKÉ PRÁCE	10
2.1 Popis zadané lokality	10
2.2 Rekognoskace zadaného území	11
2.3 Vybudování měřické sítě	12
2.3.1 Zaměření pomocných měřických bodů metodou rajónu	13
2.3.2 Ověření výšek pomocných měřických bodů technickou nivelací	14
2.4 Podrobné měření	16
2.4.1 Tachymetrie	16
2.4.2 Terénní tvary	17
2.4.3 Měřický náčrt	18
2.5 Použité přístroje a pomůcky	19
2.5.1 Totální stanice TOPCON GPT-3003N	19
2.5.2 Niveláčnický přístroj TOPCON AT-G7	20
3 KANCELÁŘSKÉ PRÁCE	21
3.1 Výpočet souřadnic a výšek bodů v programu GROMA	21
3.2 Testování přesnosti výsledné mapy	22
3.2.1 Testování přesnosti souřadnic	22
3.2.2 Testování přesnosti výšek	23
3.3 Tvorba účelové mapy	24
3.3.1 Rozdělení účelových map	24
3.3.2 Obsah účelové mapy	25
3.3.3 Tvorba účelové mapy v programu Microstation V8i	25
4 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU	27
4.1 Definice DMT	27
4.2 Datové struktury DMT	27
4.3 Metody sběru dat pro tvorbu digitálního modelu terénu	29
4.4 ATLAS DMT v.4	29
5 ZÁVĚR	33

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	34
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	36
SEZNAM ZKRATEK.....	37
SEZNAM PŘÍLOH	38

1 ÚVOD

Cílem této práce bylo polohopisné a výškopisné zaměření zadané části lokality Jedovnice pro tvorbu účelové mapy a digitálního modelu terénu. Zadaná lokalita má celkovou rozlohu přibližně 7,6 ha a byla rozdělena na dvě přibližně stejné části. Druhá část byla zaměřena studentem Tomášem Kobližkem. Z důvodu nedostatečné hustoty stávajícího bodového pole byly zřízeny pomocné měřické body technologií GNSS, které byly polohově i výškově ověřeny. Z těchto bodů určených technologií GNSS byly určeny další pomocné měřické body metodou rajonu. V terénu byly zaměřeny prvky polohopisu a body terénní kostry metodou tachymetrie a to vše v podrobnosti měřítko mapy 1:500. Přesnost výsledné mapy byla testována podle normy ČSN 01 3410. Měření bylo připojeno na souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální a výškový systém Balt po vyrovnání. Naměřená data jsou využitelná pro tvorbu digitálního modelu terénu a budou využitelná pro účely předmětu GE14 - Výuka v terénu II.

Lokalita se nachází na okraji městyse Jedovnice na rozhraní katastrálních území Jedovnice a Kotvrdovice. Zadaná lokalita byla z velké části pokryta vysokým travnatým porostem, který zpomaloval postup měřických prací. Přes zadanou lokalitu protéká Kombutský potok a vede cyklostezka. Měřické práce probíhaly v období od 10. 6. 2011 do 2. 7. 2011.

Práce je rozdělena do 5 hlavních kapitol a několika subkapitol. V kapitole měřické práce je popsán postup při zaměření pomocných měřických bodů a podrobných bodů. Další kapitolou jsou kancelářské práce, ve kterých je popsán postup při zpracování naměřených dat a testování přesnosti. Ve 4 kapitole je stručně popsána definice digitálního modelu terénu a postup při jeho tvorbě. Hlavním grafickým výstupem této práce je účelová mapa, přehled kladu měřických náčrtů, přehled pomocné měřické sítě, geodetické údaje pomocných měřických bodů a nad rámec zadání vyhotovené vizualizace DMT ze softwaru ATLAS DMT.

2 MĚŘICKÉ PRÁCE

2.1 Popis zadané lokality

Městys Jedovnice se nachází přibližně 25 km severně od města Brna, v blízkosti města Blanska. Okolní lesy přírodního parku tvoří vstupní bránu do Moravského krasu. Vzhledem k zeměpisné poloze a neobyčejné štedrosti přírody jsou Jedovnice významným střediskem rekreace, turistiky a vodních sportů, jejichž známost přesahuje hranice regionu i hranice České republiky. V Jedovnicích žije trvale přibližně 2700 obyvatel. (Jedovnice, 2011)

Zadaná lokalita leží přibližně 0,5 km severovýchodně za městysem Jedovnice na rozhraní katastrálních území Jedovnice a Kotvrdovice. Její celková rozloha je přibližně 3,5 ha. Hlavním polohopisným prvkem je cyklostezka spojující obce Jedovnice a Kotvrdovice a dále Kombutský potok procházející celou zadanou lokalitou. Území bylo z velké části pokryto vysokým travnatým porostem, listnatými lesy, jednotlivými stromy, křovinami, betonovými základy a dvěma bažinami navzájem oddělenými hrází. Ze severu a z jihu je lokalita ohraničena ornou půdou.



Obr. 1 - Mapa se zadanou lokalitou (Mapy.cz, 2012)



Obr. 2 – Pohled na zadanou lokalitu (Mapy.cz, 2012)

2.2 Rekognoskace zadaného území

Rekognoskace proběhla v měsíci květnu za účasti vedoucího práce. Vedoucím práce byla vymezena hranice lokality, určeny hlavní prvky podrobného měření a určeno měřítko podrobnosti mapy. Při této rekognoskaci bylo zjištěno, že stávající body PPBP se nenacházejí na místech podle geodetických údajů, z tohoto důvodu došlo ke zřízení nových pomocných měřických bodů 4001 – 4009 na cyklostezce technologií GNSS Ing. Michalem Kurucem. Nové pomocné měřické body byly stabilizovány měřickými hřeby.



Obr. 3 – Ukázka stabilizace pomocného měřického bodu



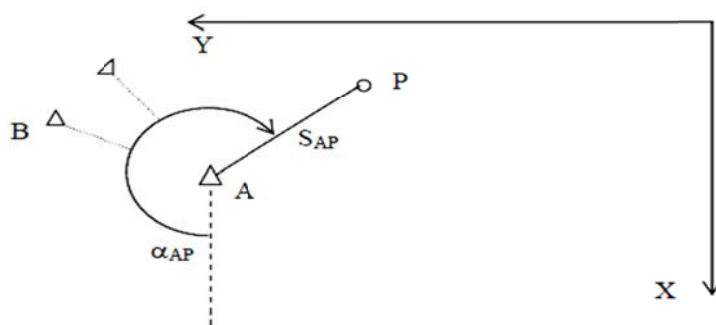
Obr. 4 – Fotografie zadané lokality

2.3 Vybudování měřické sítě

Pomocné měřické body 4001 - 4009 byly určeny technologií GNSS metodou RTK a pro účely měření byly použity jako výchozí body. Měřická síť musela být ještě doplněna o další pomocné měřické body pro měření zalesněných a hustě porostlých oblastí. Body 4014 a 4019 byly určeny metodou rajonu a byly stabilizovány dřevěnými kolíky. Z bodů 4001, 4003, 4004 a 4005 bylo orientováno na ZhB 202, který se nachází v Jedovnicích (viz. příloha č. 10).

2.3.1 Zaměření pomocných měřických bodů metodou rajónu

Rajón je geodetická úloha sloužící pro určení rovinných souřadnic bodu ve zvolené souřadnicové soustavě. Rajon se skládá ze stanoviště, na kterém je postaven přístroj, z orientace a ze záměry na určovaný bod, přičemž se měří úhel mezi orientačním a určovaným bodem a délka na určovaný bod. Nejdříve byl vypočten směrnik σ_{AB} ze stanoviště A na orientaci B podle vztahu (2.1) a vzdálenost S_{AB} (2.2). Směrnik na určovaný bod P byl vypočten jako součet směrníku σ_{AB} a měřeného úhlu ω_P (2.3). Výsledné souřadnice X, Y byly získány podle vztahů (2.4 a 2.5).



