



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**ZAMĚŘENÍ A TVORBA ÚČELOVÉ MAPY
V PROSTORU NÁMĚSTÍ 28. ŘÍJNA V BRNĚ**

SURVEYING AND CREATION OF THEMATIC MAP IN SQUARE 28. ŘÍJNA IN BRNO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondrej Pavlíček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2019



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	Ondrej Pavlíček
Název	Zaměření a tvorba účelové mapy v prostoru Náměstí 28. října v Brně
Vedoucí práce	Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

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, dostupné z <http://lms.fce.vutbr.cz/course/view.php?id=317> (19. 10. 2017)

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V prostoru parku na Náměstí 28. října v Brně a jeho bezprostředním okolí vybudujte měřickou síť pro podrobné zaměření. Síť připojte do závazných referenčních systémů prostřednictvím kombinace bodů státního bodového pole a technologie GNSS. Realizujte podrobné měření tachymetrickou metodou. Získaná data analyzujte a zpracujte a na jejich základě vyhotovte účelovou mapu velkého měřítka. Výstupy práce připravte pro případné předání k tvorbě DMT.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

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

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá zameraním polohopisu a výškopisu lokality Náměstí 28. října. Výsledkom bude účelová mapa v mierke 1:500 v 3. triede presnosti podľa ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek, vyhotovená v súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom systéme Bpv. Práca obsahuje výber a rekognoskáciu lokality, podrobné meranie a spracovanie. Finálna práca bude slúžiť ako podklad pre projektovú činnosť.

KLÍČOVÁ SLOVA

účelová mapa, polohopis, výškopis, GNSS, polárna metóda

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with obtaining planimetry and altimetry data by geodetical measuring of the 28th October Square in Brno city. The result will be a thematical map in scale 1: 500 in the 3rd accuracy class according to standard ČSN 01 3410 - Large Scale Maps, made in the S-JTSK coordinate system and Bpv height system. The task includes selection and terrain reconnaissance of the site, detailed measurement and processing of gathered data. The bachelor thesis will serve as a basis for project activity.

KEYWORDS

thematical map, planimetry, hypsography, GNSS, polar method

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Ondrej Pavlíček *Zaměření a tvorba účelové mapy v prostoru Náměstí 28. října v Brně*. Brno, 2019. 48 s., 9 příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Jiří Vondrák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Zaměření a tvorba účelové mapy v prostoru Náměstí 28. října v Brně* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Ondrej Pavlíček
autor práce

POĎAKOVANIE

Rád by som sa touto cestou poďakoval vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jířimu Vondrákovi, Ph.D. za trpezlivosť, cenné rady, pomoc a pripomienky. Veľké ďakujem patrí spolužiakom, menovite najmä Samuel Ďuriš, Patrik Podolan a Jakub Magda pri výpomoci v teréne. Ďalej by som sa chcel poďakovať rodine za podporu počas celého štúdia, a všetkým ktorí mi podali pomocnú ruku.

V Brně dne 24. 5. 2019

Ondrej Pavlíček
autor práce

Obsah

1. ÚVOD.....	10
2. LOKALITA	11
2.1 Popis lokality.....	11
2.2 História.....	13
3. PRÍPRAVNÉ PRÁCE	14
3.1 Rekognoskácia terénu	14
4. VOĽBA PRÍSTROJOV A POMÔCOK.....	16
4.1 Aparatúra GNSS.....	16
4.2 Totálna stanica	18
5. MERAČSKÉ PRÁCE.....	20
5.1 Pomocná meračská sieť.....	20
5.2 Stabilizácia bodov pomocnej meračskej siete.....	20
5.3 GNSS meranie.....	22
5.4 Rajón, voľné stanovisko.....	23
5.5 Meranie podrobných bodov	24
5.6 Polárna metóda (priestorová)	26
5.7 Metóda konštrukčných omerných	27
5.8 Kontrolné meranie.....	28
5.9 Nivelácia	29
5.10 Meračský náčrt	30
6. VÝPOČTOVÉ PRÁCE	32
6.1 Výpočet bodov PMS	33
6.2 Výpočet podrobných bodov	34
6.3 Testovanie presnosti.....	34
6.4 Testovanie presnosti súradníc X,Y	35
6.5 Testovanie presnosti výšok	36
6.6 Testovanie presnosti katastrálnej a účelovej mapy	36
7. GRAFICKÉ SPRACOVANIE	37
7.1 Mapa.....	37
7.2 Delenie máp	37
7.3 Účelová mapa.....	38
7.4 Tvorba mapy	39

