



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 B

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

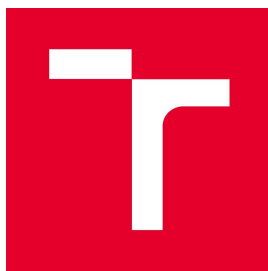
Mária Ondreková

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 | Mária Ondreková |
| Název | Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka v k. ú. Malhostovice - lokalita Zlámaniny část B |
| 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

- 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.
- ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy. 2014.
- ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky. 1989.
- Zákon č. 200/1994 Sb. o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v platném znění. 1994.
- HUML, M., MICHAL J.: Mapování 10. Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 978-80-01-03166-7.
- FIŠER, Z., VONDRÁK J.: Mapování II. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2669-1.
- FIŠER, Z., VONDRÁK J.: Mapování. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-472-9.
- Bentley Systems, Incorporated. Uživatelské příručky a tutoriály Bentley. Bentley Systems, Incorporated, 2016.
- GISOFT, v.o.s.. Uživatelské příručky M-geo. GISOFT, v.o.s., 2018.
- SEDLÁČEK S.: Uživatelské příručky VKM. Ing. Svatopluk Sedláček, 2018.
- GEOLINE, spol. s r.o.. Uživatelské příručky Groma. GEOLINE, spol. s r.o., 2018.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě Zlámaniny (k. ú. Malhostovice) vybudujte měřickou síť pro tachymetrické zaměření lesní komunikace a jejího okolí. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím bodů státního bodového pole a metodou GNSS. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou. Získaná data zpracujte a na jejich základě vyhotovte účelovou mapu. Výstupy práce připravte pro tvorbu DMT.

K práci doložte výsledek práce a meziprodukty vzniklé při řešení zadání ve 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).

Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Cieľom tejto bakalárskej práce je zameranie lesnej komunikácie a jej okolia v lokalite Zlámaniny. Práca sa postupne zaoberá celým postupom zamerania a spracovania dát až po konečné vyhotovenie účelovej mapy v mierke 1:500 v tretej triede presnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

mapa, polohopis, výškopis, meranie, súradnicový systém, súradnice

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is surveying of the forest path and its surrounding in the locality Zlámaniny. The work gradually deals with the whole process of measuring and data processing until the final production of a purpose map at a scale of 1: 500 in the third accuracy class.

KEYWORDS

map, planimetry, altimetry, survey, coordinate systems, coordinates

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Mária Ondreková *Zaměření a vyhotovení účelové mapy velkého měřítka v k. ú. Malhostovice - lokalita Zlámaniny část B.* Brno, 2021. 46 s., 20 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 B* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 6. 5. 2021

Mária Ondreková
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 B* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 6. 5. 2021

Mária Ondreková
autor práce

Pod'akovanie:

V prvom rade sa chcem poďakovať vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jiřímu Vondrákovi, Ph.D. za možnosť spracovania tejto témy a za poskytnuté odborné rady počas merania a spracovávania a za ochotu odpovedať na moje dotazy. Ďalej sa chcem poďakovať Terézii Orviskej za pomoc a spoluprácu počas merania.

OBSAH

| | |
|--|----|
| 1 ÚVOD | 10 |
| 2 LOKALITA | 11 |
| 3 MAPA | 12 |
| 3.1 Rozdelenie máp..... | 12 |
| 3.1 Účelová mapa..... | 14 |
| 4 REFERENČNÉ SYSTÉMY | 15 |
| 4.1 Jednotná trigonometrická sieť katastrálna..... | 15 |
| 4.2 Výškový systém baltský po vyrovnaní..... | 16 |
| 5 BODOVÉ POLIA | 17 |
| 5.1 Rozdelenie bodových polí..... | 17 |
| 6 METÓDY MERANIA | 19 |
| 6.1 Globálne navigačné družicové systémy..... | 19 |
| 6.2 Tachymetria..... | 22 |
| 6.3 Rajón..... | 23 |
| 7 PRÍPRAVNÉ PRÁCE | 24 |
| 7.1 Rekognoskácia..... | 24 |
| 7.2 Technické vybavenie..... | 24 |
| 8 MERAČSKÉ PRÁCE | 26 |
| 8.1 Pomocná meračská sieť..... | 26 |
| 8.1.1 Tvorba pomocnej meračskej siete..... | 26 |
| 8.3 Podrobné meranie..... | 28 |
| 8.4 Kontrolné meranie | 29 |
| 9 SPRACOVANIE DÁT | 30 |
| 9.1 Výpočtové práce..... | 30 |
| 9.2 Tvorba mapy..... | 32 |

| | |
|--|-----------|
| 9.2.1 Znázorňovanie výškopisu..... | 32 |
| 9.3 Prehľadný náčrt bodového poľa a meračskej siete..... | 34 |
| 9.4 Testovanie presnosti výsledkov tvorby mapy..... | 35 |
| 9.4.1 Profily..... | 38 |
| 9.4.2 Posúdenie presnosti..... | 39 |
| 10. ZÁVER..... | 40 |
| 11. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY..... | 41 |
| 12. ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK..... | 43 |
| 13. ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK..... | 44 |
| 14. ZOZNAM PRÍLOH..... | 45 |

1. ÚVOD

Účelom tejto bakalárskej práce bolo polohopisné a výškopisné zameranie časti lokality Zlámaniny v obci Malhostovice. Zadaním bolo vybudovať meračskú sieť pre tachymetrické zameranie lesnej komunikácie a jej okolia. Sieť bolo potrebné pripojiť do záväzných referenčných systémov prostredníctvom bodov štátneho bodového poľa a metódou GNSS (Globálnych navigačných družicových systémov). Z nameraných dát bolo potrebné vyhotoviť účelovú mapu a pripraviť výstupy pre tvorbu digitálneho modelu terénu (DMT).

Lokalita bola rozdelená na dve časti, časť A a časť B. Časť A spracováva vo svojej bakalárskej práci Terézia Orviská. Celé meranie pomocnej meračskej siete aj podrobných bodov bolo spoločné. Vo vyrovnaní boli použité všetky body meračskej siete a následne z nich boli vypočítané všetky podrobné body, ale vo výslednej mape sa už všetky podrobné body nenachádzajú kvôli rozdeleniu územia na dve časti.

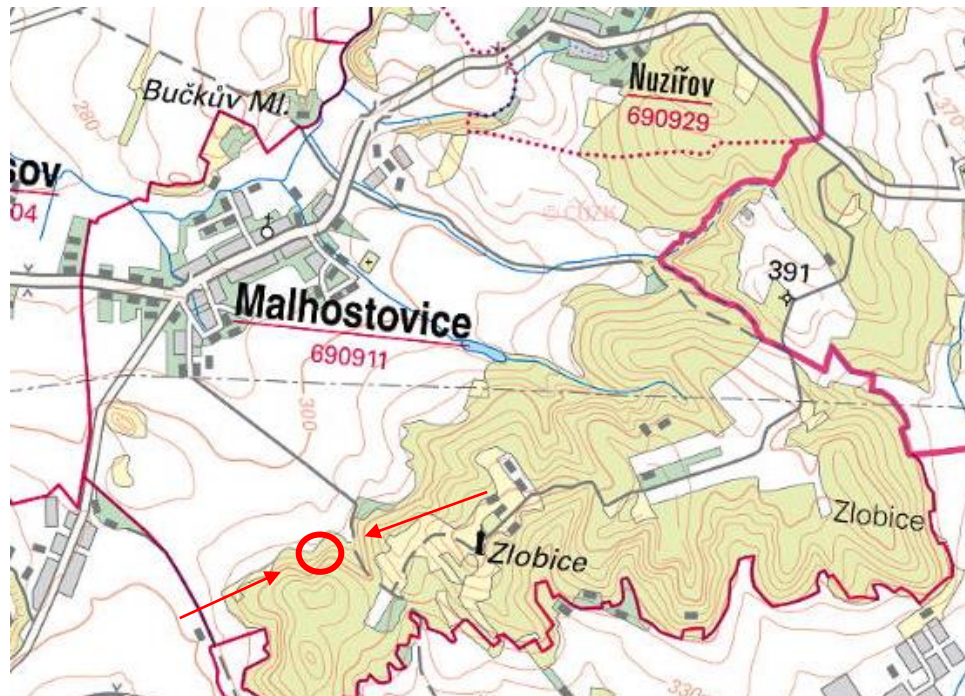
Účelová mapa bola vyhotovená v mierke 1:500 podľa normy ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek. Kreslení a značky. Dosažitá presnosť mapy musela vyhovovať norme ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek. Základní a účelové mapy.