Obr. 5 – Konfigurace rajónu (Nevosád, 2005)

$$\sigma_{AB} = \arctg \frac{\Delta y_{BA}}{\Delta x_{BA}} \quad (2.1)$$

$$S_{AB} = \sqrt{\Delta x_{BA}^2 + \Delta y_{BA}^2} \quad (2.2)$$

$$\alpha_{AP} = \sigma_{AB} + \omega_P \quad (2.3)$$

$$X_P = X_A + S_{AP} * \cos \alpha_{AP} = X_A + \Delta x_{PA} \quad (2.4)$$

$$Y_P = Y_A + S_{AP} * \sin \alpha_{AP} = Y_A + \Delta y_{PA} \quad (2.5)$$

Kontrola rajonu

Směrníková zkouška, kde musí platit $\sigma_{AP} = \alpha_{AP}$:

$$\sigma_{AP} = \arctg \frac{\Delta y_{PA}}{\Delta x_{PA}} \quad (2.6)$$

Kontrola zaměřením úhlu β na koncovém bodu rajonu P na jiný známý bod K:

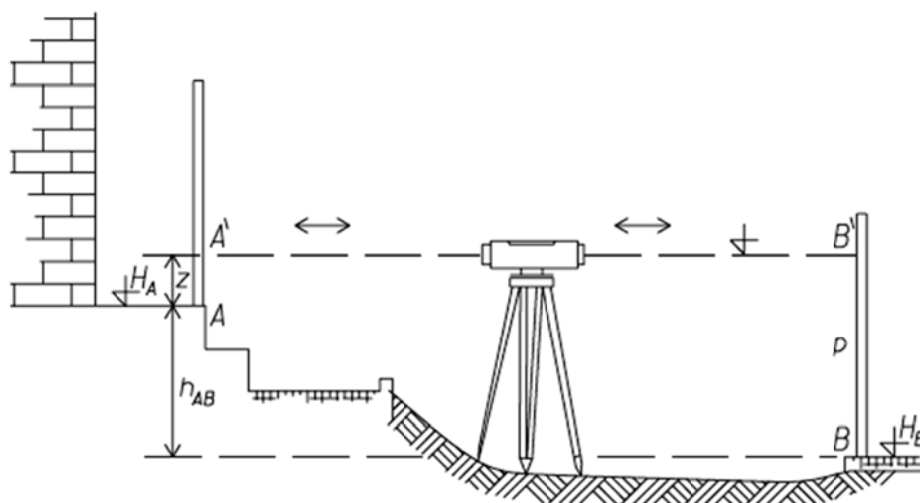
$$\beta^V = \sigma_{PK} - \sigma_{PA} \quad (2.7)$$

$$\Delta\beta = \beta^V - \beta^M \quad (2.8)$$

Kde β^V je úhel vypočtený z rozdílů směrnic, β^M je měřený úhel, $\Delta\beta$ je odchylka mezi úhly

2.3.2 Ověření výšek pomocných měřických bodů technickou nivelací

Výšky pomocných měřických bodů určených technologií GNSS byly ověřeny technickou nivelací s přesností $\pm 20 \cdot \sqrt{R}$ z bodu České státní nivelační sítě KJ8-35 (viz. nivelační údaje příloha č. 10) nacházejícího se v obci Kotvrdovice, který je stabilizován čepovou značkou ve zdi restaurace. Před samotným měřením byla provedena kontrola osových podmínek nivelačního přístroje. Měření bylo zapisováno ručně do zápisníku technické nivelace, který je k nahlédnutí v příloze č. 9. Byla provedena kontrola identity a nezměněné polohy připojovacího bodu ČSNS pomocí místopisu bodu a kontrolního měření převýšení na nejbližší nivelační bod s přesností $\pm 20 \cdot \sqrt{R}$ podle (Technologický postup, 1984).



Obr. 6 – Princip technické nivelace (Vondrák, 2004)

Geometrická nivelace ze středu je metoda, při které je měřeno převýšení mezi dvěma body (viz. obr. 6). Základní jednotkou nivelace je sestava, která se skládá z nivelačního přístroje umístěného uprostřed a dvou latí umístěných na konci sestavy. Nivelační latě jsou položeny na nivelační podložky nebo nivelační body a mají délku 2 - 4 m. Při měření je nejdříve čtena záměra vzad a pak následuje záměra vpřed. Vypočítáním rozdílu mezi záměrou vzad a vpřed získáme převýšení podle vztahu (2.9). Výslednou výšku koncového bodu získáme součtem výšky počátečního bodu a převýšením mezi počátečním a koncovým bodem (2.10).

$$h_{AB} = z_A - p_B \quad (2.9)$$

$$V_B = V_A + h_{AB} \quad (2.10)$$

Tab. 1 – Rozdíly výšek pomocných měřických bodů z GNSS a technické nivelace

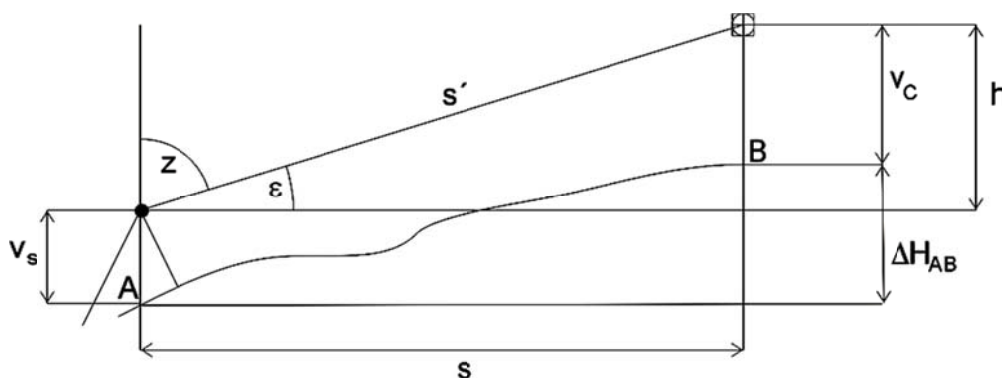
Číslo bodu	Výška GNSS [m]	Výška nivelace [m]	Rozdíl [mm]
4001	518,88	518,83	50
4002	521,70	518,65	50
4003	521,72	521,66	60
4004	522,62	522,56	60
4005	523,60	523,54	60
4006	525,87	525,81	60
4007	527,60	527,54	60
4008	528,07	528,01	60
4009	529,86	529,79	70

2.4 Podrobné měření

Pro podrobné měření byla zvolena metoda tachymetrie s využitím totální stanice s registrací měřených dat v paměti přístroje. V terénu byly měřeny prvky polohopisu a výškopisu v podrobnosti měřítka mapy 1:500. Celkově bylo zaměřeno 740 podrobných bodů, ke kterým byly vyhotoveny 2 měřické náčrty (viz. subkapitola 2.4.3).

2.4.1 Tachymetrie

Tachymetrií se měří zároveň obě hlavní složky mapy a to polohopis a výškopis, což zvyšuje rychlost a hospodárnost měření oproti jiným geodetickým metodám. Měření začíná centrací a horizontací přístroje na stanovisku o známých souřadnicích a nadmořské výšce, změřením výšky přístroje a orientací na minimálně dvě sousední stanoviska ve dvou polohách dalekohledu. Měření podrobných bodů se provádí pouze v první poloze dalekohledu a měří se vodorovný úhel, zenitová vzdálenost a šikmá vzdálenost, které se přímo registrují do paměti přístroje. Výpočet rovinných souřadnic bodu se provádí pomocí metody rajonu podle (2.11 a 2.12) a výpočet výšky trigonometricky podle vztahů (2.13 a 2.14). V této subkapitole bylo čerpáno z (Vondrák, 2004).



Obr. 7 – Trigonometrické určení výšky (Čada, 2011)