8. ZÁVER	41
ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	42
ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK	44
ZOZNAM VZORCOV	45
ZOZNAM SKRATIEK.....	46
ZOZNAM PRÍLOH.....	47

1. ÚVOD

Cieľom tejto bakalárskej práce je polohopisné a výškopisné zameranie lokality Náměstí 28. října, ktorá sa nachádza v Juhomoravskom kraji, okres Brno - město. Konkrétne sa bude mapovať areál parku Náměstí 28.října a západná časť od parku ohraničená ulicou Třídou Kpt. Jaroše. Výsledná účelová mapa bude vyhotovená v 3. triede presnosti v mierke 1:500. V lokalite bola vybudovaná meračská sieť pomocou technológie GNSS, podrobné body boli merané polárnou metódou. Podrobné mapovanie prebiehalo v súradnicovom systéme Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej (S-JTSK) a výškovom systéme Balt po vyrovnaní (Bpv). Zameranie lokality bolo uskutočnené od 7. októbra až do 28. októbra 2018. Celková rozloha lokality je približne 47 000 m².

Mapy sa nachádzajú všade okolo nás či už v papierovej forme alebo elektronickej. Myslím si, že účelová mapa je častá tematika v geodézií, vytvára nám prehľad o skutočnom stave daného miesta. Preto som si zvolil túto tému.

