



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

ZAMĚŘENÍ A VYHOTOVENÍ ÚČELOVÉ MAPY VELKÉHO MĚŘÍTKA V K. Ú. MALHOSTOVICE - LOKALITA ZLÁMANINY ČÁST A

SURVEY AND PREPARATION OF A LARGE-SCALE MAP IN THE CADASTRAL DISTRICT
MALHOSTOVICE - LOCALITY ZLÁMANINY PART A

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Terézia Orviská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2021



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, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Terézia Orviská
Název	Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítko v k. ú. Malhostovice - lokalita Zlámaniny část A
Vedoucí práce	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- Fišer Z., Vondrák J.: Mapování II, CERM Brno, 2004
- Bartoněk D.: Počítačová grafika, Brno 2000.
- Bartoněk D.: Vybrané kapitoly z počítačové grafiky, Brno 2002.
- Anderson J. M., Mikhail E. M.: Surveying, Theory and Practice, WCB McGraw - Hill, 1998.
- Kahmen H.: Angewandte Geodasie Vermessungs-kunde, Walter de Gruyter and Co., Berlin, 2006.
- Kalvoda P.: Kurz Moodle GE10 - Mapování I, Ústav geodézie FAST VUT v Brně, 2017.
- ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.
- ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.
- Nařízení vlády č. 430/2006 Sb. o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání, v platném znění. 2006.
- Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. 1994.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě Zlámaniny (k. ú. Malhostovice) vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů užitím dostupných bodů státního bodového pole v kombinaci s technologií GNSS. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou. Získaná data analyzujte, zpracujte a na jejich základě vyhotovte účelovou mapu. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

K práci doložte výsledek práce a meziprodukty vzniklé při řešení zadání v míře a formě, která umožní posoudit geometrickou a polohovou správnost a kvalitu výsledků práce, tj. především soubory vzniklé při zpracování v původních formátech (nejen "pdf").

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Predmetom tejto bakalárskej práce je zameranie a vyhotovenie účelovej mapy v katastrálnom území Malhostovice – lokalita Zlámaniny. Meranie je pripojené do záväzných referenčných systémov S-JTSK a Bpv technológiou GNSS v kombinácii s využitím štátneho bodového poľa. Výsledná mapa v mierke 1:500 je vyhotovená v súlade s ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411. Práca poskytuje teoretický úvod do problematiky s následným podrobným popisom prác.

KLÍČOVÁ SLOVA

účelová mapa, tachymetria, technológia GNSS, polohopis, výškopis, kontrolný profil

ABSTRACT

The theme of this bachelor's thesis is mapping and creating of a purpose map in the cadastral area of Malhostovice – locality Zlámaniny. The measurement is connected to the binding reference systems S-JTSK and Bpv by the GNSS technology in combination with the use of the state point field. The final map at a scale of 1: 500 is made in accordance with ČSN 01 3410 and ČSN 01 3411. The work provides a theoretical introduction to the issue with a subsequent detailed description of the work.

KEYWORDS

purpose map, tachymetry, GNSS technology, planimetry, altimetry, control profile

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Terézia Orviská *Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka v k. ú. Malhostovice - lokalita Zlámaniny část A*. Brno, 2021. 50 s., 22 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka v k. ú. Malhostovice - lokalita Zlámaniny část A* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 27. 5. 2021

Terézia Orviská
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka v k. ú. Malhostovice - lokalita Zlámaniny část A* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27. 5. 2021

Terézia Orviská
autor práce

POĎAKOVANIE

Chcela by som sa poďakovať môjmu vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. za venovaný čas a rady počas celého procesu tvorby. Vďaka patrí aj Márii Ondrekovej predovšetkým za spoluprácu a pomoc pri meračských prácach.

OBSAH

1.	Úvod	10
2.	Lokalita.....	11
2.1.	Popis obce	11
2.2.	Popis lokality	13
3.	Mapa	15
3.1.	Delenie máp	15
3.1.1.	Účelová mapa.....	16
4.	Prípravné práce	19
4.1.	Rekognoskácia terénu	19
4.2.	Pripojenie do záväzných referenčných systémov	20
4.3.	Voľba metód merania	21
4.3.1.	Technológia GNSS	22
4.3.2.	Priestorová polárna metóda	26
4.4.	Voľba prístrojového vybavenia.....	26
4.4.1.	GNSS aparatúra	27
4.4.2.	Totálna stanica	28
5.	Meračské práce.....	29
5.1.	Budovanie a zameranie pomocnej meračskej siete	29
5.2.	Podrobné meranie	31
5.3.	Meračský náčrt	33
6.	Spracovanie meraných dát.....	34
7.	Tvorba účelovej mapy.....	36
7.1.	Polohopisné spracovanie dát	36
7.2.	Vyjadrenie výškopisu	37
7.3.	Popisné a konštrukčné prvky mapy.....	38
7.4.	Ostatné grafické prílohy	39

8.	Testovanie presnosti	40
8.1.	Kontrolné profily	41
8.2.	Testovanie presnosti výšok	42
9.	Záver	44
10.	Zoznam použitých zdrojov.....	45
11.	Zoznam použitých obrázkov a tabuliek.....	47
12.	Zoznam použitých skratiek.....	48
13.	Zoznam príloh.....	49

1. Úvod

Obsahom a cieľom bakalárskej práce je zameranie a vyhotovenie účelovej mapy v katastrálnom území obce Malhostovice - lokalita Zlámaniny v mierke 1:500 a priblíženie tohto postupu. Výstupy práce sú spracované tak, aby sa mohli prípadne ďalej použiť k tvorbe DMT.

Práca je rozdelená do 13 kapitol. Spočiatku sa zaoberá všeobecným popisom priebehu, priblížením lokality a základnými informáciami o mape ako produkte geodetických prác. Plynule prechádza k priblíženiu samotného procesu tvorby mapy od prípravných prác zahŕňajúcich rekognoskáciu terénu ako dôležitú časť prípravy, na čo nadväzuje voľba metód merania a s tým spätá voľba prístrojového vybavenia. Tak ako aj v praxi, chronologicky nasledujú samotné terénne práce. Meračské práce zahŕňajú budovanie a zameranie pomocnej meračskej siete, z ktorej môže byť vykonané samotné podrobné zameranie predmetnej lokality. Pre jednoduchosť a plynulosť následného spracovania je súčasne s podrobným meraním počas meračských prác vyhotovovaný poľný meračský náčrt. Po ukončení fázy merania nasledujú takzvané kancelárske práce. Do tejto časti procesu spadá predovšetkým spracovanie meraných dát vo výpočtových softwaroch, testovanie presnosti merania a konečná tvorba grafických výstupov účelovej mapy.

Predmetom merania bol lesný úsek v blízkosti pozemku s ornou pôdou, a preto bola len časť bodov pomocnej meračskej siete určená technológiou GNSS a zvyšné body boli určené rajónom. Existujúce bodové pole bolo využité pre pripojenie do záväzného geodetického referenčného systému v kombinácii s technológiou GNSS. Z existujúceho bodového poľa boli využité 2 zhŕňovacie body. Podrobné meranie bolo realizované tachymetrickou metódou v podrobnosti vyhovujúcej mierke 1:500 a s presnosťou odpovedajúcou požiadavkám zadávateľa, ktorá korešponduje s 3. triedou presnosti podľa ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek – Základní a účelové mapy [6].

Pre spracovanie nameraných dát bol použitý výpočtový software Groma v. 12. Grafické spracovanie prebiehalo v prostredí programov MicroStation V8i a jeho nadstavby MGeo. Na tvorbu modelu TIN, z ktorého boli následne interpoláciou vygenerované vrstevnice bol využítý program Atlas, v ktorom boli taktiež vytvorené a vygenerované kontrolné profily.

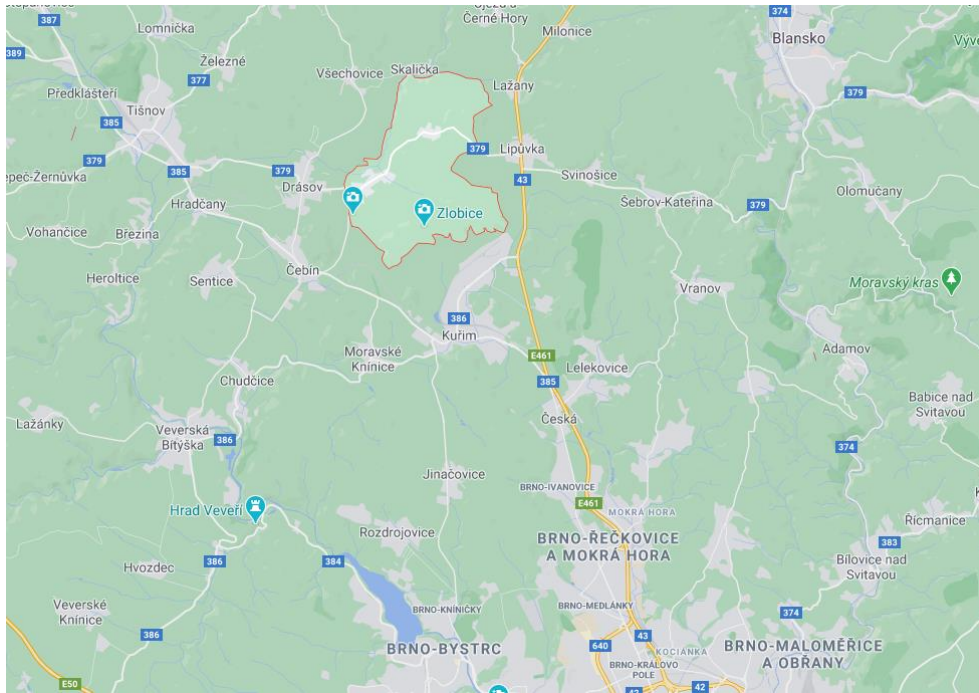
Výsledná účelová mapa v mierke 1:500 a jej prílohy sú vyhotovené v súradnicovom systéme S-JTSK, výškovom systéme Bpv a sú spracované v súlade s ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek – Kreslení a značky [9] a ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek – Základní a účelové mapy [6].