Výpočet souřadnic X, Y podrobného bodu

$$X_B = X_A + S_{AB} \cdot \cos \alpha_{AB} = X_A + \Delta x_{BA} \quad (2.11)$$

$$Y_B = Y_A + S_{AB} \cdot \sin \alpha_{AB} = Y_A + \Delta y_{BA} \quad (2.12)$$

Výpočet výšky bodu

$$h = S' \cdot \cos z \quad (2.13)$$

$$V_B = V_A + v_S + h - v_C \quad (2.14)$$

h ... převýšení mezi stanovištěm a určovaným bodem

z ... zenitová vzdálenost

S' ... šikmá vzdálenost

V_A ... výška výchozího bodu

V_B ... výška určovaného bodu

v_S ... výška přístroje

v_C ... výška cíle

2.4.2 Terénní tvary

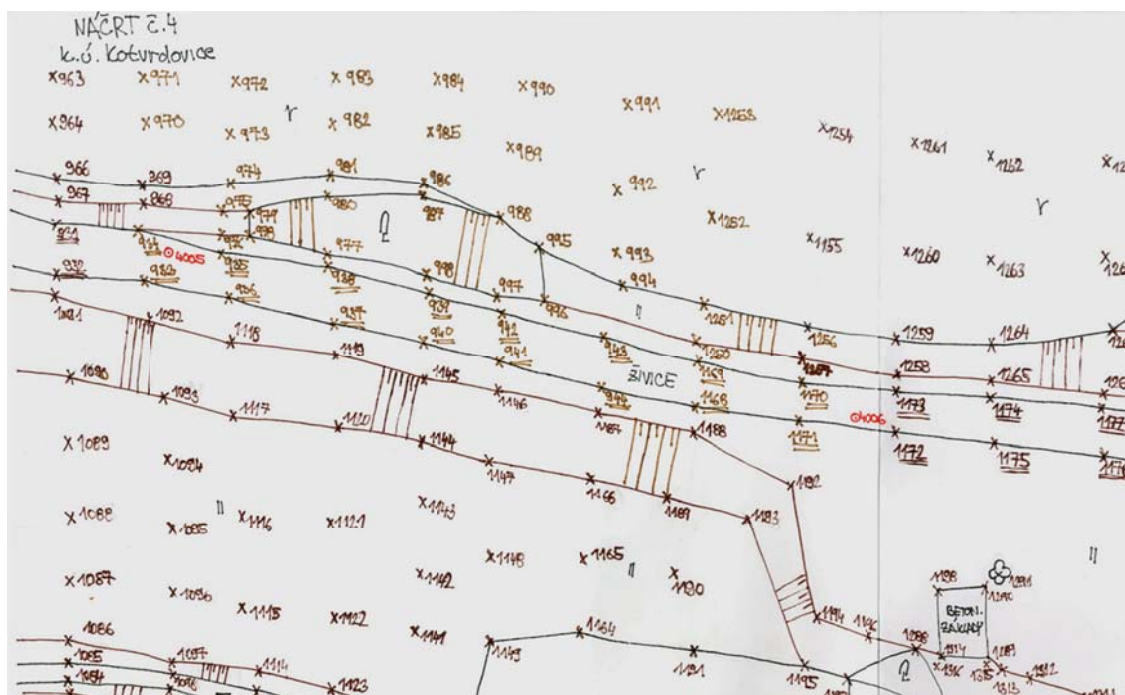
Při měření terénních tvarů se zaměřují jen charakteristické body, jejichž počet závisí na měřítku výsledné mapy, členitosti terénu a požadované přesnosti. V našem případě byla požadována výsledná mapa v měřítku 1:500 se vzdáleností podrobných bodů na mapě 2- 3 cm, což znamená vzdálenost v terénu mezi charakteristickými body 10-15 m. Přesnost určení výšek pro body na nezpevněném terénu je dána střední chybou výšky $u_v = 0,50$ m podle (Kalvoda, 2011). Členitý terén nahrazujeme topografickými plochami, tvořenými terénními tvary. Topografická plocha je popisována body a čarami terénní kostry (hřbetnice, údolnice, hrany, tvarové čáry). Jedno z možných rozdělení terénních tvarů je podle polohy. A to může být na svršku vyvýšeniny, na úbočí vyvýšeniny, údolní a skalní útvary. V této subkapitole bylo čerpáno z (Fišer, 2005).

- **Tvary na svršku vyvýšeniny** - vrcholový hřbet, vodorovný hřbet, příčné sedlo, podélné sedlo, kupa, kužel, spočinek, hřbet, hřeben, štít, vrcholová plošina, roh, proluka, soutěska.
- **Tvary na úbočí vyvýšeniny** - svahový hřbet, svahová kupa, ostroh, terénní stupeň, žebra, výčnělek, terasa, sráz vodorovný, sráz šikmý, spočinek, úžlabí, rýha, zářez, rokle, laz, stráň, stěna, převis, výmol.
- **Skalní útvary** - osamělá skála, balvan, skupina balvanů.

- **Tvary údolní** - úpatí, údolí s vypuklým dnem, údolí s rovným dnem, údolí s vhloubeným dnem, uzavřené prohlubeniny, údolní zářez, nánosový kužel, suťový kužel, výmol, propadlina, jáma, závrt, propast, ravena, dolina, soutěska, kaňon.

2.4.3 Měřický náčrt

Při měření byl veden výškopisný měřický náčrt celkově v počtu 2 kusů na papíře formátu A3, který posloužil jako podklad pro kresbu účelové mapy. V našem případě nebyl žádný použitelný polohopisný podklad, proto byl náčrt vyhotoven na čistý papír, do kterého se nejdříve před začátkem podrobného měření zakreslily body bodového pole, pomocné měřické body, významné polohopisné objekty a pak následují už při vlastním měření podrobné body, čáry terénní kostry a tvarové čáry, další polohopisné objekty, vyznačení terénních stupňů a popis. Body bodových polí a pomocné měřické body byly adjustovány červeně, prvky polohopisu černě a výškopis hnědě včetně podrobných bodů. Do náčrtu se zakreslují také značky druhů pozemků, čísla podrobných bodů, orientace k severu, popis kultur a druhů pozemků. Měřický náčrt je popsán číslem náčrtu a sousedními čísly náčrtů, názvem k.ú. a popisovým polem. Při vedení náčrtu byl průběžně kontrolován soulad mezi číslováním bodů v náčrtu a zápisníku. Náčrty jsou obsahem přílohy č. 2.



Obr. 8 – Výřez z měřického náčrtu

2.5 Použité přístroje a pomůcky

2.5.1 Totální stanice TOPCON GPT-3003N

Pro podrobné měření polohopisu a výškopisu byla použita totální stanice TOPCON GPT-3003N, která umožňuje měření vzdáleností v hranolovém i bezhranolovém módu. Totální stanice má mód pro registraci měřených dat, které se pak dále nahrávají do výpočetního zařízení. Přístroj měří horizontální i vertikální úhly. Příslušenství k přístroji tvoří stativ a odrazný hranol s výsuvnou tyčí. Pro měření výšky přístroje byl použit svinovací dvoumetr. (Návod na použití, 2005)

Tab. 2 – Technické parametry (Návod na použití, 2005)

Dalekohled	
Průměr objektivu	45mm
Zvětšení	30x
Obraz	Vzpřímený
Minimální zaostření	1,3m
Délkové měření	
Bez hranolový mód	1,5 až 250m
Hranolový mód	3000m
Přesnost měření délek	
Bez hranolový mód	
1,5 až 25m	± (10mm) m.s.e
více než 25m	± (5mm) m.s.e
Hranolový mód	±(3mm+2ppm*D)m.s.e.
Měření úhlů	
Přesnost (standardní odchylka dle DIN 18723)	3'' (1,0 mgon)
Minimální čtení	1''/5''(0,2mgon/1mgon)

m.s.e.... střední chyba měřené délky

ppm... miliontina dílku (parts per milion)

D... měřená délka



Obr. 9- Totální stanice TOPCON GPT-3003N

2.5.2 Nivelační přístroj TOPCON AT-G7

Přístroj nachází široké uplatnění ve stavebnictví a zejména při měření metodou technické nivelace. Pro přesnější měření je přístroj vybaven magneticky tlumeným kompenzátozem. Přístroj má dokonale vodotěsný dalekohled a proto je ideální pro geodetické práce v mírném dešti. Přístroj má horizontální kruh s gradovým dělením. Pro snadné cílení je přístroj vybaven horizontální jemnou ustanovkou. Přístroj má střední kilometrovou chybu $\pm 2,5$ mm. Příslušenství k přístroji tvoří nivelační stativ, lať a podložka.