V textovej časti práce je popísaná lokalita a obec Malhostovice. Ďalej sa práca venuje záväzným referenčným systémom na území Českej republiky, bodovým poliam a metódam merania. Vymenované témy tvoria teoretickú časť práce. V nasledujúcich kapitolách sa bakalárska práca zaoberá skôr praktickou časťou a to meraním a spracovaním údajov a tvorbe výslednej mapy a posúdením jej dosiahnutej presnosti.

Táto téma bola pre mňa zaujímavá hlavne kvôli záujmovej lokalite, ktorú z prevažnej časti tvoril les. Tvorba účelovej mapy lesnej komunikácie a jej okolia v sebe nesie množstvo úloh spojených so zameraním a následným spracovaním. V oblasti tejto témy nemám veľa skúseností a preto bola práca pre mňa veľmi prínosná a obohacujúca. Som presvedčená, že získané poznatky využijem vo svojej budúcej geodetickej praxi.

2. LOKALITA

Merané územie sa nachádza v lokalite zvanej Zlámaniny v obci Malhostovice. Malhostovice sú situované približne 20 km severozápadne od mesta Brno. Táto obec leží medzi Českomoravskou vrchovinou a Moravským krasom a je súčasťou okresu Brno-venkov v Jihomoravskom kraji. Nadmorská výška v tomto území je približne 280 m. Malhostovice sú súčasťou kotliny, ktorá je z jednej strany obklopená kopcom Čebínkou v nadmorskej výške 433 m a z druhej strany stojí kopec Paní hora (319 m). Úplná rozloha katastrálneho územia Malhostovice zaberá 1150 ha [1].



Obr. 1 - Umiestnenie lokality v katastrálnom území Malhostovice

Zdroj: [2]

3. MAPA

Mapa je znázornenie zemskeho telesa, kozmu, kozmických telies a ich častí. Toto znázornenie je zmenšené, generalizované a musí byť pomocou matematických vzťahov prevedené do roviny, takže musí byť použité kartografické zobrazenie. Mapa je tvorená polohopisom a podľa účelu je možné mapu doplniť aj výškopisom. Obsah a použitý značkový systém závisí na danom účele mapy. Objekty sú v mape zobrazené ako pravouhlé priemety na referenčnú plochu súradnicového systému [3].

3.1 Rozdelenie máp

Mapy je možné rozdeliť podľa nasledujúcich aspektov:

- Podľa spôsobu vyhotovenia
 - Pôvodné – vznikli novým meraním
 - Odvodené – vznikli odvodením z pôvodnej mapy
 - Čiastočne odvodené – vznikli kombináciou predchádzajúcich dvoch uvedených spôsobov
- Podľa mierky
 - Veľké mierky – od mierky 1 : 5000 (vrátane nej)
 - Stredné mierky – od mierky 1 : 10 000 až po mierku 1 : 200 000
 - Malé mierky – mierky menšie ako 1 : 200 000
- Podľa kartografických vlastností
 - Konformné – v týchto mapách sa neskresľujú uhly, preto sú uprednostňované v praxi
 - Ekvidištantné – neskresľujú sa dĺžky buď v smere poludníka alebo v smere rovnobežky, prípadne v nejakom predom definovanom smere
 - Ekvivalentné – sú to mapy, v ktorých sa neskresľujú plochy

- Vyrovnávacie – zmiernené uhlové, dĺžkové aj plošné skreslenie,
– sú používané len zriedkavo
- Podľa obsahu
 - Polohopisné – obsahuje iba polohopisné prvky mapy
 - Výškopisné – polohopisné mapy doplnené o prvky výškopisu
 - Mapy obsahujúce výlučne výškopis
– výškopisná priesvitka pozostávajúca z vrstevníc, podrobných výškových bodov a bodov výškového bodového poľa
– dopĺňajú obsah máp bez výškopisu
- Podľa obsahu – iné rozdelenie
 - Základné – obsah určený náležitým technickým predpisom
 - Účelové – tematické mapy veľkej mierky, ktoré okrem základného obsahu pozostávajú z predmetov merania a prešetrovania daného zámeru
- Podľa výslednej formy
 - Grafické (analogové) – pôvodné namerané údaje nie sú známe
– sú to historické mapy
 - Číselné – okrem grafickej časti sú doplnené zoznamom súradníc a výšok
 - Digitálne – dáta zaznamenané v počítači, ktoré sú rozdelené do vrstiev [3]

3.2 Účelová mapa

Účelová mapa je mapa doplnená zvláštnymi prvkami, takže okrem základných segmentov je doplnená nadštandardným obsahom. Účelové mapy sú spravidla mapy veľkých mierok a vznikajú na základe predom daného účelu. Tieto mapy slúžia predovšetkým pre plánovacie, projektové, registračné a dokumentačné účely. Účelové mapy môžu vznikajúť novým meraním, prepracovaním pôvodnej mapy, prípadne doplnením chýbajúcich potrebných prvkov do mapy pôvodnej. Obsah mapy, mierku a požadovanú presnosť mapy udáva zadávateľ, respektíve to vyplýva z účelu, pre ktorý bude mapa vyhotovená [4].

Rozdelenie účelových máp:

- Mapy so základným významom – napr. technická mapa mesta (TMM)
 - Mapy podzemných priestorov – mapy zobrazujúce jaskyne a podzemné chodby
– nepatria tu mapy tunelov, baní a objektov metra
 - Ostatné účelové mapy – napr. mapy pre projektové účely, pre pozemkové úpravy
- [4]

4 REFERENČNÉ SYSTÉMY

Závazné geodetické referenčné systémy na území Českej republiky sú stanovené v Nařízení vlády č. 430/2006 Sb [5].

„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 gusterberžský,*
- 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).“*

Výsledná mapa je zhotovená v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) a Výškovom systéme baltskom – po vyrovnání (Bpv).

4.1 Jednotná trigonometrická sieť katastrálna

Pre tvorbu súradnicového systému S-JTSK bolo použité dvojité konformné kužeľové zobrazenie vo všeobecnej polohe. Autorom tohto zobrazenia je Ing. Josef Křovák. Systém je určený Besselovým elipsoidom s parametrami $a = 6377397,15508$ m, $b = 6356078,96290$ m, kde a je dĺžka hlavnej polosi a b je dĺžka vedľajšej polosi. Počiatok tohto súradnicového systému sa nachádza v obraze vrcholu kužeľa ležiaceho nad Fínskym zálivom. Os + X smeruje na juh, prechádza počiatkom a je obrazom základného poludníka. Os + Y dopĺňa os + X na pravouhlú kartografickú sústavu a smeruje na západ. Tento súradnicový systém bol vyhotovený tak, aby celé územie bývalej Československej republiky ležalo v I. kvadrante. Vďaka tomu majú všetky súradnice kladné hodnoty [6].

4.2 Výškový systém baltský po vyrovnání

Vychádzajúcim bodom pre výškový systém Bpv je nula stupnice morského vodočtu v ruskom meste Kronštadt vo Fínskom zálive. Nulová hladinová plocha bola určená dlhodobým pozorovaním morskej hladiny Baltského mora. Tento systém je okrem vychádzajúceho bodu daný súborom normálnych výšok z vyrovnania nivelačných sietí [6].