2. LOKALITA

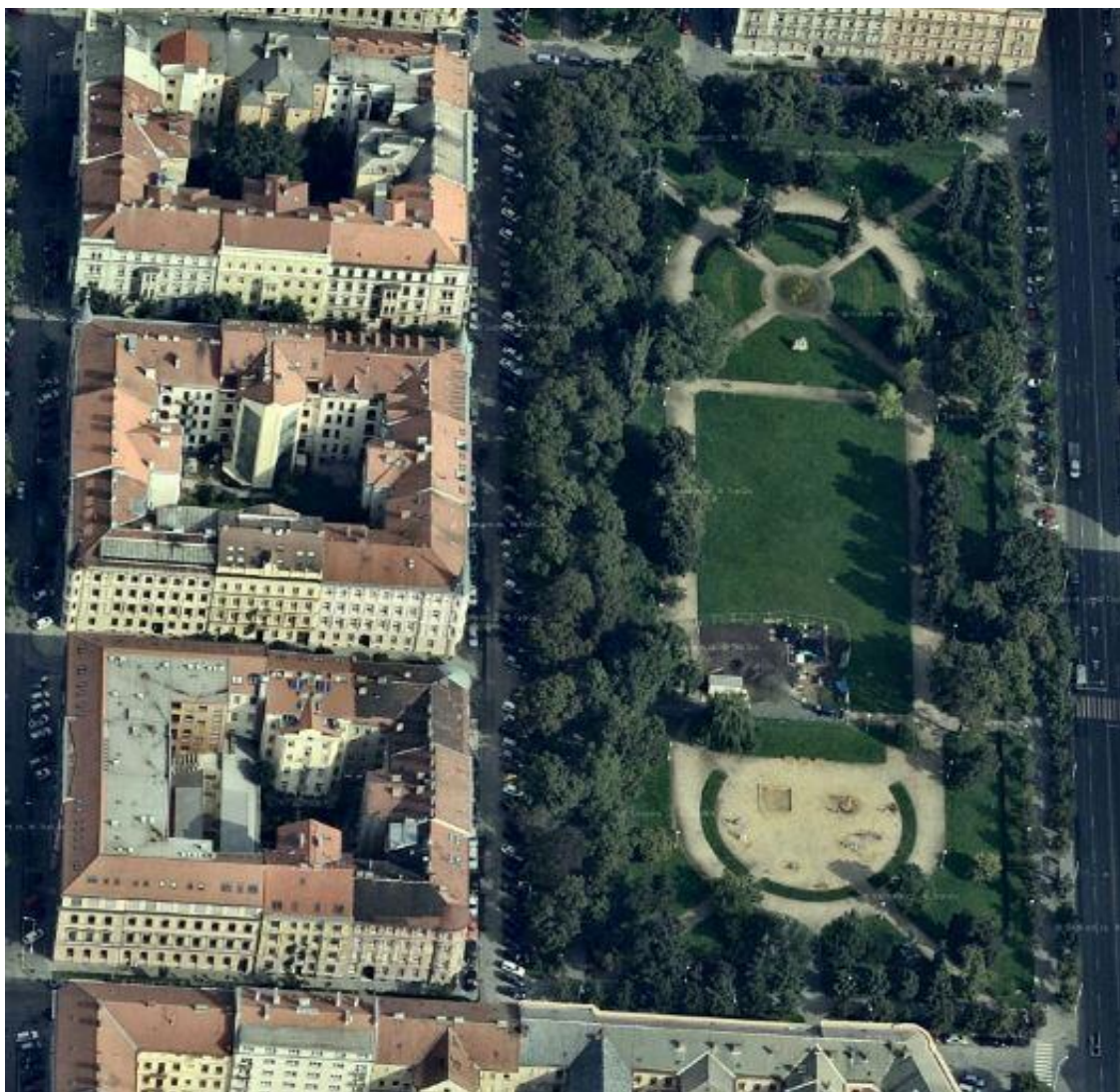
2.1 Popis lokality

Náměstí 28. října je náměstie v Brne, ktoré sa nachádza v mestskej časti nazývanej Černá Pole. Je situované medzi ulicou Milady Horákové a parkom Lužánky. Náměstie má obdĺžnikový pôdorys a je orientovaný od severu k juhu. Uprostred námestia sa nachádza mestský park, v ktorom je od roku 2014 umiestnený pamätník Brnenským obetiam holokaustu.

Areál sa nachádza v katastrálnom území Černá Pole okres Brno-město (610771), rozkladá sa na troch parcelných číslach 3814/1, 3816 a 3785. Vlastníkom parcel čísla 3814/1 a 3816 je štatutárne mesto Brno. Vlastníkom parcely číslo 3785 je Česká republika, na tejto parcele je evidované vecné bremeno.



Obr. 1 Zvýraznená zvolená lokalita Náměstí 28. října na leteckej snímke [1]



Obr. 2 Detail zvolenej lokality Náměstí 28. října vtáčí pohľad [2]

Po konzultácií s vedúcim bakalárskej práce som si vybral túto lokalitu. Zvolenú lokalitu by som rozdelil na dve časti. Západnú a východnú. Západnú časť lokality tvoria budovy, v ktorých sídlia rôzne firmy a reštaurácie. Východnú časť tvorí mestský park, ktorý má rozlohu 25 000 m². Celková rozloha lokality je 47 000 m².

2.2 História

Hutterův rybník je jeden z ôsmich rybníkov na rieke Ponave, ktorý sa rozprestieral v blízkosti parku Lužánek. Dnes na tomto mieste nájdeme park na Námestí 28. října. Hutterův rybník bol postupne vysušený na konci 80. rokov 18. storočia. Na jeho ploche v rozlohe 2 ha začali vznikať postupne obytné domy rezidenčnej štvrti. Na dne tohto rybníka vznikali rôzne cirkusové a divadelné spoločnosti, ktoré sa odohrávali v drevených stavbách. V rokoch 1898 – 1902 sa v parku uskutočnila hlavná výsadba alejí, konkrétne javorov a líp. V strede parku vznikla fontána s bazénom a sochou ženy, medzi alejami postupom času vznikali trávnaté plochy s detskými ihriskami.