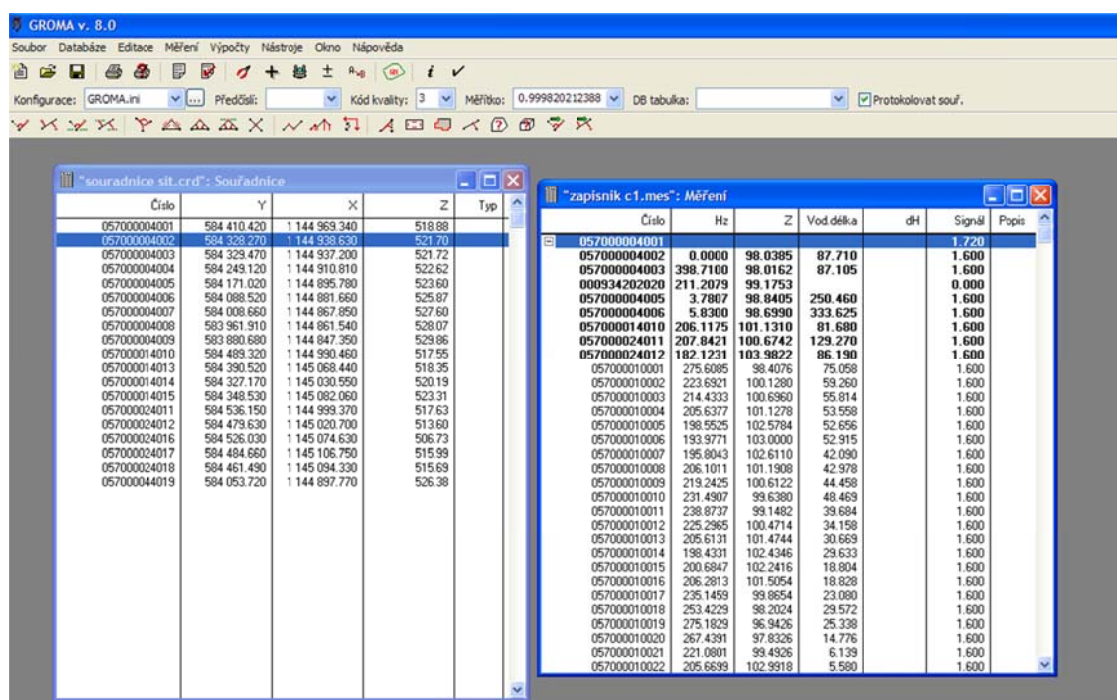


Obr. 10 – Nivelační přístroj TOPCON AT-G7 (Vondrák, 2004)

3 KANCELÁŘSKÉ PRÁCE

3.1 Výpočet souřadnic a výšek bodů v programu GROMA

Pro výpočet souřadnic a výšek pomocných měřických bodů a podrobných bodů byl použit program GROMA v.8.0. Program umožňuje výpočet všech nejpoužívanějších geodetických výpočetních úloh a jeho nastavy mají i možnost grafického znázornění. Jeho základní funkce je možnost načtení zápisníku měření ve formátu *.ZAP, který je možno editovat. Před výpočtem zápisníku dávkově byl načten seznam souřadnic a výšek výchozích bodů a bylo nastaveno měřítko pro převod délek to roviny kartografického zobrazení. Pak byl pomocí funkce „Polární metoda dávkou“ vypočten zápisník podrobného měření. Získáme tak souřadnice a výšky podrobných bodů, které je možno importovat do textového souboru a s tím i protokol o výpočtu souřadnic, který obsahuje vypočtené odchylky.



Číslo	Y	X	Z	Typ
057000004001	584 410 420	1 144 969 340	518 88	
057000004002	584 328 270	1 144 938 630	521 70	
057000004003	584 329 470	1 144 937 200	521 72	
057000004004	584 249 120	1 144 910 810	522 62	
057000004005	584 171 020	1 144 895 780	523 60	
057000004006	584 088 520	1 144 881 680	525 87	
057000004007	584 008 660	1 144 867 650	527 60	
057000004008	583 961 910	1 144 861 540	528 07	
057000004009	583 880 680	1 144 847 350	528 86	
057000014010	584 489 320	1 144 990 460	517 55	
057000014013	584 390 520	1 145 068 440	518 35	
057000014014	584 327 170	1 145 030 550	520 19	
057000014015	584 348 530	1 145 062 060	523 31	
057000024011	584 536 150	1 144 999 370	517 63	
057000024012	584 479 630	1 145 020 700	513 60	
057000024016	584 526 030	1 145 074 630	506 73	
057000024017	584 484 660	1 145 106 750	515 99	
057000024018	584 461 490	1 145 094 330	515 69	
057000044019	584 053 720	1 144 897 770	526 38	

Číslo	Hz	Z	Vod.délka	dH	Signál	Popis
057000004001						1.720
057000004002	0.0000	98.0385	87.710			1.600
057000004003	398.7100	98.0162	87.105			1.600
000934202020	211.2079	99.1753				0.000
057000004005	3.7867	98.8405	250.460			1.600
057000004006	5.8300	98.8390	333.625			1.600
057000014010	206.1175	101.1310	81.680			1.600
057000024011	207.8421	100.6742	129.270			1.600
057000024012	182.1231	103.9822	86.190			1.600
0570000010001	275.6085	98.4076	75.058			1.600
0570000010002	223.6921	100.1280	59.260			1.600
0570000010003	214.4333	100.6960	55.814			1.600
0570000010004	205.6317	101.1278	53.558			1.600
0570000010005	198.5525	102.5784	52.656			1.600
0570000010006	193.9771	103.0000	52.915			1.600
0570000010007	195.8043	102.6110	42.080			1.600
0570000010008	206.1011	101.1908	42.978			1.600
0570000010009	219.2425	100.6122	44.458			1.600
0570000010010	231.4907	99.6380	48.469			1.600
0570000010011	238.8737	99.1482	39.684			1.600
0570000010012	225.2985	100.4714	34.158			1.600
0570000010013	205.6131	101.4744	30.669			1.600
0570000010014	198.4331	102.4346	29.633			1.600
0570000010015	200.6847	102.2416	18.804			1.600
0570000010016	206.2813	101.5054	18.828			1.600
0570000010017	235.1459	99.8654	23.080			1.600
0570000010018	253.4229	98.2024	29.572			1.600
0570000010019	275.1829	96.9426	25.338			1.600
0570000010020	267.4391	97.8326	14.776			1.600
0570000010021	221.0801	99.4926	6.139			1.600
0570000010022	205.6839	102.9918	5.580			1.600

Obr. 11 – Prostředí programu GROMA v. 8.0

3.2 Testování přesnosti výsledné mapy

Přesnost výsledné mapy byla testována pomocí výběrového souboru podrobných bodů (10% z celkového počtu, v našem případě 84 bodů což je asi 11%), které byly kontrolně zaměřeny. U těchto bodů se testuje statistická hypotéza, že výběr přísluší 3. třídě přesnosti. U souřadnic se porovnávají souřadnice z prvního určení a kontrolního měření a u výšek se porovnávají výšky z prvního měření s výškami z kontrolního měření nebo určených z mapy v případě kontrolního profilu. Testování přesnosti podrobných bodů s uvedením vypočtených hodnot je v příloze č. 5.

Tab. 3 – Kritéria přesnosti pro 3. třídu (ČSN 01 3410, 1990)

Třída přesnosti	$u_{x,y}$ (m)	u_H (m)	u_v (m)
3	0,14	0,12	0,50

3.2.1 Testování přesnosti souřadnic

U testování přesnosti souřadnic byly počítány souřadnicové rozdíly ke každé testované dvojici bodů, kde x_m, y_m jsou souřadnice z prvního určení a x_k, y_k souřadnice z kontrolního určení (3.1). Dosažení stanovené přesnosti se ověřuje pomocí výběrové střední souřadnicové chyby, vypočtené ze vztahu (3.3), která je kvadratickým průměrem středních chyb souřadnic podle (3.2), kde N je počet bodů a k je koeficient pro přesnost kontrolního měření, který může mít hodnotu rovnou 2 v případě, je-li kontrolní měření stejně přesné jako metoda mapování nebo hodnotu rovnou 1, má-li kontrolní měření vyšší přesnost než metoda mapování. Výběrová střední chyba se porovná s kritériem podle (3.4), kde $\omega_{2N} = 1,1$ při volbě na hladině významnosti $\alpha = 5\%$ a počtu bodů 51 – 300. Splňuje-li výběrová střední chyba kritérium je přijata statistická hypotéza, že výběr splňuje 3. třídu přesnosti. Dále se testují polohové odchylky podle (3.5), vypočtené jako odmocnina ze součtu čtverců souřadnicových rozdílů bodů výběru, zda splňují kritérium (3.6), kde hodnota $u_{x,y}$ je základní střední souřadnicová chyba pro 3. třídu přesnosti. (Kalvoda, 2011)

$$\Delta x = x_m - x_k \quad \Delta y = y_m - y_k \quad (3.1)$$

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} * \sum_{i=1}^N \Delta x_i^2}, s_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} * \sum_{i=1}^N \Delta y_i^2} \quad (3.2)$$

$$s_{x,y} = \sqrt{\frac{1}{2} * (s_x^2 + s_y^2)} \quad (3.3)$$

$$s_{x,y} \leq \omega_{2N} * u_{x,y} \quad (3.4)$$

$$\Delta p = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2} \quad (3.5)$$

$$|\Delta p| \leq 1,7 * u_{x,y} \quad (3.6)$$

3.2.2 Testování přesnosti výšek

U testování přesnosti určení výšek podrobných bodů byly vypočítány rozdíly výšek podle vztahu (3.7), kde H_m je výška podrobného bodu výškopisu a H_k je výška určená z kontrolního měření. Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové střední chyby S_H podle vztahu (3.8), kde N je počet bodů a koeficient k je roven 2, je-li kontrolní měření stejně přesné jako metoda určení výšek, nebo rovna 1 je-li kontrolní měření podstatně přesnější. Přijímá se statistická hypotéza, že výběr přísluší zvolené třídě přesnosti, tím že vypočtená střední chyba S_H vyhovuje kritériu podle (Tab. 4). Hodnoty rozdílů výšek ΔH se porovnávají s kritériem podle (3.9). (Kalvoda, 2011)