5 BODOVÉ POLIA

Bodové pole je súhrn stabilizovaných bodov určených s danou presnosťou pre každé bodové pole. Bodové polia sa delia na polohové, výškové a tiažové. Jeden bod môže súčasne patriť do viacerých bodových polí. Všetky body jednotlivých bodových polí musia mať svoje označenie. Body sa označujú číslom, ktoré môže byť doplnené názvom, prípadne príslušnosťou k evidenčnej jednotke. V blízkosti bodu bodového poľa býva umiestnené ochranné zariadenie napríklad skruž, ochranná tyč alebo tabuľka s výstražným nápisom [7].

5.1 Rozdelenie bodových polí

- Polohové bodové polia
 - Základné – body referenčnej siete nultého rádu
 - body Astronomicko-geodetickej siete (AGS)
 - body Českej štátnej trigonometrickej siete (ČSTS)
 - geodynamické body
 - Zhusťovacie – zhusťovacie body (ZhB)
 - ostatné body podrobného polohového bodového poľa
 - Podrobné polohové bodové pole (PPBP)
- Výškové bodové pole
 - Základné – základné nivelačné body
 - body Českej štátnej nivelačnej siete I. až III. rádu (ČSNS)
 - Podrobné – body Českej štátnej nivelačnej siete IV. rádu
 - body plošnej nivelačnej siete
 - stabilizované body technických nivelácií

- Tiažové bodové pole
 - Základné – absolútne tiažové bodové pole
 - body Českej gravimetrickej siete nultého, I. a II. rádu
 - body hlavnej gravimetrickej základne
 - Podrobné – body gravimetrického mapovania
 - body účelových sietí [7]

6 METÓDY MERANIA

- Geodetické metódy (napr. rajón, tachymetria...)
- Fotogrametrické metódy
- Laserové skenovanie
- Mobilné mapovanie [3]

Metóda merania sa volí s ohľadom na požadovanú presnosť, stav súčasného bodového poľa a na veľkosť a pozíciu lokality. Keďže bodové pole v okolí meraného územia nebolo postačujúce, pre tvorbu pomocnej meračskej siete bola použitá metóda GNSS. Z bodov určených metódou GNSS boli následne rajónom doplnené ostatné body pomocnej meračskej siete. Z bodov pomocnej meračskej siete boli metódou tachymetrie určené všetky podrobné body. Všetky použité metódy zaraďujeme do geodetických metód merania. Tvorba pomocnej meračskej siete je bližšie popísaná v kapitole 8.1.

6.1 Globálne navigačné družicové systémy

GNSS je sústava, ktorej podstatou je prijímanie a vyhodnocovanie diaľkomerných signálov vysielaných družicami. Družice tohto systému sú umiestnené približne vo výške 20 000 km nad zemským povrchom a pohybujú sa po svojich obežných dráhach. Musia byť rozmiestnené tak, aby na každom mieste na zemskom povrchu boli dostupné aspoň 4 aktívne družice jedného systému. Ak je počet aktívnych družíc menší ako 4, nie je možné určiť presnú polohu bodu. Navigačná správa, ktorá je súčasťou vysielaných signálov, obsahuje informácie o použiteľnosti družice a poskytuje údaje, vďaka ktorým je možné vypočítať presnú polohu družice v zvolenom čase [8].

Každý GNSS tvoria tri segmenty – kozmický, užívateľský a riadiaci a kontrolný segment. Kozmický segment tvoria už spomenuté družice. Princíp určenia polohy je založený na riešení rovnice pseudovzialenosti. Pseudovzialenosť určí prijímač na základe posunu prijímaného signálu oproti jeho replike generovanej prijímačom. Každá družica musí byť vybavená veľmi presnými atómovými hodinami. Hlavnou úlohou riadiaceho a kontrolného segmentu je zabezpečovať správne fungovanie kozmického segmentu. Sledovacie stanice získavajú údaje o družiciach a o ich obežných dráhach a ukladajú ich. Následne sa informácie spracovávajú v hlavnej riadiacej stanici a vracajú sa naspäť k jednotlivým družiciam. Táto obojstranná výmena dát zabezpečuje správne fungovanie GNSS. Užívateľský segment tvoria zariadenia, ktoré poskytujú údaje o polohe a o čase, na tých miestach, kde je možné zachytiť signál z dostatočného počtu družíc v reálnom čase. Ak je prijímač inicializovaný, údaje sa aktualizujú. Inicializácia prijímača môže trvať niekoľko sekúnd až minút. Súčasťou užívateľského segmentu sú zariadenia využívané v geodézii a zememeračstve, zariadenia využívané pre leteckú, pozemnú aj lodnú navigáciu, turistické zariadenia a mnoho iných [8].

V súčasnosti je možné využívať štyri systémy GNSS:

- GPS – NAVSTAR (Global Positioning System – Navigation System with Timing and Ranging) – vytvorený pre účely armády USA
- GLONASS (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema) – ruský systém pre účely armády
- Galileo – systém vyvinutý Európskou kozmickou agentúrou
- BEIDOU – čínsky systém [8]

Technické požiadavky pre meranie a výpočty bodov určených metódou GNSS určuje Vyhláška č. 31-1995 Sb [9]. V nasledujúcej časti sú vypísané niektoré požiadavky z tejto vyhlášky, ktorých dodržanie bolo potrebné pri správnom zameraní a spracovaní tejto práce.

Technické požiadavky [9]:

- Pre meranie a spracovanie výsledkov musia byť použité také technológie a prijímače GNSS, aby bolo možné dosiahnuť požadovanú presnosť. Je nutné dodržiavať zásady, ktoré sú stanovené pre príslušné prístroje a programy. Na meranie je možné použiť všetky dostupné družice, ktoré fungujú správne a sú založené na podobnom princípe ako je systém GPS – NAVSTAR.
- K dosiahnutiu požadovaných výsledkov je možné použiť meranie v reálnom čase ale aj meranie s následným spracovaním. Pri následnom spracovaní sa môže využiť metóda statická (v pokoji) aj metóda kinematická (v pohybe). Dĺžka doby merania závisí od použitej metódy, dĺžky vektoru, použitej aparatúry a počtu dostupných družíc. Pri meraní v reálnom čase a pri kinematickej metóde môžu byť použité iba tie riešenia, pri ktorých ambiguity boli určené ako celé čísla. Musí platiť, že vzdialenosť bodov, medzi ktorými sa určujú vzťahy nesmie byť dlhšia ako maximálna vzdialenosť, na ktorú sa v použítom programe dajú tieto vzťahy vyriešiť.
- Pre dosiahnutie výsledkov je možné použiť len tie permanentné stanice alebo výstupy a služby (virtuálne referenčné stanice), ktoré sieť permanentných staníc vytvára. Virtuálnu referenčnú stanicu nie je možné použiť, ak je vzdialenosť od nej väčšia ako stanovená vzdialenosť pre danú sieť s ohľadom na technologické riešenie uvedené v dokumentácii. Praxou to môže byť stanovené inak.
- Každý bod musí byť vždy dva krát nezávisle určený, buď dva krát metódou GNSS alebo bude jeden krát určený metódou GNSS a druhý krát inou klasickou metódou. Všetky body musia vyhovovať charakteristikám presnosti pre trigonometrické a zhusťovacie body. Ďalej musia všetky body podliehať zvláštnym predpisom pre body polohového bodového poľa a podrobné body.
- Nezávislé opakované meranie musí byť vykonané pri nezávislom postavení družíc, takže druhé meranie nemôže byť vykonané v čase, ktorý sa nachádza v intervaloch : $\langle -1 + n.k; n.k + 1 \rangle$ hodín,
k je počet dní a môže nadobudnúť len kladné celé hodnoty,

$n = 23,9333$ hodín, takže 23 hodín a 56 minút pre GPS – NAVSTAR,

$n = 22,5000$ hodín, takže 22 hodín a 30 minút pre systém GLONASS.

- Ak pri meraní parameter GDOP (Geometric Dilution of Precision) alebo PDOP (Position Dilution of Precision) prekročí hodnotu 7.0, nie je možné overiť ďalším meraním GNSS, pri ktorom sú tiež parametre GDOP A PDOP väčšie ako 7.0, ak sa voči sebe časy meraní nachádzajú v intervale:

$\langle -3 + n.k; n.k + 3 \rangle$ hodín.