V roku 1960 bol celý park novo upravený, bazén odstránený a na jeho mieste bola postavená socha kúpajúcej sa ženy, ktorú vytvorila sochárka Sylva Lacinová – Jílková, podstavec k tejto soche navrhol architekt Lubor Lacina.

Uprostred parku bol dňa 17. 9. 2014 odhalený pamätník holokaustu v podobe čiernej kamennej kocky o hrane 3,14 m (Ludolfovo číslo). Stojí uprostred plytkého bazénu, ktorý má na dne český, hebrejský a rómsky nápis so symbolom hviezdy a kola a neustále cez neho preteká voda. Pamätník je dielom akademického maliara Daniela Václavíka. [3]

Park v dnešnej dobe predstavuje miesto na prechádzku, odpočinok alebo šport.



Obr. 3 Náměstí 28. října 1909 s budovou nemeckej priemyselnej školy uprostred. [4]

3. PRÍPRAVNÉ PRÁCE

Pred začiatkom samostatného merania bola vykonaná rekognoskácia terénu v danej lokalite. Zisťovalo sa aká je dostupnosť lokality, či je možné sa tam dopraviť autom alebo iba pešo. Hlavnou časťou bola vhodne zvolená metóda budovania pomocnej meračskej siete (PMS), tak aby bolo možné zamerať všetky podrobné body a uvažovalo sa nad výberom prístrojov a pomôcok na meranie.

3.1 Rekognoskácia terénu

Rekognoskáciu terénu definujeme ako zisťovanie stavu skutočnosti na mieste, kde sa majú konať geodetické práce v teréne. Rekognoskácia terénu danej lokality prebehla deň pred meraním, to jest 6. 10. 2018.



Obr. 4 Pohľad na meranú lokalitu park na námestí 28. října [5]

Prístup do vnútorných priestorov budov v západnej časti lokality bol obmedzený. Popri budovách, konkrétne na uliciach Jeřábkovéj, Hilleho, Bartošovej a Kudelovej, boli zaparkované automobily, ktoré častokrát bránili vo výhlade alebo v prístupe k povrchovým znakom inžinierskych sietí.



Obr. 5 Pamätník holokaustu v parku na námestí 28. ríjna [6]

Východná časť lokality nebola nijak obmedzená, keďže park je voľne prístupný verejnosti. Park má celkovo 9 voľne prístupných vstupov cez kovové bránky. Hranice meranej lokality boli vymedzené vedúcim bakalárskej práce, merané budovy a okolie parku boli detailnejšie preskúmané v teréne.

Pri rekognoskácii v teréne v zadanej lokalite sa zistilo, že body bodového poľa ČÚZK sú nevhodne rozmiestnené a je ich nedostatok, preto by meranie nebolo efektívne. Z tohto dôvodu bola vytvorená pomocná meračská sieť pomocou technológie GNSS.

4. VOĽBA PRÍSTROJOV A POMÔCOK

Pred začatím samotného podrobného merania bolo treba zvážiť, aké pomôcky a prístroje budú vhodné na meranie v 3. triede presnosti. Zapožičané pomôcky pochádzali zo školského skladu VUT FAST v Brne a od firmy GEO75 s.r.o. so sídlom v Horných Heršpiciach v Brne. Pomôcky zapožičané zo školského skladu boli poskytnuté len s písomným súhlasom vedúceho bakalárskej práce.