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (3.7)$$

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} * \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2} \quad (3.8)$$

$$|\Delta H| \leq 2 * u_H * \sqrt{k} \quad (3.9)$$

Tab. 4 – Kritéria pro výšky (Kalvoda, 2011)

Na zpevněném povrchu	Na nezpevněném povrchu	Pro výšky určené z vrstevnic
$S_H \leq \omega_N * u_H$	$S_H \leq 3 * \omega_N * u_H$	$S_H \leq \omega_N * u_v$

3.3 Tvorba účelové mapy

V následujícím textu je popsána definice účelové mapy a také rozdělení účelových map. Další důležitou částí je obsah účelové mapy a tvorba mapy v programu Microstation v8i.

3.3.1 Rozdělení účelových map

V této subkapitole bude čerpáno z (Fišer, 2005). Mapy velkých měřítek mají základní dělení na 2 kategorie a to na mapy katastrální a účelové. Účelové mapy mají oproti mapám katastrálním nadstandardní obsah. Mají tedy kromě prvků, které jsou v katastrální mapě i další prvky, které se nacházejí na terénu, pod i nad terénem a vždy se vyhotovují pro nějaký účel. Nejčastěji se vyhotovují účelové mapy jako podklad pro projektovou dokumentaci a jsou skoro vždy financovány soukromými zadavateli. Účelová mapa může vzniknout přímým měřením jako mapa původní, přepracováním nebo doměřením požadovaného obsahu do stávajících map. Jako polohopisný podklad se obvykle použije katastrální mapa. Geometrickým základem map jsou geodetické body podle vyhlášky č. 31/1995 Sb. Geodetické body musí mít stejnou nebo vyšší přesnost než je přesnost výsledné mapy. Mapy se vyhotovují většinou v souřadnicovém systému S- JTSK a výškovém systému Bpv. Měřítko mapy se volí obvykle podle účelu, pro který mapa vzniká. Mapa může mít digitální, číselnou nebo analogovou podobu.

Základní dělení účelových map:

- účelové mapy základního významu - Mezi které patří technická mapa města, základní mapa závodu, základní mapa dálnice, základní mapa letiště, jednotná železniční mapa stanic a tratí.
- mapy podzemních prostor - Mapy jeskyní a podzemních chodeb s výjimkou dolů, tunelů a objektů metra.
- ostatní účelové mapy – Mapy pro projektové účely, mapy pro provozní potřeby, pozemkové úpravy, mapy lesnické a vodohospodářské, geodetická část skutečného provedení stavby, mapy sídlišť a mapy sloužící pro dokumentaci památek.

3.3.2 Obsah účelové mapy

Obsah výsledné mapy byl vytvářen v souladu s normou *ČSN 01 3411*. Účelová mapa obsahuje polohopis, výškopis a popis. Výškopis je znázorněn hnědou barvou a je tvořen vrstevnicemi, technickým šrafami s údaji o relativních výškách, terénními stupni a výškovými kótami.

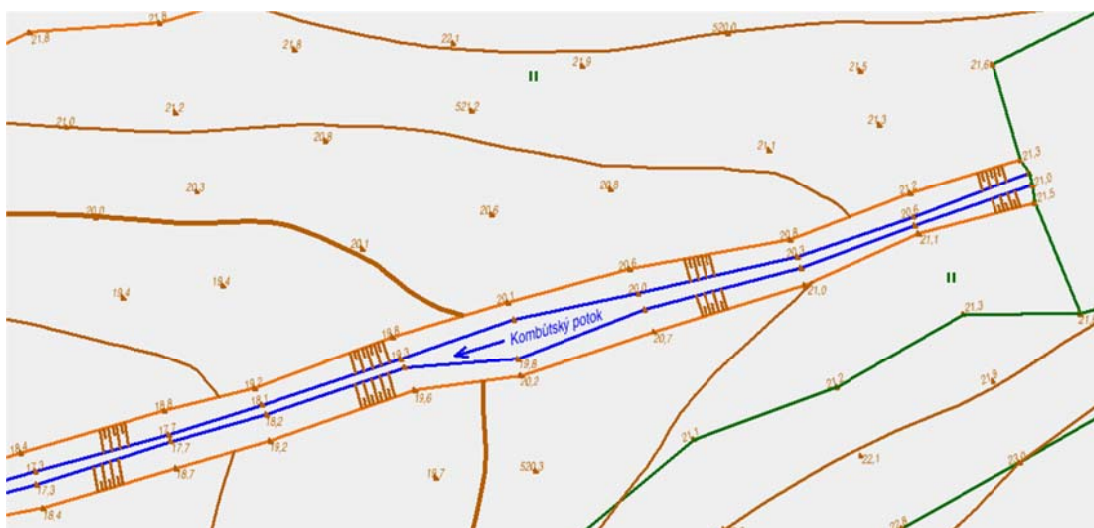
Do mapy se zakresluje popis zejména zjištěný při měření, jako jsou čísla popisná, evidenční nebo orientační, popis domů, místní a pomístní názvosloví, popis ostatních předmětů, typů kultur a druhů povrchů, křížky sítě pravoúhlých souřadnic se souřadnicemi rohů mapového listu. Popis je většinou uváděn zkratkami pro lepší přehlednost v mapě. Další částí popisu mapy je legenda, která obsahuje všechny použité druhy mapových značek a čar s vysvětlivkami. V dolní části mapového listu je tabulka s údaji o vyhotoviteli, použitém souřadnicovém a výškovém systému, měřítko, název lokality a další údaje. Zpravidla bývá vpravo nahoře mapového listu uvedena orientace k severu znázorněna směrovou růžicí. Tento typ popisu je v praxi nejvyužívanější. (ČSN 01 3411, 1990)

Základním polohopisným prvkem mapy bývají trvale stabilizované body základního a podrobného polohového bodového pole, zhušťovací body a pomocné měřické body zobrazené příslušnými mapovými značkami černou barvou s číslem bodu černě a výškovou kótou hnědě. Dalšími polohopisnými prvky jsou komunikace, rozhraní kultur, stavební objekty, schody a schodiště, ohradní zdi a ploty, podzemní a nadzemní vedení inženýrských sítí, jednotlivě zaměřené stromy, vodní toky a nádrže. (ČSN 01 3411, 1990)

3.3.3 Tvorba účelové mapy v programu Microstation V8i

Účelová mapa byla vytvořena v CAD systému Microstation V8i od firmy Bentley s nástavbou MGEO 11 od české firmy Gisoft. Po založení výkresu ve formátu *.dgn byl pomocí nástavby MGEO načten seznam souřadnic a výšek podrobných bodů a pomocných měřických bodů ve formátu *.txt. Po načtení seznamu byla vyhotovena kresba polohopisu, kde byly nastaveny různé atributy prvků a to barva, vrstva, styl čáry a tloušťka čáry. U textů byl dále nastaven font, výška a šířka písma. Do kresby byly dokresleny hrany

terénních stupňů a technické šrafy jako součást výškopisu. Pomocí knihovny buněk a funkce vložit buňku byly vloženy mapové značky podle ČSN 01 3411. Dále byl vložen popis druhů povrchů a mapový rám s popisovou tabulkou. Pomocí nástavby MGEO byly zjištěny názvy mapových listů ZMVM v měřítku 1:500, na kterých leží rám vyhotovované účelové mapy. Do kresby byly vloženy také křížky pravoúhlé souřadnicové sítě se souřadnicemi ve dvou protilehlých rozích a křížek pro rohy mapových listů. Do výkresu byla přidána legenda, která obsahuje všechny použité mapové značky a linie. Na závěr se připojil referenčně výkres s vrstevnicemi (základní, zesílené s popisem) z programu Atlas DMT ve formátu *.dxf. V programu Microstation byl dále vytvořen přehledný náčrt pomocné měřické sítě, přehled kladu náčrtů, kontrolní profil, geodetické údaje pomocných měřických bodů, kontrolní profil a upraveny profily z programu Atlas DMT (podélný a příčný).