- Opakované meranie polohy pomocných aj podrobných bodov môže byť nahradené aj overením vzájomnej polohy nových bodov. Môže byť overená poloha novo určeného bodu voči inému pôvodnému bodu, ktorého súradnice musia vyhovovať charakteristike presnosti danej pre určovaný bod. Overenie vzájomnej polohy bodov sa vykoná pomocou správne zvoleného počtu dĺžok a uhlov popřípade ich kombinácii.

Pri overení nie je možné použiť:

- dĺžky merané priamo alebo nepriamo, ak neboli merané nezávisle ,
- uhol trojuholníka, ktorého najmenej dva body neboli určené nezávisle, v tom prípade, ak nie je trojuholník súčasťou iného obrazca, ktorého aspoň dva body boli určené nezávisle,
- uzáver v takom obrazci, ktorého body neboli voči sebe určené nezávisle.

6.2 Tachymetria

Tachymetria je pomenovanie pre meranie polohopisu a zároveň aj výškopisu. Polohopis je meraný polárnou metódou a výšky sa určujú trigonometricky. Tachymetria bola použitá pre zameranie všetkých podrobných bodov, pretože väčšinu záujmového územia pokrýval les a nebolo možné použiť na meranie podrobných bodov metódu GNSS.

6.3 Rajón

Rajónom nazývame geodetickú metódu merania, pri ktorej sa meraním orientovaného smeru a vzdialenosti z daného bodu určí poloha nového bodu. Musí byť zmeraná osnova smerov, ktorá obsahuje minimálne dva orientačné body. Z osnovy smerov sa následne vypočíta orientovaný smer na určovaný bod [10].

Výpočet rajónu:

Súradnica Y určovaného bodu P sa vypočíta podľa vzťahu (6.1) a súradnica X podľa vzťahu (6.2).

$$Y_P = Y_A + S_{AP} * \sin(\sigma_{AB} + \omega) \quad (6.1)$$

$$X_P = X_A + S_{AP} * \cos(\sigma_{AB} + \omega) \quad (6.2)$$

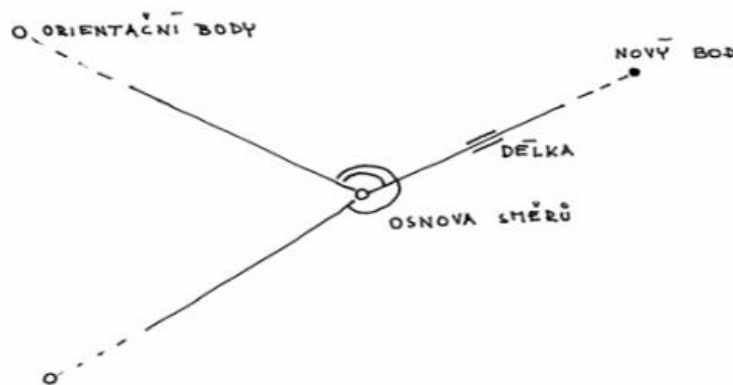
bod A – stanovisko, bod B – orientačný bod, bod P – určovaný bod,

Y_P, X_P – súradnice určovaného bodu, Y_A, X_A – súradnice stanoviska,

S_{AP} – meraná vzdialenosť medzi bodmi A a P, σ_{AB} – smerník z bodu A na bod B,

ω – uhol meraný na bode A (rozdiel smerov $\Psi_P - \Psi_B$).

Dĺžka rajónu môže byť maximálne 1000 m a zároveň nesmie byť dlhšia ako je vzdialenosť k najvzdialenejšiemu bodu. Môžu byť použité navyše tri na seba nadväzujúce rajóny, ich vzdialenosť nesmie prekročiť 250 m [3].



Obr. 2 - Rajón

Zdroj: [10]

7 PRÍPRAVNÉ PRÁCE

7.1 Rekognoskácia

Rekognoskácia terénu je obhliadnutie terénu a zistenie jeho stavu pred samostatným meraním. Terén sme rekognoskovali spolu s vedúcim práce Ing. Jiřím Vondrákem, PhD. dňa 25.09.2020. Bola nám zadaná veľkosť a hranice lokality a požiadavky týkajúce sa práce. Lokalita bola z jednej strany ohraničená lesnou cestou a z druhej strany tvoril hranicu kraj listnatého lesa. Bolo nutné zamerať aj body za cestou a za hranicou lesa, aby mohli byť správne vykreslené vrstevnice. Po obhliadnutí terénu boli predbežne rozložené body pomocnej meračskej siete, tak aby medzi nimi bola dobrá viditeľnosť.

7.2 Technické vybavenie

Použitú technické vybavenie tvoril Prijímač GNSS-RTK Trimble R4 a Totálna stanica Trimble M3-DR2” s príslušenstvom. Okrem tohto vybavenia boli použité ďalšie pomôcky (kladivo, dvojmeter...).

Prijímač GNSS-RTK R4

- vysoko presný pre GNSS meranie



- presnosť kinematickej metódy : [12]

- poloha $\pm 10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm RMS}$ (Root Mean Square – stredná kvadratická chyba)
- výška $\pm 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm RMS}$
- doba inicializácie menej ako 25 sekúnd
- spoľahlivosť inicializácie viac ako 99,9%

Presnosť môžu ovplyvniť rôzne odchýlky napríklad viacnásobný odraz, prekážky alebo rozmiestnenie družíc[12].

Obr. 3 – Meranie prijímačom GNSS-RTK R4

Zdroj: Autor

Prijímač GNSS-RTK R4 poskytuje stabilitu, presnosť a spoľahlivosť. Je to ľahký bezkáblový rover s jednoduchým ovládaním a výkonným softwarom. Rover je možné použiť pre RTK (real-time kinematic) aj statické meranie. Prístroj poskytuje presné výsledky aj v náročných podmienkach. Celý systém je navrhnutý tak, aby bola doba zaškolenia skrátená a uľahčený zber dát. Celý software je schválený pre práce v katastri nehnuteľností aj vrátane transformácií (globálna transformácia priamo v kontroleri)[12].

Totálna stanica Trimble M3-DR2

Totálna stanica je navrhnutá tak, aby zefektívnila pracovné postupy. Na obsluhu stačí minimálne zaškolenie, pretože krok po kroku vedie užívateľa pri práci. Malý prístroj s ľahkou konštrukciou zaručuje jednoduché a rýchle premiestňovanie [13].

Presnosť merania dĺžok:

Hranol $\pm (2 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$

Bezhranol $\pm (3 + 2 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$

Presnosť merania uhlov: $2'' = 6^{\text{cc}}$



Obr. 4 – Meranie totálnou stanicou Trimble M3-DR2

Zdroj: Autor

8 MERAČSKÉ PRÁCE

8.1 Pomocná meračská sieť

Pomocnú meračskú sieť (PMS) tvoria body, ktoré dopĺňajú polohové bodové pole. Body PMS nie sú súčasťou podrobného polohového bodového poľa. Ich rozmiestenie sa volí tak, aby bolo možné zameranie všetkých podrobných bodov a aby bola medzi jednotlivými bodmi PMS dobrá viditeľnosť[3].