Zoznam použitých prístrojov a pomôcok:

-  aparátúra GNSS – Trimble R4-3 (v.č. 5345446904)
-  totálna stanica Trimble M3 (v.č. D036267)
-  totálna stanica Trimble S5 DR PLUS (v.č. TSC3 37110890)
-  odrazový hranol Topcon na tyčke
-  odrazový hranol 360° Trimble VX/S na tyčke
-  statív + dvojmeter

4.1 Aparatúra GNSS

Body pomocnej meračskej siete boli určené metódou GNSS (Global Navigation Satellite System) alebo inak povedané globálny družicový navigačný systém za použitia aparatury Trimble R4-3, ktorá sa skladá z integrovaného GNSS prijímača, antény, modemu a vymeniteľnej batérie, ktorá vydrží 11 hodín pri práci v teréne. Je to ľahký, pohodlný a bezkáblový systém so softvérom Trimble Access. Princíp merania GNSS spočíva v tom, že je meraný čas medzi vyslaným signálom z družice a prijatým signálom stanicou v teréne. [7]



Obr. 6 Aparatúra GNSS [8]

Presnosť použitej metódy RTK:

 poloha	8 mm + 1 ppm RMS	[9]
 výška	15 mm + 1 ppm RMS	

4.2 Totálna stanica

Pre podrobné mapovanie boli použité dve totálne stanice rovnakej značky, ale rôzneho modelu. Prvá totálna stanica bola Trimble M3 zapožičaná zo školského skladu, ktorá bola využitá pri väčšine meračských prác. Druhá totálna stanica Trimble S5 DR PLUS bola využitá až pri kontrolnom meraní, zapožičaná od firmy GEO75 s.r.o.

Výhodou totálnej stanice Trimble M3 je to, že je ľahká, kompaktná a výkonná. Obsahuje softvér Trimble Access, ktorý je výhodný pre každodenné potreby v práci napríklad topografické meranie, vytyčovanie, kontrolné meranie. Má dve ľahko vymeniteľné batérie, ktoré vydržia až 26 hodín. Ďalšou výhodou je ľahko ovládateľný, jasný a farebný dotykový displej. Bezhranolové meranie s dlhým dosahom šetrí čas a znižuje počet stanovišťa. Parametre sú:

- ✚ dosah merania dĺžok na odrazný štítok 5 x 5 cm 1,5 m až 270 m
- ✚ dosah merania dĺžok na samostatný hranol 1,5 m až 3 000 m
- ✚ bezhranolové meranie dĺžok pri dobrých podmienkach .. 500 m
- ✚ presnosť merania dĺžok na hranol $\pm (2 + 2 \text{ ppm} \times D)$ mm
- ✚ presnosť merania uhlov 5" [10]

Robotická totálna stanica Trimble S5 PLUS DR je presný a spoľahlivý stroj pre efektívne meranie. Veľkou výhodou tejto robotickej totálnej stanice je, že dokážete merať a vytyčovať samostatne v teréne bez pomoci figuranta. Merač je zároveň aj figurantom. Obsahuje dve dobíjacie vnútorné batérie, ktoré vydržia 13 hodín. K dispozícii je aj kontrolná jednotka Trimble TSC3 so softvérom Trimble Access pripínateľná na odrazový hranol. Kontrolná jednotka má dotykový displej a qwerty klávesnicu, s ktorou je ovládanie jednoduchšie a rýchlejšie v akomkoľvek prostredí. Parametre sú:

- ✚ dosah merania dĺžok na hranol 0,2 m až 2500 m
- ✚ bezhranolové meranie dĺžok pri dobrých podmienkach 2 200 m
- ✚ presnosť merania dĺžok na hranol 1 mm + 2 ppm
- ✚ presnosť merania uhlov 5" [11]



Obr. 7 Totálna stanica Trimble M3 [12]



Obr. 8 Totálna stanica Trimble S5 DR PLUS s kontrolnou jednotkou TSC3 + odrazový hranol [13]