Obr. 12 – Výřez účelové mapy z programu Microstation v8i

4 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU

4.1 Definice DMT

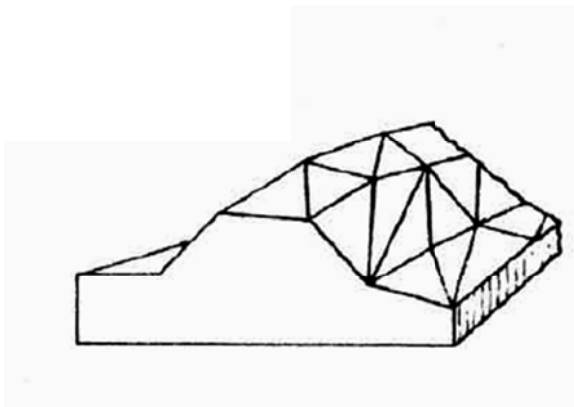
DMT je soubor číselných informací o terénní ploše a jde tedy o soubor reprezentativních bodů na terénní ploše a soubor pravidel, jak s nimi zacházet. Terénní plocha je obecně velmi nepravidelná s místy, kde může být průběh hladký nebo s lomenými liniemi, které narušují hladkost plochy. Existují např. terénní stupně, které bývají většinou umělé, ale jsou pokládány za součást terénu. Takové jevy jsou označovány jako singularity a mohou být různého druhu. Matematicky jsou definovány jako nespojitosti derivací nebo nespojitosti funkcí. Problém lze vyřešit rozdělením plochy na menší části s vedením hranic dělení po singularitách. Dostaneme tak množinu elementárních plošek jednoduchých singularit, a jestliže jsme schopni definovat jejich geometrii, je problém popisu složité terénní plochy vyřešen. Jde o problematiku zadávání tzv. hran do softwarů. (Fišer, 2005. Hanzl, 2006)

4.2 Datové struktury DMT

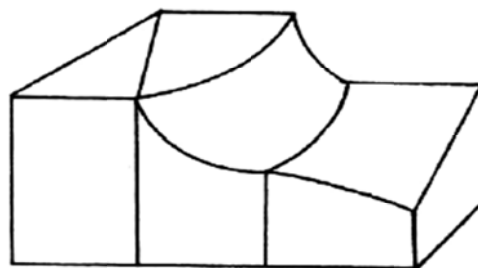
V této kapitole bude čerpáno z (Urban, 1991). Toto rozdělení je pro terénní modely, které jsou složeny z elementárních plošek. Netýká se to tedy modelů, kde je terén reprezentován vrstevnicemi v digitální podobě nebo jinými charakteristickými čarami.

- **Polyedrický model** – Základními ploškami jsou v tomto případě nepravidelné rovinné trojúhelníky, které se dotýkají a vytvářejí nepravidelný mnohostěn, který se přimyká k terénu. Vrcholy mnohostěnu jsou body na terénní ploše, které jsou souřadnicově určeny příslušnými geodetickými metodami. Interpolace se obvykle provádí lineárně v trojúhelnících.
- **Rastrový model** – Jde o model, který je dán množinou elementárních plošek nad oky pravidelného rastru. Jsou to vlastně zborcené čtyřúhelníky, které se dále dělí na trojúhelníky, případně je možné uvažovat i jiné složitější plochy. Vrcholy pravidelné sítě nebývají přímo měřené, ale jsou odvozené určitým výpočetním postupem. Pravidelné uspořádání dat v matici představuje oproti polyedrickému modelu značné výhody. Je však zřejmé, že hranice elementárních plošek nemohou sledovat průběh singularit, což může být na závalu přesnosti, není-li rastr dost hustý.

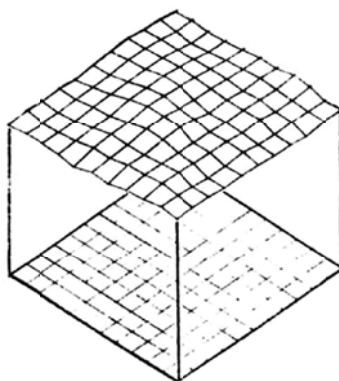
- **Plátový model** – Tento typ modelu předpokládá, že se povrch rozdělí na nepravidelné, obecně křivé plošky trojúhelníkového nebo čtyřúhelníkového tvaru, přičemž hranice dělení jsou vedeny po singularitách. Tento způsob popisu nepravidelných křivých ploch byl prvně použit v průmyslovém designu, odkud také pochází termín plát, získaný překladem anglického termínu patch.



Obr. 13 – Polyedrický model (Urban, 1991)



Obr. 14 – Plátový model (Urban, 1991)



Obr. 15 – Rastrový model (Urban, 1991)

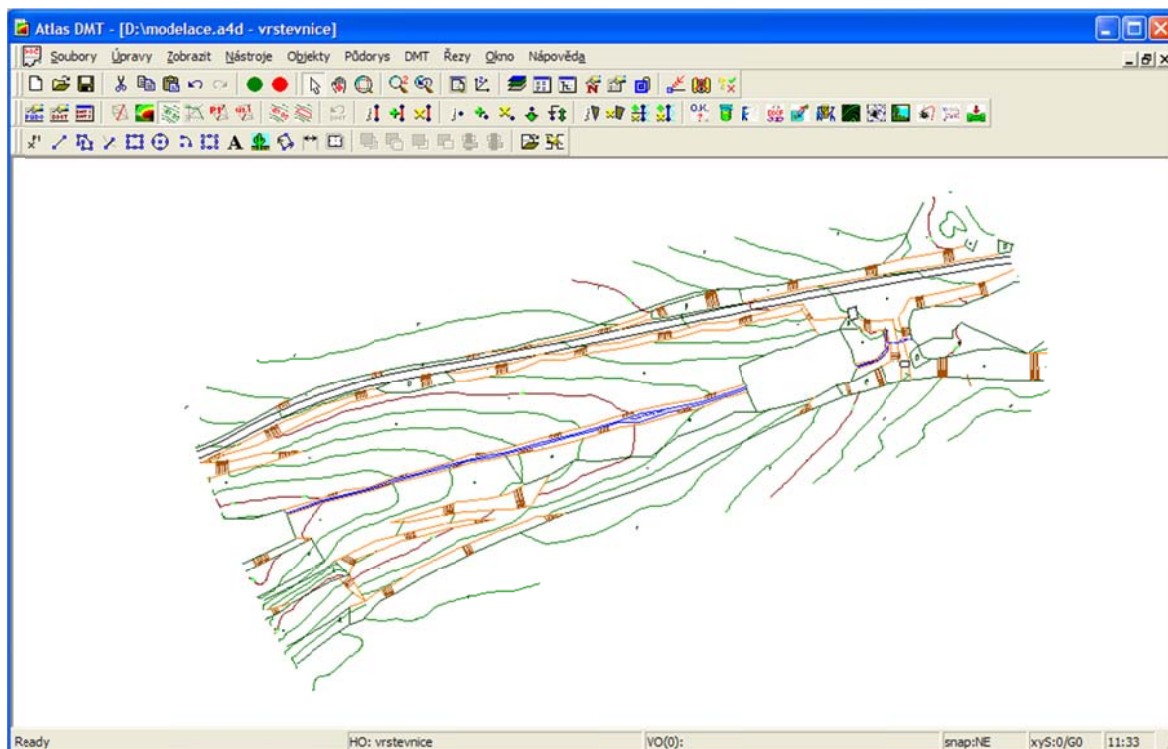
4.3 Metody sběru dat pro tvorbu digitálního modelu terénu

V této kapitole bylo čerpáno z (Hanzl, 2006). Přesnost DMT je zejména závislá na metodě sběru dat, na hustotě bodů a výpočetní metodě. Základní metody sběru dat jsou uvedeny v následujícím textu:

- **Geodetické metody** - Vhodné zejména pro menší území s přesností 0,02-0,10 m. Nejčastěji používané metody jsou tachymetrie a technologie GNSS.
- **Fotogrammetrické metody** - Používá se u rozsáhlejších území s přesností, která závisí na měřítku snímku zpravidla 0,1- 1 m.
- **Laserové skenování** - Z letadla je naskenované celé území. Používá se zejména u větších území. Přesnost je 0,15-0,5 m. Jde o velmi rychlou metodu.
- **Skenování existujících mapových podkladů** - Zpravidla se skenují vrstevnice z topografické mapy. Tato metoda má přesnost 0,5-2 m. Výhodou této metody je její rychlost a nízká cena.
- **InSAR** - jde o radarovou interferometrii s přesností 1-3 m, při snímání z družic je menší přesnost, přibližně 10m.