Pomocné body môžu byť určené:

- staničením na meračských priamkach medzi bodmi bodových polí a pomocnými bodmi,
- rajónom,
- polygónovými ťahmi,
- pretínaním zo smerov alebo dĺžok,
- technológiou GNSS,
- alebo plošnými sieťami. [3]

8.2.1 Tvorba pomocnej meračskej siete

Všetky body PMS boli dočasne stabilizované dreveným kolíkom. Body 4001 a 4002 boli 2 krát nezávisle určené metódou GNSS. Bod 4003 bol stabilizovaný, ale nebolo možné ho zmerať s potrebnou presnosťou a neskôr bol zničený, tak sa ho vôbec nepodarilo zmerať a preto nie je použitý vo výpočtoch. Z bodov 4001 a 4002 boli určené rajónom ostatné stanoviská. Bod 4001 bol rovnako zničený pri preorávaní poľa. Po zničení tohto bodu ostal už len jeden bod určený metódou GNSS, preto bol v jeho blízkosti zhotovený a určený pomocou GNSS nový bod s číslom 4004. Spolu s ním boli určené body 4015-4017, ktoré boli využité iba ako orientačné body. Z týchto bodov boli znovu určené ostatné stanoviská rajónom. Obidve merania boli použité pre vyrovnanie siete. Pri meraní boli použité aj body štátnych bodových polí nachádzajúce sa v blízkosti lokality. Najbližšie k lokalite sa nachádzal zhust'ovací bod 000000933052330, tento bod bol

overený aj metódou GNSS. Porovnanie sa nachádza v *Tab. 1*. Neďaleko tohto bodu sa mal nachádzať bod podrobného bodového poľa s číslom 690911000000513, ale tento bod nebol podľa miestopisu nájdený. Pri meraní boli použité aj zhust'ovacie body na kostoloch v Malhostoviciach (000000933052270) a v Drásove (00000093305202). Pri výpočte neboli použité výšky týchto dvoch bodov, pretože výpočtu zhoršovali presnosť. Nebola použitá ani výška bodu 000000933052330, ale bola použitá jeho výška určená metódou GNSS a bola zahrnutá do výškového vyrovnania siete spolu s bodmi pomocnej meračskej siete.

Tab. 1 – Porovnanie súradníc bodu 000000933052330

| súradnice určené: | Y [m] | X [m] | H [m n.m.] |
|-----------------------|-----------|------------|------------|
| metódou GNSS | 603685,60 | 1145795,15 | 320,22 |
| z geodetických údajov | 603685,57 | 1145795,13 | 320,32 |
| rozdiel | 0,03 | 0,02 | 0,10 |

Zdroj: Autor



Obr. 5 – Stabilizácia bodov pomocnej meračskej siete dreveným kolíkom

Zdroj: Autor

8.3 Podrobné meranie

Podrobné meranie prebehlo v termínoch 27.9.2020 a 2.- 4.10.2020. Podrobné body boli zmerané metódou tachymetrie z bodov pomocnej meračskej siete. Bolo zmeraných 463 podrobných bodov. Na každom stanovisku bol zmeraný jednoznačne identifikovateľný bod, ktorý bol následne zmeraný aj z iného stanoviska, aby bolo možné skontrolovať správnu nadväznosť stanovísk. Keďže sa v lese jednoznačne identifikovateľné body nenachádzali, bolo potrebné ich stabilizovať (napr. krížik v kameni). Podrobné body boli zmerané tak, aby spĺňali podrobnosť pre mierku 1:500. Keďže majú byť podrobné body v mape vzdialené od seba 2-3 centimetre, bolo potrebné zmerať podrobný bod každých 10-15 metrov. Územie lesa bolo pomerne členité a bolo potrebné zamerať veľa hrán. Súčasne s meraním podrobných bodov bol vyhotovený meračský náčrt, do ktorého boli zakresľované podrobné body s ich príslušnými číslami.



Obr. 6 – Pohľad na lokalitu

Zdroj: Autor

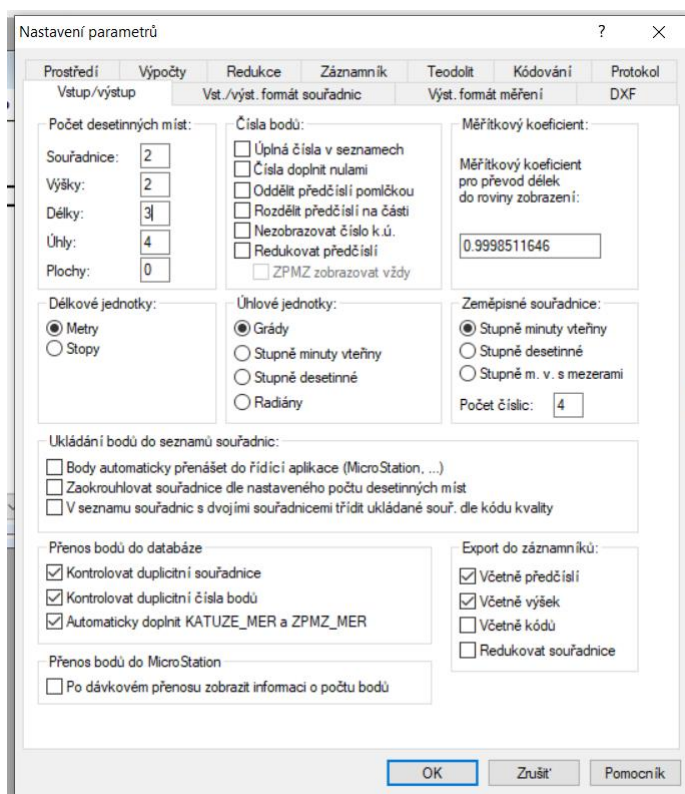
8.4 Kontrolné meranie

Pre účely kontrolného merania boli určené nové body pomocnej meračskej siete, aby bolo zaistené nezávislé meranie. Boli stabilizované body 4018 – 4028. Body 4018 - 4022 boli dva krát určené metódou GNSS a z nich boli následne rajónom určené ostatné body pomocnej meračskej siete. Keďže záujmové územie tvoril prevažne les, nebolo by možné nájsť dostatočný počet jednoznačne identifikovateľných bodov, preto bola presnosť overená pomocou troch profilov. Pred samotným meraním boli vypočítané súradnice priesečníkov profilu s terénnymi hranami a súradnice týchto bodov boli nahrané do totálnej stanice. Ďalej bolo potrebné vypočítať hodnotu koeficientu na opravu z kartografického skreslenia a nadmorskej výšky a nastaviť ho do totálnej stanice, aby bolo možné správne vytýčiť body profilov. Tento koeficient bol vypočítaný v programe Groma v. 12.2. Vypočítané body boli následne v teréne vytýčené a znovu zamerané. Niektoré body nebolo možné vytýčiť, pretože sa na ich mieste nachádzal strom. Vtedy bol zameraný bod v smere profilu a v tesnej blízkosti pôvodného bodu profilu. Takéto profily boli zamerané dva. Tretí profil je vedený stredom komunikácie a je približne kolmý na prvé dva profily. Tento profil bol priamo zameraný v teréne bez predbežného vytýčenia. Spolu bolo v kontrolnom meraní zameraných 116 bodov. Posúdenie dosiahnutej presnosti kontrolného merania je popísané v kapitole 9.4.

9 SPRACOVANIE DÁT

9.1 Výpočtové práce

Po stiahnutí všetkých nameraných údajov z prístrojov nasledoval výpočet. Všetky výpočtové práce prebehli v programe Groma v. 12.2. Pred samostatným importom nameraných údajov do výpočtového programu bolo potrebné správne nastaviť parametre výpočtového programu.

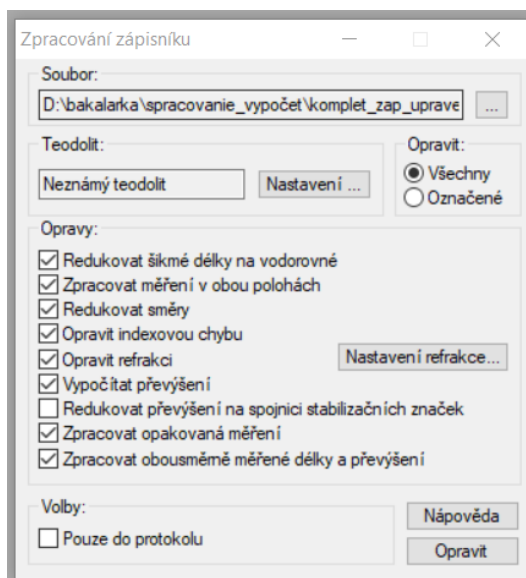


Obr. 7 – Nastavenia parametrov vo výpočtovom programe Groma v. 12.2

Zdroj: Groma v. 12.2

Potom nasledovalo otvorenie zoznamov súradníc. Dôležitým úkonom pred výpočtami je nastavenie mierkového koeficientu, ktorý v sebe zahŕňa opravu z kartografického zobrazenia a opravu z nadmorskej výšky. Tento koeficient nazývame Křovákovým koeficientom, podľa autora kartografického zobrazenia Ing. Josefa Křováka. Koeficient mal hodnotu 0,9998511646 a skrátil merané dĺžky o 14,9 mm na 100 metrov. Po nastavení koeficientu bol v programe otvorený zápisník s nameranými hodnotami, ktorý

bolo potrebné spracovať. Spracovanie zápisníka zahŕňa redukciu šikmých dĺžok na vodorovné, spracovanie merania v dvoch polohách, oprava indexovej chyby, oprava refrakcie a iné. Všetky opravy sú uvedené na obrázku 6 – Spracovanie zápisníka.