2. Lokalita

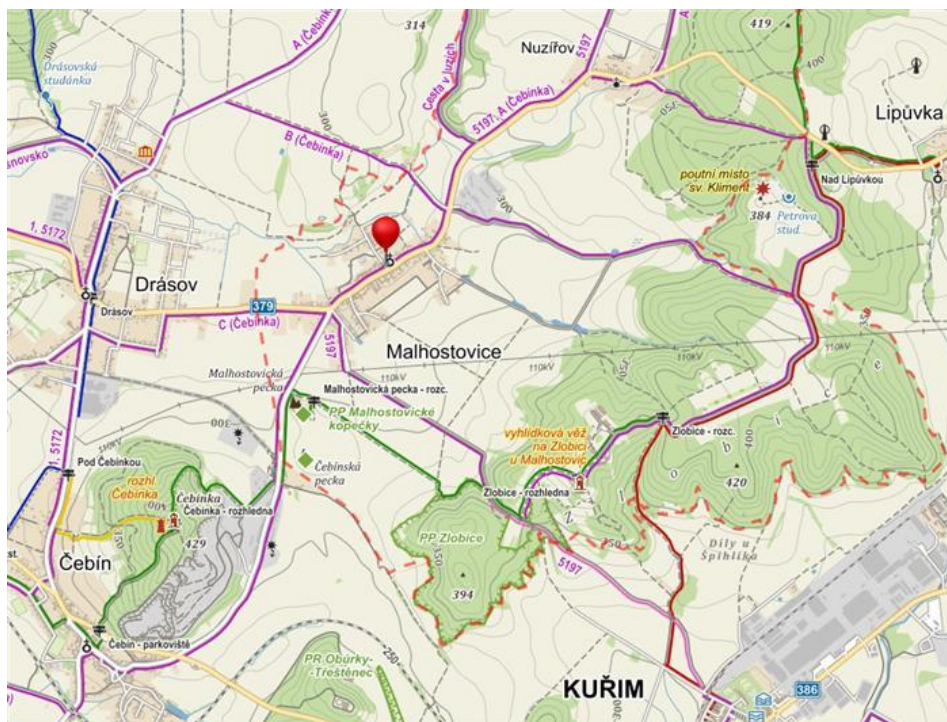
Účelom tejto kapitoly je priblíženie a popis lokality a danej obce, v ktorej je záujmové územie situované.

2.1. Popis obce

Meračské práce sa odohrávali na okraji obce Malhostovice v rovnomennom katastrálnom území. Obec s necelou tisíckou obyvateľov (údaj k roku 2011) spadajúca do okresu Brno-venkov v Jihomoravskom kraji sa rozprestiera na rozhraní Českomoravskej vrchoviny a Moravského krasu približne 21 km severozápadne od Brna. Pomerne jednoduchý a rýchly prístup k obci zabezpečuje cesta I. triedy vedúca z Brna cez Svitavy. Obec je situovaná v kotline s nadmorskou výškou približne 280 m. Pod obec spadá aj časť Nuzířov. Katastrálne územie sa zo zemepisného hľadiska nachádza v Boskovické brázdě vo východnom okraji Tišnovské kotliny. Okolie obce je prírodne pomerne bohaté. Možno tu nájsť niekoľko prírodných pamiatok. Jednou z nich je pp Zlobice – široko klenutý chrbát s dvoma vrcholmi oddelenými širokým sedlom s rôzne exponovanými svahmi. Ďalej napríklad dve skalky na ostrovčeku devonského vápenca s názvom Drásovský kopeček. Pomerne výraznou prírodnou pamiatkou je aj Malhostovická pecka. Je to vápencový skalný útvar po pravej strane cesty z Čebína do Malhostovic. Dedinou preteká potôčik Žlíbek, do ktorého vtekajú 3 menšie malhostovické vodoteče – Šekramský potok, Pachla a Žalvíř, na ktorom boli v minulosti vybudované jazierka. Cez obec a jej okolie vedie aj niekoľko turistických trás často kombinovaných s cyklotstezkami. [1]



Obrázok 1 Situačná mapa obce [2]



Obrázok 2 Priebek turistických trás obcou a okolím [1]

2.2. Popis lokality

Záujmové územie sa rozprestiera v juhovýchodnej časti obce smerom na Kuřim. Predmetom merania bol lesný úsek v lokalite Zlámaniny. Pre tvorbu bodového poľa bola využitá aj priliehajúca poľnohospodárska pôda. K blízkosti lokality vedie komunikácia, ktorou prebieha cyklotrasa Čebinka. Lesným územím prechádza taktiež turistická stezka vedúca na Malhostovickú pecku. Porast tvoria predovšetkým listnaté stromy a dreviny lemujúce okraj lesa, ktoré pridávajú na hustote, kombinované s malými plochami ihličnatých stromov. Pričom podstatná časť lesného pozemku spadá do vlastníckeho práva mesta Kuřim. V blízkosti lokality sa nachádzajú aj využiteľné body polohového bodového poľa. [3]



Obrázok 3 Satelitná snímka s približne vymedzenou lokalitou [2]



Obrázok 4 Lokalita v zimnom období [autor]



Obrázok 5 Lokalita v období september-október [autor]



Obrázok 6 Lesná stezka v zimnom období [autor]

3. Mapa

Mapa ako produkt geodetických prác vzniká výkonom množstva činností, ktoré môžeme označiť pojmom mapovanie. Toto súhrnné pomenovanie zastrešuje etapu prípravných prác, rekognoskáciu. Dôležitým krokom je aj zisťovanie predmetov merania na čo nadväzuje budovanie siete pomocných meračských bodov. V tomto momente je možné zahájiť podrobné meranie. Po ukončení terénnych prác sa plynule prechádza ku výpočtovému spracovaniu a ďalším spracovateľským prácam, ktoré zahŕňajú predovšetkým grafické spracovanie. Pre túto prácu príznačným pojmom – účelové mapovanie – označujeme súhrn činností, ktoré vedú k vytvoreniu máp veľkých mierok. Dôležitým faktorom, ktorému je potrebné venovať patričnú pozornosť pri prípravných prácach je voľba vhodnej mierky mapovania, respektíve mierky, v ktorej bude mapa vyhotovená. Voľbu mierky ovplyvňuje hneď niekoľko faktorov, a to: presnosť mapovania, rozsah daného územia, spôsob tvorby mapy a rovnako aj účel mapovania. [4]

Definícia mapy sa môže zdroj od zdroja mierne líšiť. Terminologický slovník zememěřictví a katastru nemovitostí definuje mapu ako [5] „*zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles nebo jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografických zobrazení), ukazující prostřednictvím metod kartografického znázorňování polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně-ekonomických a technických objektů a jevů*“

3.1. Delenie máp

Výsledná forma, účel a iné ďalšie vlastnosti máp sa môžu rôzniť a preto ich môžeme diferencovať z viacerých aspektov. Podľa potreby mapovania môžeme tak mapy rozdeliť z nasledujúcich hľadísk:

- Podľa spôsobu vyhotovenia
 - Mapy pôvodné
 - Mapy odvodené
 - Mapy čiastočne odvodené
- Podľa mierky – z technicko–inžinierskeho hľadiska
 - Mapy veľkých mierok – do mierky 1 : 5 000 (vrátane)
 - Mapy stredných mierok – 1 : 10 000 až 1 : 200 000
 - Mapy malých mierok – 1 : 200 000 a menšie

- Podľa kartografických vlastností
 - Mapy konformné
 - Mapy ekvidištantné
 - Mapy ekvivalentné
 - Mapy vyrovnávacie
- Podľa obsahu mapy
 - Polohopisné mapy
 - Výškopisné mapy
 - Mapy obsahujúce len výškopis

Rozdelenie máp podľa obsahu upravuje aj ČSN 01 3410

 - Základné mapy
 - Účelové mapy – tematické mapy veľkých mierok
- Podľa výslednej formy
 - Grafické (analogové) mapy – história
 - Číselné mapy
 - Digitálne mapy
- Podľa počtu mapových listov
 - Mapový súbor (súbor máp)
 - Atlas (mapový atlas)
 - Mapové dielo
 - Samostatná mapa [4]

3.1.1. Účelová mapa

ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek – Kreslení a značky [9] definuje účelovou mapu ako mapu patriacu do skupiny delenia podľa obsahu. V kapitole 4 stanovuje [6]: „b) účelove mapy (tematické mapy veľkých měřítek), které obsahují kromě prvků základní mapy další předměty šetření a měření stanovené pro daný účel.“

Pričom základné, ako už z názvu vyplýva, disponujú základným, všeobecne využiteľným obsahom. Základné mapy veľkých mierok vznikajú výlučne pôvodným mapovaním. Z nich už môžu byť ďalej odvodzované mapy menších mierok, možnosťou je aj ich využitie ako podklad, pri tvorbe tematických máp. [6]

Mapa s účelovým obsahom vyhotovená v malej mierke sa nazýva tematická. Účelová mapa je vždy mapa veľkej mierky a v praxi veľmi rozšírená. Podrobne sa šetria, merajú

a následne spracovávajú javy a objekty súvisiace s účelom mapovania na povrchu, pod, či nad povrchom. Vznikať môže ako priamym meraním, tak aj prepracovaním, či odvodením z už existujúceho diela.

Často sa pri tvorbe účelovej mapy na úkor tematického obsahu redukuje obsah základnej mapy. Ďalším prípadom, ktorý môže nastať pri tvorbe účelovej mapy, je postup, kedy nedochádza k redukcii obsahu podkladovej mapy, ale účelovo sa podrobne prepracujú už existujúce predmetné prvky (napr. komunikácie, inžinierske siete apod.)

Trieda presnosti je priamo spätá s jej účelom, pričom presnosť je stanovená objednávateľom. Vo väčšine prípadov presnosť odpovedá 3. triede presnosti podľa ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek – Kreslení a značky [9]. Vzhľadom k účelu sa volí taktiež aj mierka mapy. Objednávateľ ďalej stanovuje obsahové náležitosti, výslednú formu, kartografické vyjadrovacie prostriedky s ohľadom na súvisiace normy a predpisy. [4], [7]

3.1.1.1. Delenie účelových máp

Rovnako ako delíme mapy vo všeobecnosti, môžeme deleniu podrobiť aj dielčie skupiny máp. Výnimkou nie sú ani účelové. Najdôležitejším kritériom diferencovania v prípade účelových máp je práve ich účel. Možné rozdelenie účelových máp [7]:

1. Účelové mapy základného významu
 - Technická mapa mesta (TMM)
 - Základná mapa závodu (ZMZ)
 - Základná mapa diaľnice (ZMD)
 - Základná mapa letiska (ZML)
 - Jednotná železničná mapa staníc a tratí (JŽMST)
2. Mapy podzemných priestorov
 - Sú mapy všetkých podzemných priestorov mimo baní, tunelov a metra
3. Ostatné účelové mapy
 - Účelové mapy pre prevádzkové účely organizácií
 - Účelové mapy pre pozemkové úpravy
 - Lesnícke a vodohospodárske mapy
 - Geodetická časť dokumentácie skutočného vyhotovenia stavieb apod.