4.4 ATLAS DMT v.4

Software ATLAS DMT firmy Atlas, spol. s.r.o. slouží pro zpracování výškopisných dat, které jsou v textovém formátu a obsahují dvojici rovinných souřadnic a nadmořskou výšku nebo i jiné formáty (např. DXF). Z těchto dat je vytvořen digitální model, který používá pro reprezentaci polyedrický model s nepravidelnou trojúhelníkovou sítí (TIN). V menu Generace DMT se po načtení seznamu souřadnic a výšek s možností vložit i předpis spojnic vygeneruje model. Z digitálního modelu mohou dále vzniknout profily, vrstevnice, barevné vizualizace, kubatury i 3D plochy. Některé z možných výstupů z programu Atlas DMT jsou popsány v následujícím textu.



Obr. 16 - Pracovní prostředí ATLAS DMT

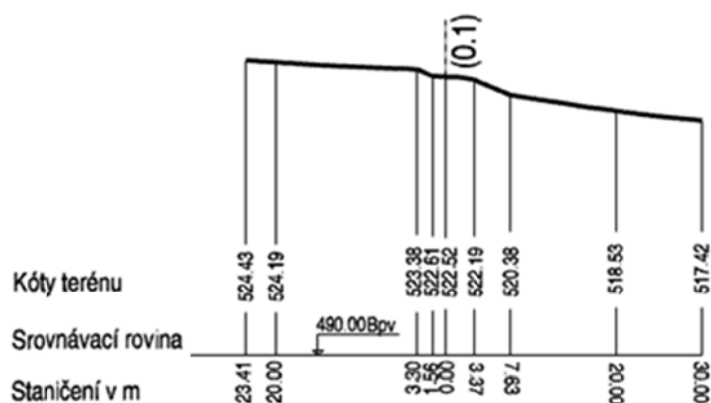
Vrstevnice

Protože terén nemá vždy hladký průběh, jsou pro jeho lepší vystižení zadány do programu hrany, které se v terénu vyskytují (povinná, lomová, lomová přímá, ostrovní a ostrovní přímá). Program ATLAS DMT nabízí možnost zobrazení pracovních nebo vypočtených vrstevnic. Pracovní vrstevnice mají výhodu okamžité změny při editaci v modelu (např. zadání hrany do modelu). U pracovních vrstevnic nelze vkládat popis, ale lze nastavit jejich vyhlazení a intervaly vrstevnic. Pro tvorbu účelové mapy byly použity vypočtené vrstevnice, které byly exportovány do formátu *.dxf. U vypočtených vrstevnic lze také nastavit jejich vyhlazení pomocí počtu dílků na vrstevnici a lze také vložit popis vrstevnic. Jejich nevýhoda je, že při každé další změně v terénu (zadání hrany) se musí znovu počítat. Vrstevnice jsou základní, zesílené, pomocné a doplňkové.

Podélné a příčné profily (řezy)

Program ATLAS DMT umožňuje tvorbu podélných a příčných profilů pomocí polygonu, který se vkládá volně do modelu. Jednotlivé výšky bodů polygonu jsou vypočítány z modelu. Program Atlas DMT umožňuje editaci profilů při jejich tvorbě

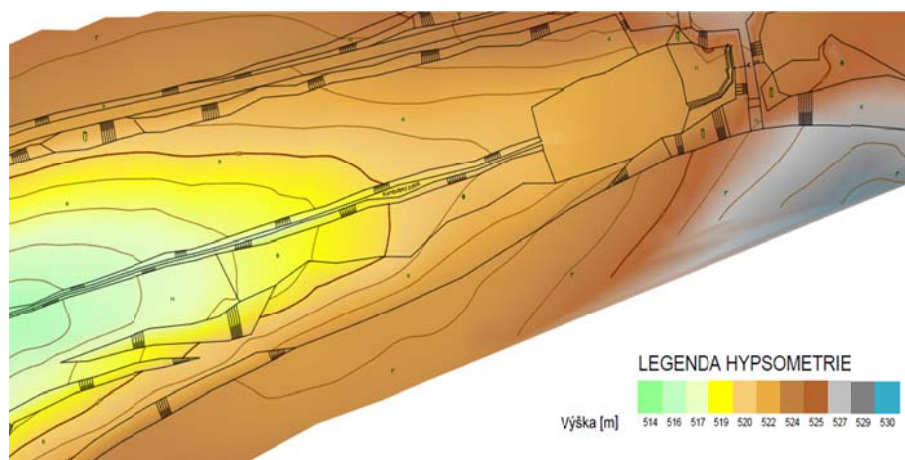
pomocí průvodce (např. možnost nastavení výšky srovnávací roviny, vzdálenosti mezi jednotlivými body profilu, měřítka výšek a délek, atd.). V našem případě podélný profil kopíroval cyklostezku a kolmo k němu byly vytvořeny příčné profily. Vyhotovené profily jsou v příloze č. 11.



Obr. 17 – Příčný profil upravený v programu Microstation v8i

Barevná hypsometrie

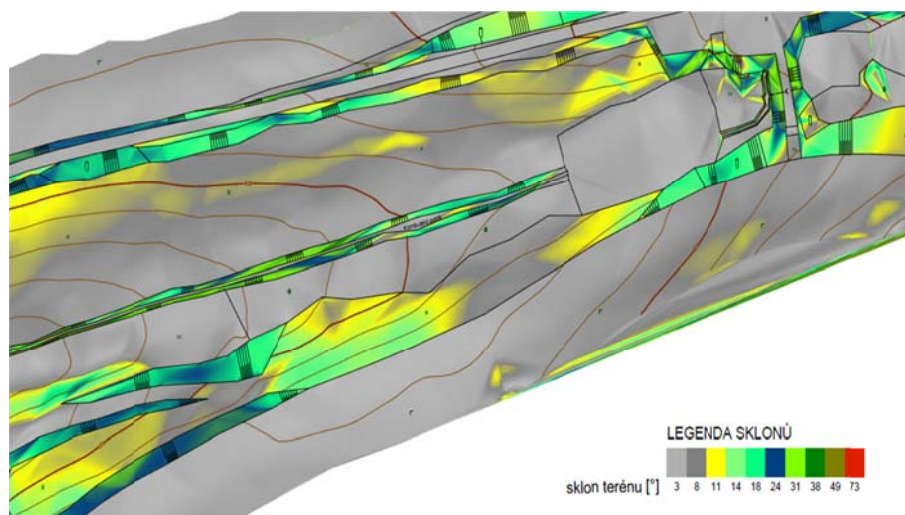
Znázorňuje jednotlivé výškové stupně pomocí barevných odstínů. Hypsometrii lze nastavit s plynulými nebo ostrými přechody mezi barvami. Jednotlivé barevné intervaly lze nastavit manuálně nebo ponechat automaticky vytvořené intervaly z modelu v menu nastavení modelu a záložce plošky. Dále je možno nastavit vyhlazení a průhlednost. Na závěr byl výkres doplněn vrstevnicemi a legendou hypsometrie pro lepší pochopení. Barevná hypsometrie je obsahem přílohy č. 13.



Obr. 18 – Barevná hypsometrie

Sklonová mapa

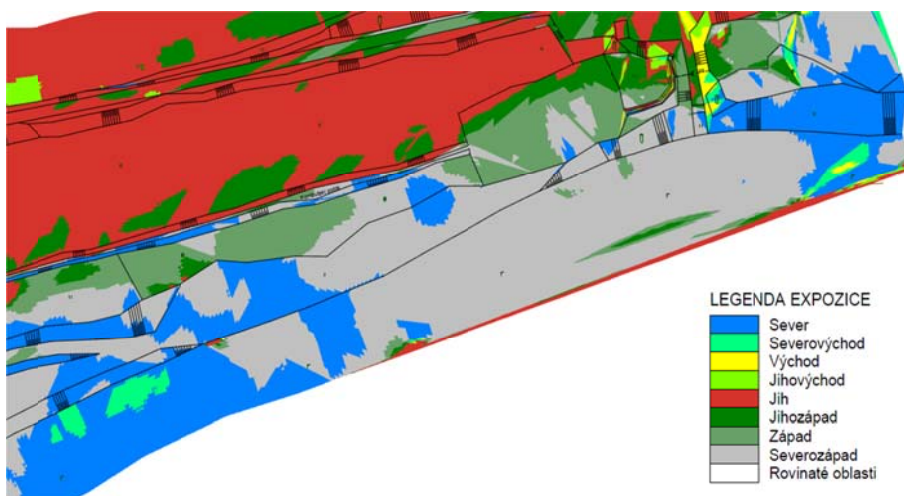
V tomto případě jsou sklony terénu (ve stupních) vyjádřeny barvami. Každý interval sklonu je vyjádřen jinou barvou. Ve stejném menu jako je nastavení barevné hypsometrie lze nastavit i sklony. Mají také možnost ostrého nebo plynulého průběhu. Vyhotovená sklonová mapa je v měřítku 1:1000 a je obsahem přílohy č. 14.