Obr. 8 – Spracovanie zápisníka

Zdroj: Groma v. 12.2

Po spracovaní zápisníka bola vyrovnaná meračská sieť z nameraných uhlových a dĺžkových hodnôt. Do vyrovnania boli zahrnuté všetky body pomocnej meračskej siete určené rajónom a metódou GNSS a výška zhŕňovacieho bodu 690911000000513 určená metódou GNSS. Z vyrovnaných súradníc pomocnej meračskej siete a nameraných hodnôt boli následne vypočítané súradnice všetkých podrobných bodov polárnou metódou dávkou v metroch s presnosťou na dve desatinné miesta.

9.2 Tvorba mapy

Súradnice bodov boli načítané pomocou aplikácie MDL z textového súboru do grafického programu MicroStation V8i. Mapa bola spracovaná podľa atribútovej tabuľky pre tvorbu účelovej mapy, ktorá je súčasťou príloh (08.2_Atributy). Mapa bola vyhotovená v mierke 1:500. Mierkové číslo bolo potrebné nastaviť pre čiary a symboly. Výsledná mapa bola doplnená o šrafy, priesečníky siete pravouhlých súradníc a mapové listy ZMVM (základná mapa veľkej mierky) v programe MGEO (nastavba pre program MicroStation V8i). Súčasťou mapy je aj legenda, v ktorej sú vysvetlené všetky použité symboly a typy čiar.

9.2.1 Znázorňovanie výškopisu

Výškopis je mape vyznačený použitím technických šraf, vrstevníc a výškových kôt.

Výškové kóty sa využívajú hlavne s kombináciou so šrafami a vrstevnicami ale môžu byť použité aj samostatne napríklad v zástavbe, kde vrstvenicový obraz nevyjadří výškové pomery[3]. V mape sú použité redukované výškové kóty s presnosťou na decimetre, pretože celé územie tvoril nespevnený povrch.

23.5

Obr. 9 – Redukovaná výšková kóta so symbolom 9.12

Zdroj: Autor

Vrstevnice sú zvislé priemety priesečníc reliéfu s vodorovnými rovinami a sú zmenšené a generalizované. Jednoducho povedané, sú to čiary, ktoré spájajú na mape body s rovnakou nadmorskou výškou v danom intervale. Voľba intervalu závisí na mierke mapy[3]. Vo vyhotovenej mape je interval vrstevníc 1 m. Vrstevnice boli vyhotovené v programe Atlas DMT 20.05.1.



Obr. 10 – Ukážka vrstevníc

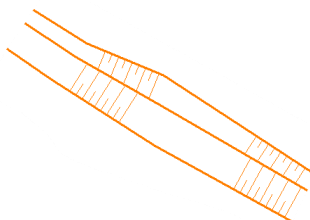
Zdroj: Autor

Vrstevnice môžu byť:

- základné – plná súvislá čiara s hrúbkou 0,18 mm, hnedou farbou,
- zdôraznené – plná súvislá čiara s hrúbkou 0,35 mm, hnedou farbou,
- doplnkové – čiarkovaná čiara s hrúbkou 0,18 mm, hnedou farbou[3].

Zdôraznené vrstevnice sú popísané kótou, ktorá sa píše hnedou farbou do prerušenej vrstevnice v smere stúpania.

Technické šrafy sa používajú tam, kde nie je možné vyjadriť terén pomocou vrstevníc. Šrafy stačí naznačiť v časti terénneho stupňa, nie je potrebné kresliť ich po celej dĺžke[3].



Obr. 11 – Svahové šrafy

Zdroj: Autor

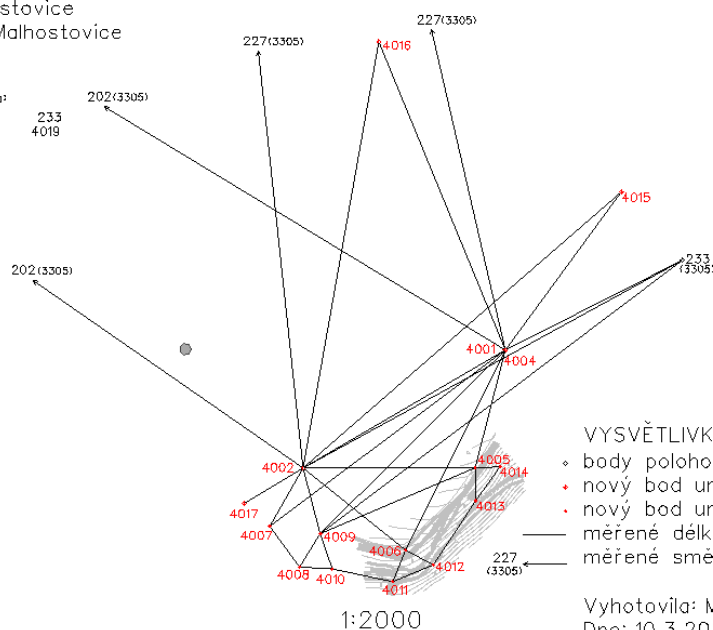
9.3 Prehľadný náčrt bodového poľa a meračskej siete

Do prehľadného náčru bodového poľa a meračskej siete sa zakresľujú čiernou farbou body bodových polí a ich prípadné zrušenie červenou farbou. Ďalej sa červenou farbou vyznačujú body pomocnej meračskej siete, polygónové ťahy a ich značenie začiatku a konca. Súčasťou prehľadného náčrtu bodového poľa a meračskej siete je aj legenda, ktorá vysvetľuje použité čiary a symboly a mierka, v ktorej je náčrt vyhotovený. V pravom dolnom rohu sa uvádza dátum vyhotovenia, meno a podpis vyhotoviteľa[3]. Celý náčrt môže byť podložený katastrálnou mapou alebo vyhotovenou mapou, pre ktorej zameranie bola meračská sieť a bodové pole použité.

PŘEHLEDNÝ NÁČRT PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Okres: Brno-venkov
Obec: Malhostovice
Kat. území: Malhostovice

Poslední použitá čísla:
ZhB - TL 3305 233
Pomocné body 4019



Obr. 12 – Prehľadný náčrt bodového poľa a meračskej siete

Zdroj: Autor

9.4 Testovanie presnosti výsledkov tvorby mapy

Požadovanú presnosť mapy udáva zadávateľ. Pre toto meranie bolo zadané, že presnosť musí spĺňať kritéria pre tretiu triedu presnosti uvedenú v *Tab.2*. Testovanie presnosti bolo uskutočnené podľa ČSN 01 3410 Mapy veľkých mēřítek. Základní a účelové mapy.

Presnosť výsledkov sa overuje v priebehu merania obvyklými kontrolami (napr. omerné miery) a po dokončení merania záverečnými kontrolami (nezávislé kontrolné zameranie). Je potrebné dokázať, že výsledky vyhovujú stanovenej triede presnosti. Dosiahnutú presnosť posudzujeme testovaním výsledkov na výbere podrobných bodov, ktoré sú rozložené po celom území, sú jednoznačne identifikovateľné a tvoria reprezentatívny výber. Minimálny počet týchto bodov je 100. Nesmú tu byť zahrnuté body umiestnené v tesnej blízkosti bodov bodového poľa použitého pre tvorbu mapy [11].