3.1.1.2. Obsah účelovej mapy

Dôležitým ukazovateľom nielen účelovej mapy je jej obsah. Obsah je samozrejme prispôsobený účelu diela. Na základe vyššieho delenia máp podľa obsahu, a to na polohopisné a výškopisné si môžeme jednoducho odvodiť dve obsahové veličiny mapy. Sú nimi polohopis a výškopis. Tieto prvky dopĺňa popis. Bez popisu by sme mohli mapy označiť ako „slepé“, ktoré v obore geodézie nie sú prakticky využiteľné, a preto je popis dôležitý obsahový prvok máp využívaných v geodetickej praxi. [4]

Polohopis je súčasťou ako máp polohopisných, tak aj výškopisných. Obsahom je obraz predmetov šetrenia a merania, ktoré sú v mapovom diele graficky znázornené pomocou bodov, čiar a mapových značiek. Vyjadruje v mierke ich polohu, rozmer a tvar nezávisle na výškových pomeroch. Prvky polohopisu sú zobrazené vo vodorovnej rovine, ktorá nahrádza skutočnú zakrivenú časť zemského povrchu – k tomuto prevodu využívame kartografické zobrazenie (matematické vzťahy). Vzdialenosti v zobrazovacej rovine sú vždy kratšie ako skutočné priestorové vzdialenosti vplyvom zakrivenia Zeme a výškových rozdielov. [4], [5], [8]

Úlohou výškopisu je čo najrealistickejšie vyobrazenie terénneho reliéfu na mape. Je to teda ten obsah výškopisnej mapy, ktorý zobrazuje výšky a výškové pomery, teda prevýšenia, v rôznej forme. Výšky sú vyjadrené číselne – výškové kóty. Pre reálnejší obraz, či plasticitu terénu sa však využívajú najmä grafické znázorňovacie prostriedky, ktoré evokujú tretí rozmer, kam zaraďujeme vrstevnice, terénne šrafy, prípadne priestorovo pôsobiace tieňovanie. Výška je skrátene pomenovanie pre nadmorskú výšku, alebo výšku lokálneho výškového systému. [5], [8], [9]

Popis dopĺňa obsah mapy o názvy, mená, skratky a čísla číselnými znakmi a predpísanými mapovými značkami. Rozlišujeme popis prvkov v mapovom poli, rámové a mimorámové údaje. Primárna funkcia popisu je informatívna. Prostredníctvom mimorámových údajov sú poskytované užívateľovi mapy informácie o názve a druhu kartografického diela, mierke, súradnicovom a výškovom systéme, tirážne údaje (údaje o vyhotoviteľovi), okrajové náčrtky a označenie mapového listu a susedných mapových listov. Tieto informácie sú umiestnené mimo rámu mapy alebo mapového listu. Rámové údaje, umiestnené vo vnútri obvodu mapového rámu zahŕňajú čísla bodov polohového bodového poľa, miestne a pomiestne názvy, prípadne tiež údaje o výškach. [5], [7], [8], [9]

Obsahové náležitosti stanovuje ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek – Kreslení a značky [9], podľa ktorej je odporúčené postupovať pri vyhotovovaní grafických výstupov účelovej mapy.

4. Prípravné práce

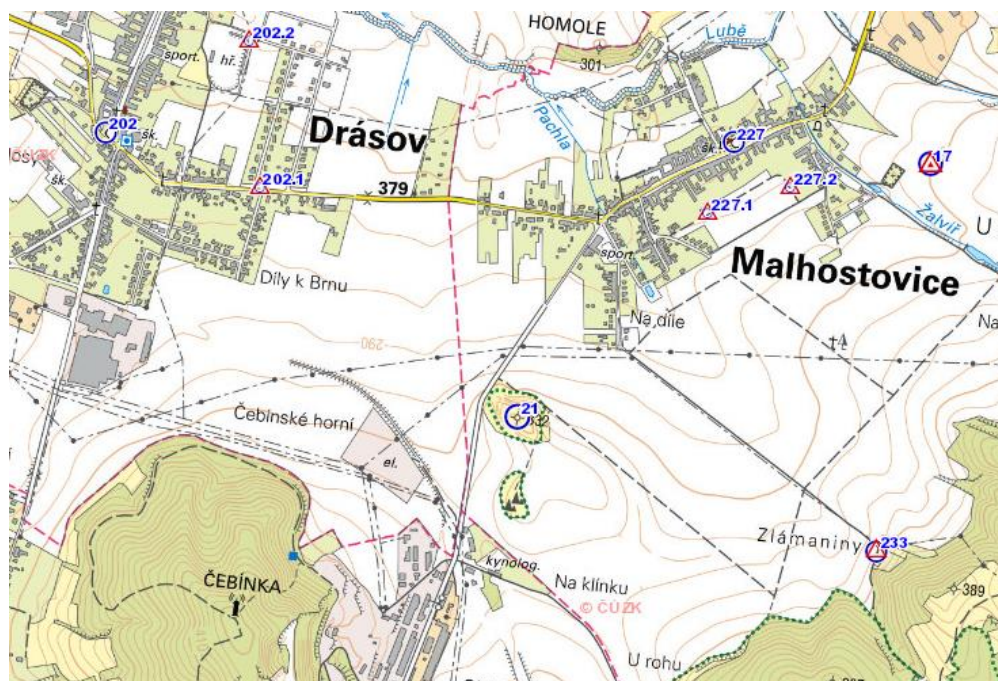
V nadchádzajúcej kapitole bude nielen predstavená problematika v teoretickej rovine, ale aj bližšie charakterizovaný samotný počiatok procesu mapovania v teréne. Pred akýmkoľvek meračskými prácami je potrebné v prvom rade kvalitne a dôsledne rozplánovať celý proces, čomu predchádza rekognoskácia terénu, rozloženie bodového poľa, využitie už existujúceho štátneho bodového poľa, výber metód merania, časový rozvrh prác.

4.1. Rekognoskácia terénu

Rekognoskácia, alebo inými slovami prieskum terénu je dôležitou súčasťou prípravy. Kvalitná príprava je predpokladom hladkého priebehu zvyšných etáp mapovania. Počas rekognoskácie si geodet prehliada terén, prírodné pomery, predovšetkým prístupnosť v rámci územia lokality, hustotu porastu. V čase pochôdzky premýšľa nad potenciálnym rozložením bodového poľa. Skúma, predovšetkým pomocou webového prehliadača a databázy bodových polí poskytovaných internetovou stránkou *Geoportál ČÚZK*, či sú v okolí záujmového územia využiteľné body už zriadené, ktoré zabezpečujú pripojenie do záväzných referenčných systémov.

V prípade terénnych prác k tejto bakalárskej práci bol prvý deň vyčlenený na preskúmanie lokality, príslušného terénu a lesného porastu. Bolo rozhodnuté o metódach merania, približnom rozmiestnení bodov meračskej siete, využití existujúcich bodov a špecifikovaná hranica merania objednávateľom priamo v teréne.

Z informácií získaných internetovým prieskumom, bolo rozhodnuté o využití 3 zhusťovacích bodov, z čoho bod 000000933052330 je v bezprostrednej blízkosti záujmovej lokality, stabilizovaný žulovým kameňom, a preto bolo možné kontrolné zameranie bodu metódou GNSS. Z dvojitého merania technológiou GNSS vyplývala vysoká výšková odchýlka, čo bolo dôvodom využitia bodu výhradne na polohové pripojenie. Rozdiel výšok z geodetických údajov bodu a dvojitého merania činila 0,1 m. A preto bola v ďalších krokoch používaná výška bodu získaná meraním. Pre body 000000933052270 a 000000933052020 platí, že bodom je stred makovice kostola v obci Malhostovice (227) a v Drásove (202). Z dôvodu členitosti terénu bola veža kostola v Drásove viditeľná len z niektorých častí lokality. Nakoniec tento bod využitý nebol, nakoľko počas merania z tých častí, odkiaľ terén odhaľoval tento bod, bola znížená viditeľnosť na absolútne minimum poveternostnými podmienkami.



Obrázok 7 Štátne bodové pole v okolí záujmovej lokality [3]

4.2. Pripojenie do záväzných referenčných systémov

Zo zásad pre vypracovanie práce vyplýva požiadavka na pripojenie siete do záväzných referenčných systémov využitím dostupných bodov štátneho bodového poľa v kombinácii s technológiou GNSS.

Nariadenie vlády č. 430/2006 Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání stanovuje v § 2 [10]: „(1) Geodetickými referenčními systémy závaznými na území státu (dále jen "závazné geodetické systémy") jsou

- a) Světový geodetický systém 1984 (WGS84),
- b) Evropský terestrický referenční systém (ETRS),
- c) Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK),
- d) Katastrální souřadnicový systém gusterbergský,
- e) Katastrální souřadnicový systém svatoštěpánský,
- f) Výškový systém baltský – po vyrovnání (Bpv),
- g) Tíhový systém 1995 (S-Gr95),
- h) Souřadnicový systém 1942 (S-42/83).“

Meračská sieť vyhotovená pre túto bakalársku prácu bola pripojená pomocou 2 zhŕšťovacích bodov (00000093305227 a 000000933052330) a ďalších 5 bodov (4001, 4002, 4013 - 4015) určených technológiou GNSS pripojená do súradnicového systému S-JTSK a výškového systému Bpv. GNSS prijíma informácie a pracuje s európskym systémom ETRS89 a ďalej v zariadení v priebehu merania *Transformačný modul spresnenej globálnej transformácie Trimble 2018 (verzia 1.0)* sprostredkováva spresnenú globálnu transformáciu pre prevod údajov z ETRS89 do S-JTSK a Bpv.

Technické parametre S-JTSK podľa nariadenia vlády 430/2006 Sb. [10]:

„3. Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální je určen

a) Besselovým elipsoidem s parametry $a = 6377397,15508$ m, $b = 6356078,96290$ m, kde „a“ je délka hlavní poloosy, „b“ je délka vedlejší poloosy,

b) Křovákovým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze,

c) souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí.“

Pre výškový systém Bpv platí, že počiatočným bodom je nula stupnice na morskom vodočete v Kronštade, ktorá predstavuje strednú hladinu Baltského mora a je určený normálnymi Molodenského výškami. [10]

4.3. Voľba metód merania

Po dôkladnom zoznámení sa s prírodnými pomermi a využiteľnosťou bodového poľa bolo pristúpené k voľbe metód merania. Predmetom merania v lokalite Zlámaniny je lesný úsek a preto bolo možné využiť technológiu GNSS k zameraniu iba niekoľkých bodov lokalizovaných v priliehajúcej ornej pôde. Okraj lesa je lemovaný prevažne krovinatými hustými druhmi rastlín, čo obmedzuje viditeľnosť smerom do lesa a preto bolo nutné určiť niekoľko ďalších pomocných meračských bodov vo vnútri lesa, kde je však technológia GNSS nevyužiteľná a preto sa pristúpilo k ďalším geodetickým metódam merania. Z bodov určených GNSS sa priestorovou polárnou metódou určovali stanoviská ako dvojnásobné rajóny (v jednom prípade trojnásobný). Rovnaká metóda bola užitá aj pri samotnom podrobnom meraní, ktoré pre efektívnosť práce prebiehalo simultánne s určovaním bodov PMS. V návod pre OKO a prevod môžeme nájsť požiadavky pre presnosť merania geodetickými metódami a technológiou GNSS [11]:

„Délky a směry se měří s takovou přesností, aby při opakovaném nebo kontrolním měření nebyly překročeny tyto mezní odchylky v rozdílech dvojího měření:

- a) $0,001(d/2) + 0,05$ m pro délky v měřické síti,
- b) 0,08 m pro oměrné míry mezi jednoznačně identifikovatelnými podrobnými body,
- c) $4/d$ [gon] pro směry na pomocné body v měřické síti,
- d) $5/d$ [gon] pro směry na jednoznačně identifikovatelné podrobné body, kde d je délka v metrech.“

Návod ďalej definuje princípy merania dĺžok. Pri meraní dĺžkomermi sa môžu využívať, až na niektoré výnimky, elektronické dĺžkomery s optickými odrazovými systémami, pričom sa tieto vzdialenosti merajú a registrujú s presnosťou na 0,01 m. Ďalej dĺžky podliehajú korekciám, kedy sa redukujú o fyzikálne a matematické vplyvy a nakoniec sa redukujú kartografickým zobrazením do zobrazovacej roviny. [11]

Uhlové údaje je potrebné merať a registrovať s presnosťou minimálne na 0,0010^s. Na každom stanovisku je nutné určiť orientáciu aspoň na dva body BP a PMS, pričom aspoň na jeden z nich je potrebné zmerať aj dĺžku. Ideálny uhol medzi dvoma meranými smermi na orientácie sa pohybuje v rozmedzí 30 – 170 gon. V prípade voľného stanoviska, pretínania zo smerov alebo z dĺžok je to podmienkou. [11]

Použitie metódy rajón pre určenie bodov PMS podlieha kritériám, ktoré stanovujú maximálnu dĺžku rajónu na 1000 m, pričom táto dĺžka nesmie presahovať dĺžku na najvzdialenejšiu orientáciu a zároveň najväčšia prípustná dĺžka trojnásobného rajónu je 250 m. [15]

4.3.1. Technológia GNSS

Určovanie priestorovej polohy bodu pomocou technológie GNSS je v súčasnej geodézii jednou z najpoužívanějších metód. Jej veľkou prednosťou je časová efektívnosť a pomerná jednoduchosť merania. Avšak využiteľnosť rapídne klesá s narastajúcou výškou porastu, či hustotou zástavby, keďže hrozí riziko viacnásobného odrazu signálu, čo sa negatívne odzrkadľuje na výslednej presnosti a správnosti, prípadne tieto rušivé faktory úplne zabraňujú prechodu signálu a teda nie je meranie napojené na dostatočné množstvo družíc potrebných na určenie súradníc bodu.

Celý komplex navigačného systému sa delí na 3 segmenty:

- Kozmický
- Riadiaci (a kontrolný)
- Užívateľský

Kozmický segment tvoria družice (GPS je tvorený 32 družicami, Galileo 27, GLONASS 24) pohybujúce sa po svojich kruhových obežných dráhach. Súčasťou každej družice sú 3 alebo 4 veľmi presné atómové hodiny, antény pre komunikáciu s pozemným kontrolným segmentom, optické, röntgenové a pulzné-elektromagnetické detektory, rôzne senzory. Ako zdroj energie využívajú solárne panely alebo batérie.

Riadiaci a kontrolný segment zabezpečuje monitoring, ovládanie a údržbu kozmického segmentu v podobe zasielania povelov pre družice, vykonávanie manévrovania ako aj údržbu atómových hodín. Výsledky týchto činností sú poskytované vo forme navigačnej správy každej družice.

Užívateľský segment tvoria všetci tí užívatelia, ktorý pomocou prijímača prijímajú signál vysielaný jednotlivými družicami. Na základe už preddefinovaných parametrov a prijatých informácií je prijímač schopný vypočítať polohu antény, nadmorskú výšku a presný dátum a (GPS) čas. [12]

Plánovaný európsky autonómny globálny družicový polohový systém Galileo funguje principiálne rovnako ako najstarší prvý navrhnutý navigačný systém GPS NAVSTAR využívaný spočiatku Ministerstvom obrany Spojených štátov amerických, pričom bol neskôr sprístupnený aj civilným používateľom. Nezávislou obdobou je systém GLONASS spravovaný ruskou armádou, niekoľko rokov slúži už aj pre nevojenské účely. Existujú aj niektoré ďalšie lokálne systémy, ktoré však nie sú využiteľné pre geodetické merania v Európe. Prístroje pre geodetické merania technológiou GNSS v našich oblastiach prijímajú signál predovšetkým z družíc systémov GPS a GLONASS. [12]



Obrázok 8 Družica systému GLONASS - satelitný model Glonass - K [13]

Základným princípom technológie je dĺžkové meranie. Družica vysiela navigačnú správu v ktorej podáva informácie o svojej polohe, čase vyslania signálu, svoje jednoznačné označenie. Pre určenie priestorovej polohy bodu je principiálne postačujú prijat' tento signál len od troch družíc, keďže priestorovo lokalizovaný bod je charakterizovaný troma súradnicami, ale prakticky to nie je aplikovateľné, a to z dôvodu relatívne vysokej nepresnosti hodín prijímača, a preto je nutné počítať so štvrtou neznámou, tým pádom aj signál zo štvrtej, ktorou je oprava hodín prijímača. Väčší počet prijatých signálov úmerne zvyšuje presnosť merania. [12]

Spracovanie merania pre geodetické účely vyžaduje zložitejšie postupy, nakoľko sa využíva množstvo ďalších údajov z prijatých signálov voči spracovaniu merania pre navigačné účely. Je nutné realizovať meranie simultánne dvoma špeciálnymi prístrojmi, pričom musíme poznať súradnice aspoň jedného z nich. Principiálne sa určuje vektor medzi známym a neznámym bodom. Pre tento účel sú na území ČR vybudované siete referenčných staníc, ktoré zohrávajú úlohu prijímača o známych súradniciach. Pre túto prácu bolo využité pripojenie prostredníctvom internetu do siete CZEPOS, ktorú spravuje ČÚZK. [12]

Rozlišujeme niekoľko metód merania ktoré sa líšia dĺžkou (dobou) merania, s ktorou koreluje presnosť, a spôsobom merania:

1. Statická metóda s najdlhšou dobou merania, ktorá činí hodiny, niekedy až dni dosahuje presnosť 3 – 5 mm. Minimálne dve aparatúry vykonávajú súčasné kontinuálne meranie. Dáta sú spracované až po meraní, čo nazývame postprocessing.
2. Rýchla statická metóda je principiálne podobná so statickou metódou. Rozdielom je trvanie merania, ktoré je mnohonásobne kratšie – rádovo niekoľko minút. Dosiahnuteľná presnosť je závislá aj na vzdialenosti od referenčnej stanice. Vieme sa dostať na hodnoty 5 mm až 10 mm + 1 ppm.
3. Metóda Stop and Go je metódou staticko-kinematickou, kedy počas merania nemôže prijímač stratit' signál, pretože meria aj počas presunu, čo umožňuje kratšie meranie na bode (niekoľko sekúnd). Rovnako ako predošlé metódy, aj táto je postprocesná. Dosiahnuteľná presnosť sa pohybuje v rozmedzí 10 – 20 mm + 1 ppm.
4. Kinematická metóda je charakterizovaná rýchlym meraním, pričom oba prijímače musia prijímať signál z rovnakých družíc. Spracovanie taktiež prebieha až po meraní s presnosťou 20 mm – 30 mm + 3 ppm.

5. Metóda RTK je najpoužívanější metódou z hlediska geodetických měření. Měřičská aparatura je tvořena přijímačem na bodě se známými souřadnicemi, který v našem případě zastupuje referenční stanice sítě CZEPOS a pro určování nových bodů se využívá tzv. „rover“, který se pohybuje po těchto bodech. Metóda poskytuje okamžité výsledky měření, čiže měření je počítané v reálném čase, což je podmíněné nepřerušovaným datovým spojením přijímačů. Přesnost metody je 30 mm – 50 mm [12]

Metóda GNSS taktéž není 100% spolehlivá a proto je nutné overovat i její výsledky. Technické požadavky na zamerání a výpočet bodů technologií GNSS definuje vyhláška č. 31/1995 Sb. Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením v příloze bod č. 9 [14]:

„9.4 Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou. Souřadnice bodu musí vyhovět charakteristikám přesnosti stanoveným touto vyhláškou pro trigonometrické body a zhušťovací body a zvláštním právním předpisem⁹⁾ pro body podrobného polohového bodového pole a podrobné body.

9.5 Opakované měření GNSS musí být nezávislé a musí být tedy provedeno při nezávislém postavení družic, tzn., že opakované měření nesmí být provedeno v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalech:

$\langle -1 + n.k; n.k + 1 \rangle$ hodin

kde: k je počet dní a může nabývat pouze hodnot nezáporných celých čísel

n = 23,9333 hodin (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS-NAVSTAR a 22,5000 hodin (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.

9.6 Výsledek měření GNSS, pro který platí, že hodnota parametru GDOP (Geometric Dilution of Precision) nebo parametru PDOP (Position Dilution of Precision) je větší než 7,0, nelze ověřit pomocí dalšího výsledku měření GNSS, pro který rovněž platí, že hodnota parametru GDOP nebo parametru PDOP je větší než 7,0, jestliže se čas ověřujícího měření vůči času měření ověřovaného nachází v intervalu:

$\langle -3 + n.k; n.k + 3 \rangle$ hodin“

Dvojité zameranie bodov pomocnej meračskej siete technológiou GNSS v lokalite Zlámaniny prebehlo v súlade s vyššie uvedenou vyhláškou. Použité prijímače, ako aj spracovateľské výpočtové programy a meračské postupy zaručili požadovanú presnosť výsledkov. Bola zvolená metóda RTK s dobou záznamu 30 s, čo zabezpečuje minimálny požadovaný počet záznamov – 5. [14]

4.3.2. Priestorová polárna metóda

Priestorová polárna metóda je principiálne totožná s tachymetrickým meraním. Bazálne získavame prvky potrebné pre určenie priestorovej polohy bodu jedným meraním. Na základe zmeranej dĺžky, vodorovného smeru a výškového uhlu, pričom je potrebné poznať výšku prístroja nad stanoviskom a taktiež výšku cieľa, sme schopní určiť pravouhlé priestorové súradnice určovaného podrobného bodu. [5]

Termín tachymetria môžeme interpretovať aj ako rýchlomeračstvo, čo vedie ku skonštatovaniu, že metóda je časovo efektívna a v kombinácii s novodobým prístrojovým vybavením je aj jednoduchá a dostatočne presná.

Metóda rovnako podlieha určitým kritériám využitia, ktoré stanovujú, že určovaný bod môže byť od stanoviska vzdialený maximálne o 1,5-násobok dĺžky na najvzdialenejšiu orientáciu. Vždy treba zmerať aspoň 2 orientačné smery. Pokiaľ toto nie je možné, orientácia sa overí pomocou kontrolného zamerania podrobného bodu určeného aj z iného stanoviska. Takéto overenie sa však pre kontrolu vykonáva vždy z každého stanoviska. [16]

4.4. Voľba prístrojového vybavenia

Voľba prístrojového vybavenia je závislá na požadovanej presnosti merania, ktorá je v tomto prípade totožná s 3. triedou presnosti. Po zhodnotení faktorov vplyvajúcich na výber prístrojov, kam patrí aj charakter lokality, bolo pristúpené k použitiu prijímača GNSS-RTK Trimble R4 a totálnej stanice Trimble M3-DR2” s príslušenstvom. Vypožičanie menovaného technického vybavenia sprostredkovala Fakulta stavební VUT v Brne.