Obr. 19 – Sklonová mapa

Expoziční mapa

Znázornění jednotlivých svahů podle orientací ke světovým stranám. Využívá se zejména pro plánování výstavby fotovoltaických elektráren a zemědělské účely. Expoziční mapa je obsahem přílohy č. 15.



Obr. 20 – Expoziční mapa

5 ZÁVĚR

V bakalářské práci je popsán teoretický a praktický postup při doplnění měřické sítě pomocnými měřickými body a měření podrobných bodů metodou tachymetrie a následným zpracováním naměřených dat. Měření bylo připojeno na souřadnicový systém S-JTSK a výškový systém Bpv. Na ploše o rozloze přibližně 3,5 hektarů bylo zaměřeno 740 bodů, ke kterým byly vyhotoveny dva měřické náčrtů. Pro kontrolu přesnosti mapy byly zaměřeny identické body v celkovém počtu 84 a kontrolní profil pro testování přesnosti vrstevnic výsledné mapy s 80 body. Měřické práce probíhaly v období od 10. 6. 2011 do 2.7. 2011.

Výpočetní práce byly provedeny v programu GROMA v. 8.0. Výsledná účelová mapa a ostatní grafické přílohy byla vyhotoveny v programu Microstation v8i. Přesnost mapy byla testována podle normy ČSN 01 3410. Porovnání dosažených odchylek s kritickými hodnotami u testování přesnosti výsledné mapy je uvedeno v příloze č. 5. Na základě dosažených výsledků testování přesnosti můžeme říci, že podrobné body splňují 3. třídu přesnosti.

Stěžejním výsledkem této práce je účelová mapa v měřítku 1:500, dále geodetické údaje pomocných měřických bodů, přehled kladu měřických náčrtů, přehled sítě pomocných měřických bodů a kontrolní profil. Výsledky této práce budou sloužit jako podklad pro účely předmětu GE14 Výuka v terénu II. Nad rámec zadání byly vyhotoveny vizualizace DMT v programu ATLAS DMT v. 4.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. *Atlas: manuál k programu Atlas DMT v. 4.* [online]. [cit. 2012-03-10]. Dostupné z WWW: <http://www.atlasltd.cz/show.php?key=Manualy>
2. BIERNÁTOVÁ, Olga, SKÚPA, Jan. *Bibliografické odkazy a citace dokumentů dle ČSN ISO 690.* Brno, 2011. 27s.
3. ČADA, Václav. *Přednáškové texty z geodézie*, Západočeská univerzita. Plzeň. [cit. 2011-02-07]. Dostupné z WWW: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>
4. *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod.* Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2007. 55 s.
5. ČSN 01 3410. *MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK: Základní a účelové mapy.* Praha: Vydavatelství norem, 1990. 20 s.
6. ČSN 01 3411. *MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK: Kreslení a značky.* Praha: Vydavatelství norem, 1990. 108 s.
7. FIŠER, Zdeněk, VONDRÁK, Jiří. *Mapování I: Průvodce předmětem mapování I.* Brno: VUT, 2005. 48 s.
8. *Jedovnice.* www.jedovnice.cz [online], 2011 [cit. 2011-12-06]. Dostupné z WWW: <http://www.jedovnice.cz/stranky/vitejte.html>
9. HANZL, Vlastimil. *Fotogrammetrie: Teoretické základy fotogrammetrie.* Brno: VUT, 2006. 150s.
10. KALVODA, Petr. *Pokyn pro tvorbu účelové mapy.* Brno: VUT, 2011. 16 s.
11. *Mapy.cz.* [online]. [cit.2012- 01- 30]. [mapy.cz](http://www.mapy.cz), s.r.o. Dostupné z WWW: <http://www.mapy.cz/#q=Jedovnice&t=s&x=16.779885&y=49.347532&z>
12. *Nařízení vlády č. 430 ze dne 16. srpna 2006 o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání.* Praha, 2006.
13. *Návod na použití: Elektronická pulsní totální stanice TOPCON řada GPT-3000N.* Geodis Brno s.r.o. 2005. 190s.
14. *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod.* Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2007. 55 s.
15. NEVOSÁD, Zdeněk, VITÁSEK, Josef. *Geodézie III: Průvodce předmětem Geodézie III.* Brno: VUT, 2005, 176 s.



16. *TECHNOLOGICKÝ POSTUP pro technickou nivelaci*, Český úřad geodetický a kartografický, Praha, 1984.
17. URBAN, Jiří. *Digitální model terénu*. 1. vydání. Praha: ČVUT, 1991. 60 s. ISBN 80-010-0553-4.
18. VONDRÁK, Jiří. *Geodezie II: Geodetická cvičení*. Brno: VUT. 2004, 38s.

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1	- Mapa se zadanou lokalitou.....	10
Obr. 2	- Pohled na zadanou lokalitu.....	11
Obr. 3	- Ukázka stabilizace pomocného měřického bodu.....	11
Obr. 4	- Fotografie zadané lokality.....	12
Obr. 5	- Konfigurace rajónu.....	13
Obr. 6	- Princip technické nivelace.....	15
Obr. 7	- Trigonometrické určení výšky.....	16
Obr. 8	- Výřez z měřického náčrtu.....	18
Obr. 9	- Totální stanice TOPCON GPT-3003N.....	19
Obr. 10	- Niveláčnický přístroj TOPCON AT-G7.....	20
Obr. 11	- Prostředí programu GROMA.....	21
Obr. 12	- Výřez účelové mapy z programu Microstation v8i.....	26
Obr. 13	- Polyedrický model.....	28
Obr. 14	- Plátový model.....	28
Obr. 15	- Rastrový model.....	28
Obr. 16	- Pracovní prostředí ATLAS DMT.....	29
Obr. 17	- Příčný profil.....	30
Obr. 18	- Barevná hypsometrie.....	31
Obr. 19	- Sklonová mapa.....	31
Obr. 20	- Expoziční mapa.....	32
Tab. 1	- Porovnání výšek pomocných měřických bodů z GNSS a technické nivelace..	15
Tab. 2	- Technické parametry.....	19
Tab. 3	- Kritéria přesnosti pro 3. třídu.....	22
Tab. 4	- Kritéria pro výšky.....	23



SEZNAM ZKRATEK

Bpv	Balt po vyrovnání
ČSNS	Česká státní nivelační síť
ČSN	Česká státní norma
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
DMT	Digitální model terénu
FAST	Fakulta stavební
GNSS	Globální družicový navigační systém (Global Navigation Satellite System)
k.ú.	katastrální území
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
RTK	Real Time Kinematic
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
TIN	Nepravidelná trojúhelníková síť (triangulated irregular network)
ZhB	Zhušťovací bod
ZMVM	Základní mapy velkých měřítek



SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Zápisníky měření (digitálně)
- Příloha č. 2: Adjustované měřické náčrtý (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 3: Výpočetní protokoly (digitálně)
- Příloha č. 4: Seznamy souřadnic a výšek (digitálně)
- Příloha č. 5: Posouzení přesnosti (digitálně)
- Příloha č. 6: Přehled kladu měřických náčrtů (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 7: Přehledný náčrt pomocné měřické sítě (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 8: Účelová mapa v měřítku 1:500 (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 9: Zápisník technické nivelace (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 10: Geodetické údaje (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 11: Podélný a příčné profily (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 12: Kontrolní profil (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 13: Vizualizace DMT – Barevná hypsometrie (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 14: Vizualizace DMT – Sklonová mapa (digitálně i v analogové podobě)
- Příloha č. 15: Vizualizace DMT – Expoziční mapa (digitálně i v analogové podobě)