Tab. 2 – Kritériá presnosti

| Trieda presnosti | 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 |
| u_{xy} - kritérium presnosti pre polohu | | | |
| u_H - kritérium presnosti pre výšky na spevnenom povrchu | | | |
| u_V - kritérium presnosti pre výšky určené z vrstevníc | | | |

Zdroj: [11]

Testovanie presnosti výšok: [11]

1. Výpočet rozdielov výšok zo vzťahu (9.1)

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (9.1)$$

H_m – výška podrobného bodu výškopisu,

H_k – výška rovnakého bodu určená z kontrolného merania.

2. Dosiadnutú stanovenú presnosť testujeme výberovou smerodajnou odchýlkou s_H vypočítanou zo vzťahu (9.2).

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad (9.2)$$

k – koeficient rovný 2, ak má kontrolné určenie rovnakú presnosť ako pôvodné meranie výšok,

– rovný 1, ak má kontrolné určenie vyššiu presnosť,

N – rozsah merania (počet bodov).

3. Dosiadnutú presnosť určenia výšok považujeme za postačujúcu, keď:

– vypočítané rozdiely výšok zo vzťahu (9.1) vyhovujú kritériu určenému vzťahom (9.3)

$$|\Delta H| \leq 2u_H \cdot \sqrt{k} \quad (9.3)$$

u_H – kritérium presnosti uvedené v *Tab. 2*

k – rovnaký koeficient ako pri vzťahu (9.2)

– výberová smerodajná výšková odchýlka s_H vypočítaná zo vzťahu (9.2) vyhovuje kritériu:

○ pre výšky určené z vrstevníc $s_H \leq 3\omega_N \cdot u_V$ (9.4)

○ pre nespevnený povrch $s_H \leq 3\omega_N \cdot u_H$ (9.5)

○ pre spevnený povrch $s_H \leq \omega_N \cdot u_H$ (9.6)

u_H, u_V – kritériá uvedené v *Tab. 2*,

k – rovnaký koeficient ako pri vzťahu (9.2),

$\omega_N = 1,1$ pre N od 80 do 500 pri voľbe hladiny významnosti 5%,

$\omega_N = 1,0$ pre N väčšie ako 500 bodov pri voľbe hladiny významnosti 5%.

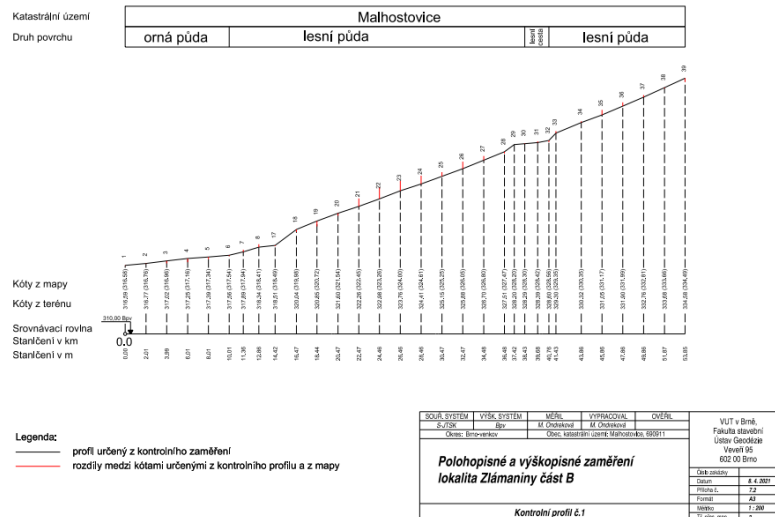
Kontroly počas merania a po meraní sú potrebné na zistenie a odstránenie systematických a hrubých chýb[11].

Posúdenie dosiahnutej presnosti je popísané v kapitole 9.4.2.

9.4.1 Profily

Základňa profilu je pôdorysná stopa profilu, ktorá sa znázorňuje ako priamka. Volí sa v určitej nadmorskej výške tak, aby sa výškové rozdiely dali zobrazit' vo vhodnej mierke. Použitím základne v danej nadmorskej výške vzniká relatívny profil. Absolútny profil je profil, ktorého základňa je v nulovej nadmorskej výške. Profil sa tvorí pomocou priamky, na ktorej sa zobrazia významné body pre zostavenie profilu a nanášaním po kolmici sa zobrazí výškový rozdiel nameranej výšky a výšky základne. Spojením koncových bodov kolmíc vznikne profilová čiara, čiže priesečnica zvislej roviny s povrchom terénu. Výškové údaje sa zobrazujú vo väčšej mierke kvôli lepšej prehľadnosti, pretože výškové rozdiely sú väčšinou oveľa menšie ako vzdialenosti medzi jednotlivými bodmi. Pri použití rovnakej mierky by bol profil pravdepodobne veľmi neprehľadný. Profilová čiara zobrazuje len názor o tvare terénu. Kvôli rozdielnej mierke sú uhly sklonu podstatne väčšie ako skutočné uhly, preto jej tvar nie je presný. Profil je potrebné doplnit' poznámkami o tom, čo sa na zemskom teréne nachádza a akými kultúrami profil prechádza. Preto je v profile potrebné vyznačit' priesečníky profilovej čiary s komunikáciami, rozhraním kultúr, vodstvom a podobne[4].

měřítko: 1:200/200/50 (staničení, výšky, rozdíly)



Obr. 13 – Kontrolní profil č. 1

Zdroj: Autor

9.4.2 Posúdenie presnosti

Pre posúdenie presnosti bola vyhotovená tabuľka, v ktorej sa nachádzajú výšky bodov profilov zameraných v teréne, výšky týchto bodov interpolovaných z mapy a rozdiely týchto výšok. Tabuľka je uvedená v prílohách (06_Testovanie). Výšky bodov boli z mapy interpolované pomocou programu Atlas DMT 20.05.1. Tento program je vhodný na spracovanie polohopisov aj výškopisov, na tvorbu profilov a vrstevníc a pod. Presnosť vyhotovenej mapy spĺňa požiadavky pre 3. triedu presnosti. Všetky otestované výšky spĺňajú požadované kritérium, to znamená, že rozdiely výšok neprekračujú povolenú odchýlku 0,51 m. V *Tab 3.* sú bližšie popísané použité vzťahy pre posúdenie presnosti, je uvedená aj maximálna a minimálna dosiahnutá odchýlka a ďalšie podstatné údaje týkajúce sa posúdenia presnosti mapy.

Tab. 3 – Posúdenie presnosti

| | |
|---|-------------------------------|
| $\Delta H = H_m - H_k$ | |
| $s_H = \sqrt{1/(kN) \cdot \sum \Delta H_i^2}$ | |
| | |
| k | 2 |
| N | 116 |
| ωN | 1,1 |
| pre výšky určené z vrstevníc | $s_H \leq \omega N \cdot u_v$ |
| uv pre 3. tr. presnosti | 0,5 |
| uH pre 3. tr. presnosti | 0,12 |
| | |
| | |
| sH | 0,05 |
| $\omega N \cdot u_v$ | 0,55 |
| $3uH \cdot vk$ | 0,51 |
| Maximálna odchýlka ΔH | 0,28 |
| Minimálna odchýlka ΔH | 0,00 |
| Zhodnotenie: | |
| Výškové odchýlky bodov vyhovujú kritériu $ \Delta H \leq 3uH \cdot vk$. | |
| Výberová stredná výšková odchýlka sH má hodnotu 0,05m, vyhovuje kritériu pre výšky určené z vrstevníc $s_H \leq \omega N \cdot u_v$. | |
| Presnosť výškového profilu vyhovuje požiadavkam normy ČSN 01 3410 pre triedu presnosti 3. | |

Zdroj: Autor

10. ZÁVER

Účelom tejto bakalárskej práce bolo vyhotoviť pomocnú meračskú sieť pre zameranie lesnej komunikácie a jej okolia tachymetrickou metódou. Pomocnú meračskú sieť bolo potrebné pripojiť do záväzných referenčných systémov metódou GNSS a pomocou štátneho bodového poľa. Získané dáta bolo potrebné spracovať a vyhotoviť účelovú mapu.