4.4.1. GNSS aparátúra

Pre určenie bodov PMS v časti lokality bez lesného porastu sa pristúpilo k určaniu bodov technológiou GNSS. Ľahký rover sa skladá z prijímača (antény) s baterkami, výtyčky a kontrolera s držiakom. Aparátúra je vyhotovená tak, aby bolo možné všetky časti zložiť do jednej kompatibilnej a ľahkej súpravy s ktorou sa jednoducho manipuluje, čo zaručuje časovú efektívnosť práce. Prijímač pracuje s oboma frekvenciami L1, L2 systému GPS s možnosťou rozšírenia prijímania signálu od družíc GLONASS. Výpočty prebiehajú v reálnom čase v kontrolere. [17]

Technické údaje [17]:

„Přesnost kinematické metody2

Poloha ±10 mm + 1 ppm RMS

Výška ±20 mm + 1 ppm RMS

Doba inicializace typicky < 25 sekund

Spolehlivost inicializace typicky > 99.9%“



Obrázok 9 Meranie GNSS aparátúrou Trimble R4 [autor]

4.4.2. Totálna stanica

Pre určenie zvyšných bodov PMS rajónmi, ktoré sa nachádzali v blízkosti, alebo priamo v lese a pre samotné podrobné meranie bola využitá totálna stanica Trimble M3-DR2" s príslušenstvom. Pri výškopisnom meraní je potrebné určiť aj výšku prístroja a výšku cieľa (odrazového hranola), ktorá môže byť určená zvinovacím metrom prípadne pásmom.

Technické údaje :

- Meranie dĺžok
 - Meranie na hranol
 - Dosah: 1,5 m až 3 000 m
 - Presnosť: $\pm(2+2 \text{ ppm} \times D)$ mm
 - Bezhranolové meranie
 - Dosah: za dobrých podmienok až do 500 m
 - Presnosť: $\pm(3+2 \text{ ppm} \times D)$ mm
- Meranie uhlov
 - Vodorovné a zenitové
 - Presnosť: $2''/0,5 \text{ mgon}$
- Ďalekohľad
 - Zväčšenie 30x
 - Rozlišovacia schopnosť $3''$
 - Minimálna vzdialenosť zaostrenia 1,5 m [18]



Obrázok 10 Totálna stanica Trimble M3-DR2" [autor]

5. Meračské práce

Po dôsledných prípravných prácach bolo pristúpene k fáze terénnych prác, ktoré spočívajú v budovaní PMS a samotnom podrobnom mapovaní lokality, v poslednej fáze prebieha kontrolné meranie, čo v našom prípade znamenalo zameranie 3 kontrolných profilov. Práce boli rozdelené na dve etapy. Prvá, kedy prebiehalo budovanie meračskej siete a veľká časť podrobného merania sa odohrávala koncom septembra a začiatkom októbra. Druhá fáza, kedy sa doplnili prípadné nedostatky v podrobnom meraní a prebehla fáza kontrolného merania, bola realizovaná v polovici decembra. Počas celej meračskej fázy je súbežne s meraním vyhotovovaný poľný meračský náčrt, ako podklad pre neskoršie grafické spracovanie.

Číslovanie pomocných a podrobných bodov [11]:

„Jednotkou číslování pomocných bodů je katastrální území a podrobných bodů měřický náčrt.

a) Pomocné body se označují příslušností ke katastrálnímu území a devítimístným číslem ve tvaru 00000CCCC, kde 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.

b) Podrobné body se označují příslušností ke katastrálnímu území a devítimístným číslem ve tvaru ZZZZZCCCC, kde ZZZZZ 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.“

5.1. Budovanie a zameranie pomocnej meračskej siete

V súvislosti so zistenými údajmi počas rekognoskácie je meračská sieť tvorená už existujúcimi zhrstovovacími bodmi 33052270 a 33052230, ktoré boli využité len ako orientácie. Bod 33052230 je stabilizovaný žulovým kameňom v blízkosti lokality, a tak bolo možné vykonať kontrolné meranie pomocou technológie GNSS. Výsledky dvojitého merania sa nezhodovali s hodnotami výšky bodu uvedenej v geodetických údajoch a tak bolo pre výpočtové procesy pristúpené k využívaniu hodnoty výšky určenej meraním. Sieť bola ďalej doplnená v prvej fáze o body pomocnej meračskej siete v nekrytej časti lokality. Dva body 4001 a 4002 určené dvojitém meraním GNSS, využívane primárne ako počiatočné body merania, z ktorých sa určovali ďalšie body PMS rajónmi, boli

stabilizované v priľahlej ornej pôde severozápadne od lokality. Bod 4003 bol stabilizovaný v severnej časti lokality, prvoplánovo mal byť určený taktiež technológiou GNSS. Meranie nedosahovalo požadovanú presnosť, pretože v okolí bodu bol už prevažne lesný porast a tak mal byť neskôr v priebehu merania určený geodetickou metódou. Počas nasledujúcich dní bola však stabilizácia zničená a bod tak nebolo možné, a v závere ani potrebné určiť pre ďalšie meranie. A tak bod 4003 chýba v číselnej rade pomocných meračských bodov. Keďže veľká časť merania prebiehala ešte počas vegetačného obdobia, stanoviská v priľahlej ornej pôde neboli dostačujúce, a preto, pre vyhovujúcu podrobnosť, bolo potrebné vytvoriť hustejšiu meračskú sieť smerom do lesa a v lese. Pričom problematickým faktorom bol aj charakter terénu. Prvá línia bodov určených rajónmi zo stanovísk 4001 a 4002 kopírovala priebeh hranice lesa. Z týchto bodov boli ďalej, už počas podrobného merania, určené ostatné stanoviská rajónmi priamo v lese.

V druhej – decembrovej – etape merania bol zistený posun bodu 4001 počas poľnohospodárskych prác. Z tohto dôvodu bolo nutné pristúpiť k premeraniu bodového poľa. Technológiou GNSS boli opäť dvojitým meraním určené body 4002 a 4001. Číslo bodu 4004 bolo použité ako pracovné číslo bodu 4001 a po aktualizácii jeho súradníc prestalo byť číslo 4004 používané. Z tohto dôvodu nefiguruje v neskoršom spracovaní, ani v zozname súradníc. Okrem dvoch preurčených bodov boli technológiou GNSS zamerané ďalšie 3 nové body (4013-4015) situované po obode ornej pôdy, slúžiace výhradne ako orientácie. Ďalší priebeh určovania ostatných bodov bol rovnaký, ako v prípade prvej fázy. Meračská sieť bola budovaná v spolupráci s Máriou Ondrekovou, ktorej predmetom merania bola susedná lokalita a z toho dôvodu bola vybudovaná spoločná meračská sieť.



Obrázok 11 Zameriavanie bodového poľa geodetickými metódami [autor]

5.2. Podrobné meranie

Podrobné meranie bol časovo najrozsiahlejší úkon meračských prác. Podrobné body boli určované niekoľko dní. Veľmi hustá zeleň sťažovala podmienky pre mapovanie územia. Pre dostatočnú viditeľnosť bolo potrebné takmer pri každom podrobnom bode upraviť okolie (odklon konárov, či v niektorých prípadoch osekanie). Väčšina lokality bola zmapovaná v období na rozhraní septembra a októbra z bodov pomocnej meračskej siete prvej generácie. Zostávajúca časť, prípadne zistená nedostatočne hustá štvorcová sieť bola doplnená meraním v decembri už z aktualizovaných súradníc bodov PMS.

Pre účely podrobného merania bola využitá výhradne totálna stanica Trimble M3 DR – 2“ s príslušenstvom. Príslušenstvo zahŕňa statív a odrazový hranol na výtyčke. Meranie bolo vykonané v súlade s technickou normou ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřitek – Základní a účelové mapy [6] a ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřitek – Kreslení a značky [9].

Postup podrobného merania:

1. Prvotné úkony v podobe horizontácie a centrácie prístroja na stanovisku, následne zistenie výšky prístroja, výšky cieľa. Dôležitým krokom je vloženie údajov o aktuálnej teplote a atmosférickom tlaku pre zavedenie fyzikálnych korekcií.
2. Orientácia stanoviska aspoň na 2 body BP alebo PMS v dvoch polohách ďalekohľadu, pričom dĺžka je meraná na všetky body, s výnimkou bodu trvalo signalizovaného na stred makovice kostola.
3. Určenie podrobných bodov priestorovou polárnou metódou v jednej (prvej) polohe ďalekohľadu, pričom na každom stanovisku je zmeraný identický bod určený aj z iného stanoviska pre geometrickú kontrolu.
4. Po zmeraní podrobných bodov sa určí kontrolná orientácia pre odhalenie prípadného posunu prístroja zapríčineného napríklad poveternostnými podmienkami, prípadne nestabilitou podkladu, nakoľko orná pôda bola premáčaná a lesná pôda je pomerne prevzdušnená a mäkká.

Predmet podrobného merania:

Polohopisná zložka:

- Komunikácie
- Rozhranie druhov pozemkov

Výškopisná zložka:

- Hrany terénnej kostry
- V miestach s konštantným spádom je štvorcová sieť tvorená výškovými bodmi vo vzdialenosti 2 – 3 cm v mierke mapy, čo pri mierke mapovania 1:500 znamená, že v skutočnosti sú body navzájom vzdialené 10 – 15 m

Zaznamenané boli taktiež popisné údaje, respektíve popis kultúr a povrchov.

Vernosť zobrazenia prvkov v mape voči skutočnosti je priamoúmerná hustote podrobných bodov, na čom závisí aj ich konečný počet. Pre účely zmapovania lokality Zlámaniny A a susednej lokality Zlámaniny B má posledný zmeraný podrobný bod číslo 463.



Obrázok 12 Podrobné meranie [autor]

5.3. Meračský náčrt

Pol'ný meračský náčrt je dôležitým podkladom pre ďalšie spracovanie nameraných dát. Je vyhotovovaný v priebehu meračských prác a zaznamenáva všetky dôležité údaje.

Obsah náčrtu podľa pokynu pre tvorbu účelovej mapy [15]: „*bodové pole, body pomocné měřické sítě, body účelové sítě, podrobné body, profily, čáry terénní kostry, tvarové čáry, vyznačení terénních stupňů (technické šrafy), náznaky horizontál, oměrné a konstrukční míry, další polohopisný obsah, hranice náčrtů, mapových listů a popis.*“

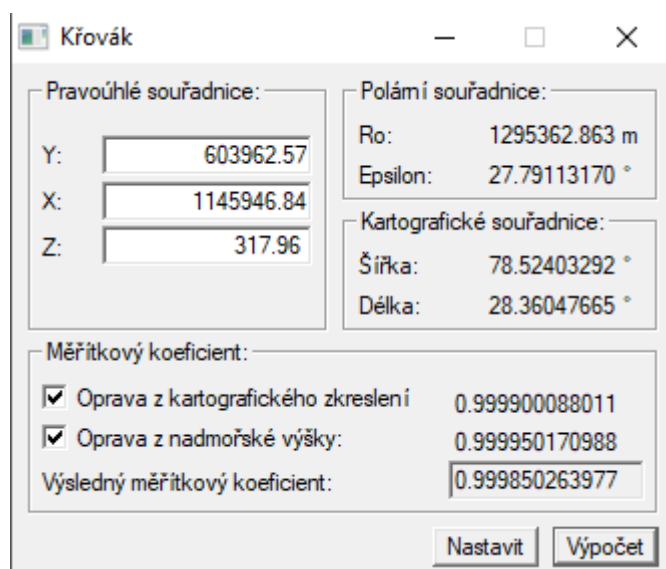
Nevyhnutne sa overuje súlad číslovania podrobných bodov v zápisníku a v náčrte. Kontrola sa uskutoční po každých 10 zmeraných bodoch, prípadne častejšie.

Po ukončení meračských prác je potrebné vykonať záverečnú úpravu náčrtu, čo znamená, že sa zvýrazia prvky obsahu náčrtu príslušnými farbami, prípadne sa doplnia chýbajúce údaje, ktoré sa pri meraní nezaznamenali, čo môžu byť údaje popisné či mapové značky. Finálna úprava sa nazýva adjustácia. Podrobný rozpis prvkov s priradením farby môžeme nájsť v Pokyne pre tvorbu účelovej mapy [15].

6. Spracovanie meraných dát

Po ukončení meračských prác sa tvorba účelovej mapy presúva k postprocesnej fáze. Merané údaje boli spracované prostredníctvom výpočtového programu Groma v. 12.

Kancelárske práce v softwarovom prostredí zahajuje vhodné nastavenie parametrov. Sem radíme formát vstupných a výstupných údajov, nastavenia pre protokol a záznamník. V ďalšom kroku boli do prostredia nahraté súradnice bodov bodového poľa a pomocnej meračskej siete určených technológiou GNSS, resp. bodov so známymi súradnicami. Vďaka nástroju *Křovák* a známym súradniciam je program schopný určiť mierkový koeficient. Tento krok je nutné vykonať pred samotným nahrávaním zázpisníka, pretože merané dĺžky obsiahnuté v zázpisníku sú pri importe vynásobené vypočítaným koeficientom.



The screenshot shows the 'Křovák' software window with the following data:

Pravoúhlé souřadnice:		Polární souřadnice:	
Y:	603962.57	Ro:	1295362.863 m
X:	1145946.84	Epsilon:	27.79113170 °
Z:	317.96	Kartografické souřadnice:	
		Šířka:	78.52403292 °
		Délka:	28.36047665 °

Měřitkový koeficient:	
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava z kartografického zkreslení	0.999900088011
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava z nadmořské výšky:	0.999950170988
Výsledný měřitkový koeficient:	0.999850263977

Buttons: **Nastavit** **Výpočet**

Obrázok 13 Vypočítaný mierkový koeficient [autor]

Následne môže teda prebehnúť import zázpisníka, ktorý sa získal exportom z totálnej stanice. Pred samotným výpočtom výsledných súradníc z dát zázpisníka je potrebné ho spracovať. Software ponúka funkciu *Zpracování zázpisníku*, v rámci ktorej prebehli úpravy spracovania merania v oboch polohách, redukcie smerov, spracovania opakovaných meraní a rovnako aj obojsmerne meranej dĺžky a prevýšenia. V tomto kroku boli taktiež vypočítane prevýšenia.

Ďalší úkon spočíva už v samotnom výpočte finálne upraveného zázpisníka polárnou metódou. V prvej fáze boli vypočítané body pomocnej meračskej siete určené rajónmi. Body pomocnej meračskej siete spolu s výškou bodu 33052330 podliehali vyrovnaniu

vykonanému pomocou programového nástroja *Vyrovnání sítě*. Takto získane súradnice bodov boli následne použité pre výpočet podrobných bodov polárnou metódou. Výpočtová funkcia *Polární metoda dávkou* je efektívnym a rýchlym variantom. Poskytuje hromadný výpočet zápisníka aj s kontrolným určením bodov.

```

Polární metoda
Bod      Hz      Z      dH     V cíle   Délka      Y      X      Z
Popis
-----
690911000010101 288.6393  97.8078   3.80    1.53   110.44  603939.60 1145987.17 322.32
Kontrolní určení bodu číslo 690911000010101
-----
Bod      Y      X      Z   Popis
-----
Starý    603939.62 1145987.16 322.34
Nový    603939.60 1145987.17 322.32
Rozdil   0.02    -0.01    0.02   Polohová odchylka: 0.02 Stř. souř. chyba: 0.02
-----
Uložený 603939.61 1145987.17 322.33
      (Průměr) (Průměr) (Průměr)

```

Obrázok 14 Kontrolné určenie podrobného bodu [autor]

Celý výpočtový proces je zaprotokolovaný. Protokol informuje taktiež o dosiahnutých odchýlkach. (vid'. príloha 04.2_protokol)

Výsledným produktom výpočtového procesu je zoznam súradníc a výšok bodov pomocnej meračskej siete a podrobných bodov. (vid'. príloha 05.2_YXH_NB)

7. Tvorba účelovej mapy

Zo získaných súradníc výpočtovým spracovaním v predchádzajúcom kroku je možné pristúpiť k ich grafickému spracovaniu. Ako podklad slúži predovšetkým poľný meračský náčrt vyhotovovaný počas meračských prác. Výsledkom prác uvedených v tejto kapitole je účelová mapa lokality Zlámaniny v mierke 1:500 v 3. triede presnosti.

Nosným spracovateľským softwarom sa stal MicroStation V8i (ďalej len MicroStation). K určitej časti spracovania bola využitá rovnako aj jeho nadstavba MGEO. Ostatným softwarom, slúžiacim pre tvorbu modelu TIN, z ktorého bolo následne možné generovať vrstevnice, bol Atlas DMT.

Pri tvorbe grafických výstupov boli dodržané zásady obsiahnuté v Pokynu pro tvorbu účelové mapy [15]. Spracovanie je rovnako v súlade s ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky [9].

Pre zjednodušenie vytvorenia samotnej účelovej mapy bola v prostredí MicroStation vyhotovená Šablóna prvkov na základe atribútovej tabuľky vyplývajúcej z požiadaviek uvedených vo vyššie spomenutom pokyne.

Obsah	Vrstva	Barva	Tloušťka	Styl	značka	Font	Výška [mm]	Šířka [mm]	Poznámka
1. Body a výškové kóty									
1 Body (elementy)	1	5	4	0					Vypnuto pro tisk
1 Podrobné body - čísla	2	0	0	0		159	0,25	0,25	Vypnuto pro tisk
1 Podrobné body - výškové kóty	3	70	0	0		158	1,6	1,4	
1 Podrobné body - výškové kóty (netisknuté)	4	70	0	0		158	1,6	1,4	Vypnuto pro tisk
1 Podrobné výškové body (terén) - značky	5	70	0	0	9.12				
1 Podrobné výškové body (terén) - značky (netisknuté)	41	70	0	0	9.12				Vypnuto pro tisk
1 Body bodových polí a pomocné měřické body - čísla	6	0	0	0		158	1,9	1,9	
1 Body bodových polí a pomocné měřické body - výšky	7	70	0	0		158	1,9	1,9	
1 Body bodových polí a pomocné měřické body - značky	8	0	0	0	1.01-1.04 1.07				
1 Význačné body terénu - značky	5	70	0	0	9.13				
1 Význačné body terénu - výšky	7	70	0	0		158	1,9	1,9	
1 Kóty na objektech a zařízeních - značky	5	0	0	0	9.14				
1 Kóty na objektech a zařízeních, relativní kóty - výšky	3	0	0	0		158	1,6	1,6	
1 Výšky 1. nadzemního podlaží - značky	9	0	0	0	9.15				
1 Výšky 1. nadzemního podlaží - výšky, výškové kóty na objektech	10	0	0	0		158	1,6	1,6	
1 Zdůrazněné vrstevnice – výškové kóty (popis)	25	70	0	0		160	1,9	1,9	

Obrázok 15 Náhľad do atribútovej tabuľky [15]

Počiatočným úkonom bolo založenie a otvorenie 2D výkresu vo formáte dgn v prostredí MicroStation. Pomocou nadstavbového modulu Groma boli v nastaveniach importu bodov definované konkrétne atribúty a následne nahraté súradnice bodov do výkresu.

7.1. Polohopisné spracovanie dát

Vyjadrenie hraníc a líniové prvky sú v mape zobrazené priamymi spojnicami ich lomových bodov, pričom je ich vzdialenosť volená tak [15], „aby se žádný bod na úsečce od skutečného průběhu hranice neodchýlil o více než 0,10 m (pro 3. třídu přesnosti).“

Polohopisná zložka kresby ďalej obsahuje trvalo stabilizované zhust'ovacie body zobrazené značkou 1.01 s ich číslom a nadmorskou výškou uvedenou s presnosťou na 0,01 m. Body pomocnej meračskej siete sú zobrazené analogicky.

7.2. Vyjadrenie výškopisu

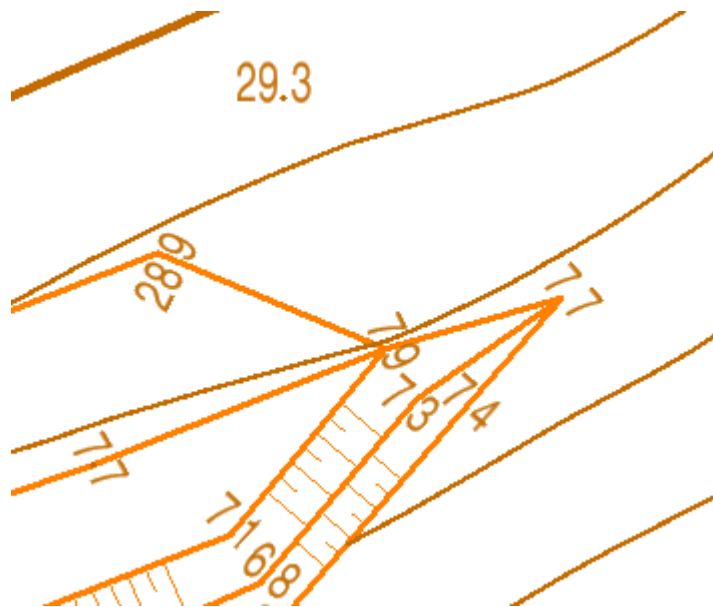
Výškopisná zložka mapy obsahuje niekoľko druhov vyjadrenia výškopisu počínajúc výškovými kótami. Ďalej sú to vrstevnice a technické šrafy. V niektorých prípadoch je možné použiť aj ďalšie mapové značky.