Pred začatím merania prebehla rekognoskácia terénu, počas ktorej sme sa oboznámili s územím. Po stabilizácii bodov pomocnej meračskej siete boli metódou GNSS zamerané dva jej body, ktoré slúžili na určenie ostatných bodov PMS rajónom. Pri meraní boli použité aj body štátneho bodového poľa, konkrétne zhusťovacie body. Po preoraní poľa bol jeden bod určený metódou GNSS zrušený a v jeho blízkosti bol stabilizovaný nový bod a ďalšie tri body použité ako orientačné. Tieto body boli určené metódou GNSS a z nich boli rajónom opäť určené ostatné stanoviská. Obidve merania boli použité pri vyrovnaní siete. Následne boli zamerané všetky podrobné body. Pre účely kontrolného merania boli znovu nezávisle na prvé meranie určené body pomocnej meračskej siete metódou GNSS a z nich body PMS určené rajónom. Boli zamerané tri kontrolné profily, jeden profil stredom lesnej komunikácie a dva profily približne kolmo na tento profil.

Z nameraných dát boli vypočítané súradnice bodov PMS a podrobných bodov v programe *Groma* v. 12.2. Mapa bola vyhotovená v programe *Microstation V8i* a vrstevnice v programe *ATLAS DMT 20.05.1*. Účelová mapa bola vyhotovená v mierke 1:500 podľa normy *ČSN 01 3411 Mapy veľkých měřítek. Kreslení a značky*. Kontrolné profily boli vyhotovené pomocou programu *ATLAS DMT 20.05.1* a celková dosiahnutá presnosť bola posúdená pomocou rozdielov výšok zmeraných bodov profilov a ich výšok interpolovaných z vrstevníc v programe *ATLAS DMT 20.05.1*. Presnosť mapy bola posúdená podľa normy *ČSN 01 3410 Mapy veľkých měřítek. Základní a účelové mapy* a spĺňa kritéria pre tretiu triedu presnosti.

Na záver chcem povedať, že táto práca bola pre mňa veľmi prínosná. Získala som mnoho nových poznatkov spojených s meraním a spracovaním. Zo všetkých doterajších skúseností sa mi účelové mapy javia ako najzaujímavejšia geodetická činnosť pre budúcnosť.

11. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. *O obci. MALHOSTOVICE Oficiální web* [online]. [cit.2021-03-22]. Dostupné z: <https://www.malhostovice.eu/o-obci/ds-5501/p1=213>
2. *ČÚŽK: Geoportál – Geoprohlížeč* [online]. [cit.2021-03-22]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
3. KALVODA, Petr. *Mapování I* [prednáškové texty]. Vysoké učení technické, Fakulta stavební, Ústav geodézie, 2016.
4. FIŠER, Zdeněk a VONDRÁK, Jiří. *Mapování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-7204-472-9.
5. Nařízení vlády č. 430/2006 Sb.: Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání. In: Sbíрка zákonů [online], © AION CS, s.r.o. 2010-2021. [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-430>
6. KOZA, Petr a Hánek, Pavel. *Geodézie pro SPŠ stavební*. Praha: Sobotáles, 2010. ISBN 978-80-86817-36-1.
7. FIŠER, Zdeněk a VONDRÁK, Jiří. *Mapování II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-214-2669-1.
8. KRATOCHVÍL, Vlastimil. *Globální navigační satelitní systémy (GNSS)*. Vysoké učení technické, Fakulta stavební, Ústav geodézie, 2012.
9. 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. In: Sbíрка zákonů [online], © AION CS, s.r.o. 2010-2021. [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-31>
10. SOUKUP, František. *Výuka v terénu I*. Vysoké učení technické, Fakulta stavební, Ústav geodézie, 2004. Dostupné z: <https://docplayer.cz/7671244-Vysoke-uceni->

technicke-v-brne-fakulta-stavebni-frantisek-soukup-vyuka-v-terenu-i-modul-01-polohopis.html

11. ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
12. *Geotronics Praha, Technické specifikace TRIMBLE R4 GPS* [online]. © 2006–2009. [cit.2021-04-27]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/DS_R4_CZ_GTR.pdf?fbclid=IwAR3EUEu0eTdCXyEp91iYDZN8P0sBmc8Nf3V360hT-AboameGnFbxXBxZXZY
13. *Geotronics Praha, TOTÁLNÍ STANICE TRIMBLE M3, Technický popis* [online]. © 2005–2014. [cit.2021-04-27]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf?fbclid=IwAR1TTuSDWJQHwqjpUIHeVp6bP48ZHSdzGfsN6MS_S4kRIyP8b_bII5Ie8

12. ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

GNSS Globálne navigačné družicové systémy (Global Navigation Satellite System)

DMT Digitálny model terénu

ČSN Česká štátna norma

TMM Technická mapa mesta

WGS84 Svetový terestrický systém 1984 (World Geodetic System 1984)

ETRS Európsky terestrický referenčný systém

S-Gr95 Tiažový systém 1995

S-42/83 Súradnicový systém 1942

S-JTSK Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej

Bpv Výškový systém baltský – po vyrovnaní

AGS Astronomicko-geodetická sieť

ČSTS Česká štátna trigonometrická sieť

ZhB Zhust'ovacie body

PPBP Podrobné polohové bodové pole

ČSNS Česká štátna nivelačná sieť

GPS – NAVSTAR Globálny polohový systém (Global Positioning System – Navigation System with Timing and Ranging)

GLONASS Ruské globálne navigačné satelitné systémy (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema)

GDOP Geometrické riadenie presnosti (Geometric Dilution of Precision)

PDOP Pozičné riadenie presnosti (Position Dilution of Precision)

RTK Kinematická metóda v reálnom čase (Real-time kinematic)

RMS Stredná kvadratická chyba (Root Mean Square)

PMS Pomocná meračská sieť

ZMVM Základná mapa veľkej mierky

13. ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obrázok 1 – Umiestnenie lokality v katastrálnom území Malhostovice

Obrázok 2 – Rajón

Obrázok 3 – Meranie prijímačom GNSS-RTK R4

Obrázok 4 – Meranie totálnou stanicou Trimble M3-DR2”

Obrázok 5 – Stabilizácia bodov pomocnej meračskej siete dreveným kolíkom

Obrázok 6 – Pohľad na lokalitu

Obrázok 7 – Nastavenia parametrov vo výpočtovom programe Groma v. 12.2

Obrázok 8 – Spracovanie zápisníka

Obrázok 9 – Redukovaná výšková kóta so symbolom 9.12

Obrázok 10 – Ukážka vrstevníc

Obrázok 11 – Svahové štrafy

Obrázok 12 – Prehľadný náčrt bodového poľa a meračskej siete

Obrázok 13 – Kontrolný profil č. 1

Tabuľka 1 – Porovnanie súradníc bodu 000000933052330

Tabuľka 2 – Kritériá presnosti

Tabuľka 3 – Posúdenie presnosti

14. ZOZNAM PRÍLOH

01_techicka_sprava (E)

02_nacrty

02.1_meracsky_nacrt (E)

02.2_BP_PMS (E+P)

02.3_BP_PMS_profily (E+P)

03_zapisniky

03.1_zapisnik_tachymetria (E)

03.2_zapisnik_kontrolny_profil (E)

04_protokoly

04.1_protokol_tachymetria (E)

04.2_protokol_profily (E)

05_zoznamy_suradnic

05.1_YXH_DB (E)

05.2_YXH_NB (E)

05.3_YXH_NB_profil (E)

06_testovanie_presnosti

06_Testovanie (E)

07_kontrolny_profil

07.1_podorys_profilov (E+P)

07.2.1_profil1 (E+P)

07.2.2_profil2 (E+P)

07.2.3_profil3 (E+P)

07.2.4_profily (E)

08_mapa

08.1_mapa (E+P)

08.2_Atributy (E)

09_geodeticke_udaje (E+P)

(E) – príloha v elektronickej podobe

(E+P) – príloha v elektronickej aj v tlačenej podobe