Príslušná mapová značka 9.12 pre podrobný výškový bod väčšinou plní funkciu desatinnej bodky. Pokiaľ je však výškový bod totožný s polohopisným, prioritu má polohopisná kresba a tak sa značka výškového bodu nekreslí. Výškové kóty na spevnenom povrchu uvádzame v metroch presnosťou na 0,01 m a na nespevnenom na 0,1 m. Pre prehľadnosť bolo pristúpené k redukcii výšok v mapovom poli rádovo na desiatky metrov, prípadne na metre.

Pre vykreslenie vrstevníc bolo nutné najskôr vytvoriť model TIN, čo je v podstate [19]: „*Vektorový popis polyedrického modelu se zavedením topologických vztahu mezi jednotlivými trojúhelníky.*“ Výsledný tvar plôšok je tak reprezentovaný nepravidelnými trojuholníkmi, pričom [19] „*Proložením rovin vrcholy jednotlivých trojúhelníku v E_3 vznikne nepravidelný mnohostěn (tzv. polyedr), který se přimyká k terénu.*“

Tento model bolo možné vytvoriť v prostredí softwaru Atlas na základe známych súradníc a výšok podrobných bodov. Pre zlepšenie aproximačných vlastností modelu boli k nemu pripojené vopred preddefinované povinné spojnice (čiary terénnej kostry – povinné, lomové a ostrovné hrany) v 3D výkrese v prostredí MicroStationu. Po generácii modelu terénu v súčinnosti s definovanými hranami bolo možné vygenerovať vrstevnice lineárnymi interpolačnými algoritmami, ktorými disponuje Atlas DMT. Takto vygenerované vrstevnice v základnom intervale 1 m, zdôraznené v 5-násobnom intervale s rozptýleným popisom v celých metroch hlavou v smere stúpania boli vyexportované a následne umiestnené do ostatnej kresby mapy.

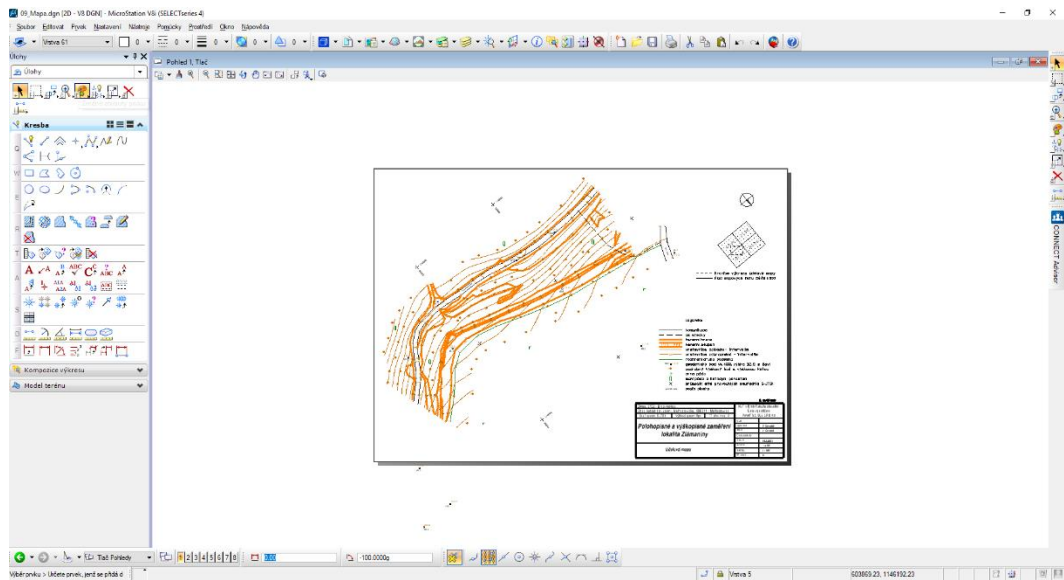
V záverečnej fáze tvorby výškopisného obsahu mapy boli nadstavbovým softwarom MGEO doplnené technické šrafy v tých miestach kresby, kde nebolo možné vyjadriť priebeh terénu pomocou vrstevníc. Polohopisná zložka je nadradená výškopisnej a tak sú hrany terénnych stupňov zobrazené iba tam, kde ich priebeh nie je totožný s polohopisnou kresbou. [15]



Obrázok 16 Variácie vyjadrenia výškopisu [autor]

7.3. Popisné a konštrukčné prvky mapy

Ako posledné boli do mapy doplnené polohopisné náležitosti. Vo výkresovom modeli boli doplnené údaje zistené pri meraní, a to popisy plôch, respektíve popis druhov pozemkov príslušnými mapovými značkami. Následne bol vytvorený model Arch, kde boli v prostredí MGEO vložené priesečníky pravouhlých súradníc siete reprezentované krížikom o dĺžke strán 2 mm s popisom, ďalej sa vytvoril okrajový náčrt umiestnenia lokality vzhľadom k polohe mapových listov v príslušnej mierke (vyznačenie kladu mapových listov). Na záver bola vytvorená legenda a vložená popisná tabuľka. Medzi popis patrí taktiež smerová ružica, ktorá je orientovaná na sever.



Obrázok 17 Prostredie MicroStation s mapou pripravenou na tlač - model Arch [autor]

7.4. Ostatné grafické prílohy

Účelovú mapu dopĺňajú aj niektoré ďalšie grafické prílohy spracovania. Patrí sem meračský náčrt, prehľadné náčrty bodového poľa a pomocnej meračskej siete.

8. Testovanie presnosti

Body kontrolného merania, ktoré prebieha bezprostredne po podrobnom meraní tvorí reprezentatívny výber minimálne 100 bodov rozmiestnených rovnomerne v rámci záujmového územia. Body sú zamerané z meračskej siete určenej nezávisle na meračskej sieti pre podrobné meranie. Proces tvorby a zamerania pomocnej meračskej siete a samotné meranie kontrolných bodov prebieha však analogicky ako pri podrobnom meraní.

Pri testovaní presnosti sa práce opierali o ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek – Základní a účelové mapy [6] : „5.3.2 Přesnost výsledku tvorby a údržby mapy (5.3.1) se stanoví pomocí charakteristik přesnosti a kritérií přesnosti (kritických hodnot charakteristik přesnosti). Dosažení stanovené přesnosti se ověřuje testováním výsledků tvorby a údržby mapy vzhledem k daným kritériím přesnosti.“ a teda „5.4.2 Dosažená přesnost se ověřuje testováním výsledků na výběru podrobných bodů z území, ve kterém se realizuje tvorba nebo údržba mapy v jedné třídě přesnosti. Testuje se statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti.“

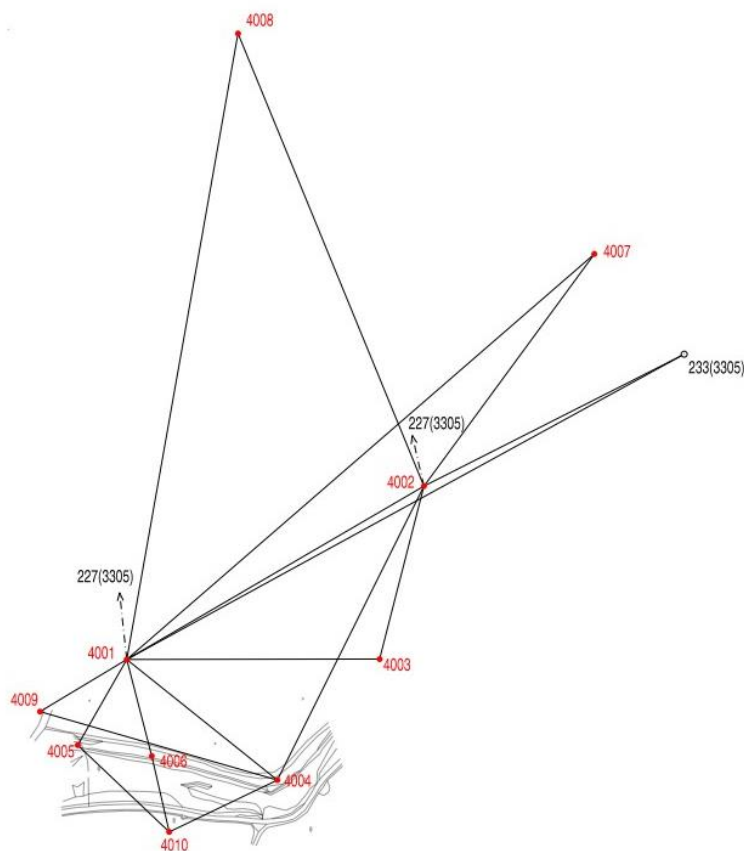
Třída přesnosti	u_{XY} [m]	u_H [m]	u_v [m]
1	0,04	0,03	0,30
2	0,08	0,07	0,40
3	0,14	0,12	0,50
4	0,26	0,18	0,80
5	0,50	0,35	1,50

Tabuľka 1 Kritéria presnosti [6]

Z charakteru lokality vyplýva nedostatočnosť počtu jednoznačne identifikovateľných bodov slúžiacich pre overenie polohovej presnosti. Na základe tejto skutočnosti bolo vykonané iba testovanie presnosti výšok. K účelu overenia výšok boli zamerané 2 priečne profily a jeden pozdĺžny profil. Táto práca je viazaná na 3. triedu presnosti.

8.1. Kontrolné profily

Pomocná meračská sieť pre kontrolné meranie bola určená nezávisle na meračskej sieti pre podrobné meranie, pričom boli pre účely kontrolného merania využité niektoré už stabilizované body. Proces tvorby a zamerania pomocnej meračskej siete a samotné meranie kontrolných bodov prebieha však analogicky ako pri podrobnom meraní. Rovnako boli najprv určené súradnice dvoch bodov (4001,4002) stabilizovaných v ornej pôde technológiou GNSS, ako aj troch bodov (4007-4009) lokalizovaných po obvodě pozemku s ornou pôdou. Z bodov 4001 a 4002 boli rajónom určené ďalšie 4 body (4003-4006) v línii rozhrania lesa. Pre žiadanú podrobnosť bolo potrebné napokon určiť posledný bod PMS (4010) priamo v lese. Nakoľko kontrolné meranie prebiehalo v zimnom období, kedy je zeleň bez listov, viditeľnosť sa násobne zvýšila oproti prvej fáze merania, a tak nebolo potrebné stabilizovať veľké množstvo bodov PMS.



Obrázok 18 Prehľadný náčrt BP a PMS kontrolného merania [autor]

Profily boli volené tak, aby vystihovali výškový charakter lokality. Priečne profily prebiehajú pravou a ľavou časťou lokality. Pozdĺžny profil je vedený osou lesnej komunikácie, ktorá prechádza predmetnou lokalitou. Prevažná časť kontrolných bodov

bola zameraná práve z lesného stanoviska 4010. Zvyšok bodov bol určený zo stanoviska 4004.

Kontrolné profily sú vytvorené v rôznych mierkach. Pre oba priečne profily platí, že staničenia aj výšky od zrovnávacej roviny sú zobrazené v mierke 1:200, pričom staničenia pozdĺžneho profilu sú v mierke 1:500, výšky 1:200. Obsahom kontrolných profilov sú taktiež graficky znázornené rozdiely medzi výškami kontrolne nameranými a tými získanými interpoláciou v mierke 1:50.

Ďalšími grafickými výstupmi vyhotovenými na podklade údajov získaných kontrolným meraním sú prehľadný náčrt pomocnej meračskej siete a pôdorys profilov, respektíve prehľadný náčrt kontrolného merania.

8.2. Testovanie presnosti výšok

[6] „5.4.5 Dosažení přesnosti výsledků výškopisu se ověřuje nezávislým kontrolním měřením a určením výšek výběru podrobných bodů výběru.

5.4.8 K testování (5.4.2) přesnosti výšek H podrobných bodů (viz 5.4.5) se pro body výběru vypočtou rozdíly výšek.

$$|\Delta H| = H_m - H_k, \quad (8.1)$$

kde je

H_m výška podrobného bodu výškopisu;

H_k výška téhož bodu z kontrolního určení.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové směrodatné výškové odchylky S_H , vypočtené ze vztahu

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{kN} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad (8.2)$$

Hodnota koeficientu k v rovnici (8.2) je rovna 2, má-li kontrolní určení stejnou přesnost jako metoda určení výšek, nebo rovna 1, má-li kontrolní určení přesnost podstatně vyšší, tj. $m_H < 0,7u_H$, kde u_H je dáno tabulkou 1- Kritéria přesnosti.

Přesnost určení výšek se pokládá za vyhovující, když:

a) hodnoty rozdílů výšek ΔH , vypočtených podle rovnice (8.1), vyhovují kritériu

$$|\Delta H| \leq 2u_H \cdot \sqrt{k} \quad (8.3)$$

b) je přijata statistická hypotéza (5.4.2), že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. výběrová směrodatná výšková odchylka S_H , vypočtená z rovnice (8.2), vyhovuje kritériu

- na zpevněném povrchu pro výšky

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_H \quad (8.4)$$

- na nezpevněném povrchu

$$s_H \leq 3\omega_N \cdot u_H \quad (8.5)$$

- pro výšky H_m určené z vrstevnic

$$s_H \leq \omega_N \cdot u_V \quad (8.6)$$

kde je

u_H, u_V koeficienty z tabulky 1- Kritéria přesnosti.

Koeficient k má stejnou hodnotu jako v rovnici (8.2). Koeficient ω_N má při volbě hladiny významnosti $\alpha = 5 \%$ hodnotu $\omega_N = 1,1$ pro výběr rozsahu N od 80 do 500 bodů a hodnotu $\omega_N = 1,0$ pro výběr větší než 500 bodů. „

Výška podrobného bodu výškopisu H_m byla vygenerovaná lineární interpolací modelu TIN softwarom Atlas DMT na základe známých súradníc polohy bodu profilu.

Všetky body kontrolného merania spĺňajú vyššie uvedené kritériá presnosti (vid'. príloha 06.5_Testovani_H).

9. Záver

Zadaním bakalárskej práce bolo Zameranie a vyhotovenie účelovej mapy veľkej mierky v k.ú. Malhostovice – lokalita Zlámaniny časť A. Výsledné mapové dielo je vyhotovené v mierke 1:500. Mapovanie lokality prebiehalo v tretej triede presnosti. Využitím bodov štátneho bodového poľa a merania technológiou GNSS bolo možné pripojiť sieť, a tak aj celé meranie, do záväzných referenčných systémov S-JTSK a Bpv. Všetky činnosti spojené s tvorbou mapy prebiehali v súlade s normami ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítok – Kreslení a značky [9] a ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítok – Základní a účelové mapy [6].

V predmetnej lokalite bola vybudovaná meračská sieť pre vlastné tachymetrické zameranie (meračské práce sú bližšie popísané v kapitole 5. Meračské práce). Získané dáta boli ďalej analyzované, spracované (vid'. kapitola 6. Spracovanie meraných dát) a na ich základe bola vyhotovená účelová mapa (postup je bližšie popísaný v kapitole 7. Tvorba účelovej mapy). Na záver spracovania bolo vykonané testovanie presnosti výšok, pričom všetky body reprezentatívneho výberu spĺňajú požadované kritéria (vid'. kapitola 8. Testovanie presnosti). Výstupy práce sú pripravené pre prípadné predanie k tvorbe DMT.

K práci sú doložené v elektronickej forme ako finálne výsledky, tak aj medziprodukty vyhotovené pri riešení zadania v miere a forme, ktorá umožňuje posúdiť geometrickú a polohovú správnosť a kvalitu výsledkov práce. Všetky prílohy sú uvedené v zozname príloh.

10. Zoznam použitých zdrojov

- [1] Obec Malhostovice. *Malhostovice* [online]. 2021 [cit. 2021-04-14].. Dostupné z: <https://www.malhostovice.eu/index.asp>
- [2] Google. *Mapy google*. [online] b.r. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://www.google.sk/maps/>
- [3] Bodová pole. *Geoportál ČÚZK* [online]. b.r. [cit. 2021-04-14]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/?wmcid=503>
- [4] KALVODA, Petr. *01_GE10_Mapování.pdf*. Document Moved. FAST Moodle elearning [online]. 2016 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [5] Terminologický slovník zeměměřičtví a katastru nemovitostí. *Slovník VÚGTK* [online]. 2005 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.vugtk.cz/slovník/index.php>
- [6] ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek – Základní a účelové mapy*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2014
- [7] KALVODA, Petr. *07_GE10_Základní_a_Účelové mapy_I.pdf*. Document Moved. FAST Moodle elearning [online]. 2016 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [8] *Geodézie Pokorná-Polák* [online]. 2021. [cit. 2021-04-16] Praha: © 2001-2021 Jan Polák, Petr Polák. Dostupné z: <http://www.geodeziepp.cz/pojmy.htm>
- [9] ČSN 01 3411 *Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1990
- [10] Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřičtví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. *Zákony pro lidi – Sbíрка zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. b.r. [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-200>
- [11] ČÚZK. *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod*. ČÚZK [online]. Praha 2015 [cit. 2021-04-25] Dostupné z: https://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod_150150022.aspx

- [12] ŠTRONER, Martin. *Globální navigační satelitní systémy (GNSS)*. Katedra speciální geodézie [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: https://k154.fsv.cvut.cz/vyuka/geodezie_geoinformatika/vy1/OBS/GNSS_obs.pdf
- [13] Konair, M. *Cebit 2011 Navigation Spacecraft*, Flickr [online], Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14721955>
- [14] 31/1995 Sb. Vyhláška, kterou se provádí zákon o zeměměřictví. *Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. b.r. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-31>
- [15] KALVODA, Petr.: *Pokyn pro tvorbu účelové mapy*. Brno. VUT, Fakulta stavební, 2011 (Posledná aktualizácia 11. 4. 2017)
- [16] KALVODA, Petr. *04_GE10_Podrobné_měření.pdf*. Document Moved. FAST Moodle elearning [online]. 2016 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>
- [17] GEOTRONICS PRAHA – *Váš GEOSHOP* [online]. Copyright ©qR [cit. 2020-04-25]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/DS_R4_CZ_GTR.pdf
- [18] GEOTRONICS PRAHA – *Váš GEOSHOP* [online]. Copyright ©qR [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf
- [19] KALVODA, Petr. *09_GE10_DMT.pdf*. Document Moved. FAST Moodle elearning [online]. 2016 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://lms.fce.vutbr.cz/mod/folder/view.php?id=11570>

11. Zoznam použitých obrázkov a tabuliek

Obrázok 1 Situačná mapa obce [2]	12
Obrázok 2 Priebeh turistických trás obcou a okolím [1].....	12
Obrázok 3 Satelitná snímka s približne vymedzenou lokalitou [2]	13
Obrázok 4 Lokalita v zimnom období [autor].....	13
Obrázok 5 Lokalita v období september-október [autor].....	14
Obrázok 6 Lesná stezka v zimnom období [autor]	14
Obrázok 7 Štátne bodové pole v okolí záujmovej lokality [3].....	20
Obrázok 8 Družica systému GLONASS - satelitný model Glonass - K [13]	23
Obrázok 9 Meranie GNSS aparátúrou Trimble R4 [autor]	27
Obrázok 10 Totálna stanica Trimble M3-DR2" [autor]	28
Obrázok 11 Zameralovanie bodového poľa geodetickými metódami [autor]	30
Obrázok 12 Podrobné meranie [autor]	32
Obrázok 13 Vypočítaný mierkový koeficient [autor]	34
Obrázok 14 Kontrolné určenie podrobného bodu [autor]	35
Obrázok 15 Náhľad do atribútovej tabuľky [15]	36
Obrázok 16 Variácie vyjadrenia výškopisu [autor]	38
Obrázok 17 Prostredie MicroStation s mapou pripravenou na tlač - model Arch [autor]	39
Obrázok 18 Prehľadný náčrt BP a PMS kontrolného merania [autor].....	41
Tabuľka 1 Kritéria presnosti [6].....	40

12. Zoznam použitých skratiek

ČSN – Česká státní norma

BP – Bodové pole

PMS – Pomocná meračská sieť

GPS – Global Positioning System

GNSS – Global Navigation Satellite System

GLONASS – GLObal NAVigation Satellite System

PDOP – Position Dilution Of Precision

RTK – Real Time Kinematic

CZEPOS – Česká síť permanentních stanic pro určování polohy

DMT – Digitálny model terénu

S-JTSK – Systém Jednotnej Trigonometrickej Siete Katastrálnej

Bpv – Balt po vyrovnání

TIN – Triangulated Irregular Network

13. Zoznam príloh

01_TZ (E)

02_Přehledné_náčrty

02.1_MN (E)

02.2_BP_PMS (E+T)

03_zápisník (E)

04_Protokoly

04.1_GNSS_protokol (E)

04.2_protokol (E)

05_Seznamy_souřadnic_a_výšek

05.1_YXH_DB (E)

05.2_YXH_NB (E)

06_Testování_přesnosti

06.1_Přehledné_náčrty

06.1.1_BP_PMS (E+T)

06.1.2_KB (E+T)

06.2_zápisník (E)

06.3_Protokoly

06.3.1_GNSS_prolokol (E)

06.3.2_protokol (E)

06.4_Seznamy_souřadnic_a_výšek

06.4.1_YXH_DB (E)

06.4.2_YXH_NB (E)

06.5_Testování_H (E+T)

06.6_Profily

06.6.1_profil_cesta (E+T)

06.6.2_profil_1 (E+T)

06.6.3_profil_2 (E+T)

07_Mapy

07.1_Výškopis

07.1.1_3D_hrany (E)

07.1.2_vrstevnice (E)

07.2_Mapy (E+T)

Vysvetlivky:

E – elektronická forma

T – tlačená forma