5. MERAČSKÉ PRÁCE

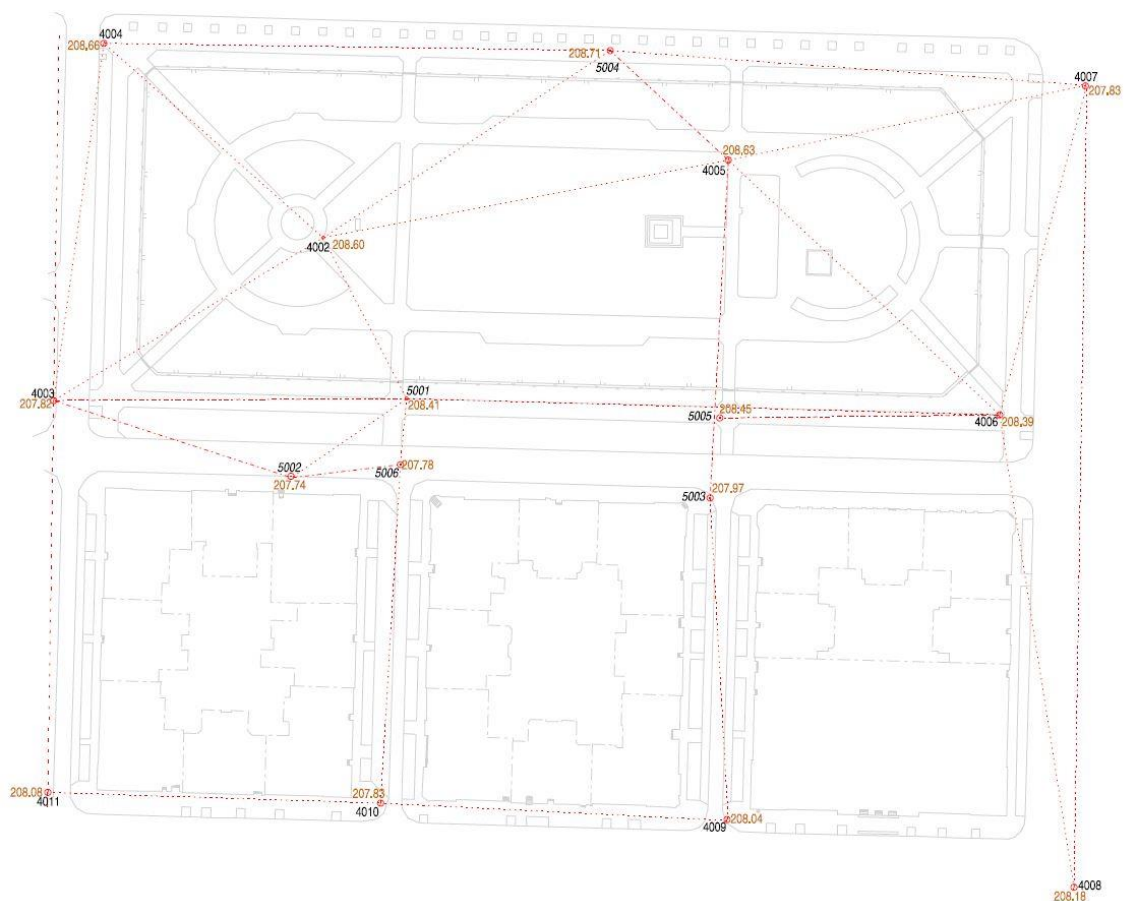
Meračské práce prebiehali od 7. 10. až do 28. 10. 2018. Medzi meračské práce patrí meranie pomocnej meračskej siete, podrobných bodov, kontrolné meranie a všetky úkony spojené s meraním napríklad aj zakreslenie bodov a informácií do náčrtu alebo zmeranie potrebných mier ku geodetickým údajom. Najskôr sa vytvorila pomocná meračská sieť, následne sa zamerali podrobné body a súčasne sa, podľa potreby, zhustila pomocná meračská sieť.

5.1 Pomocná meračská sieť

Z dôvodu absencie a nevhodného rozmiestnenia bodov bodového poľa v danej lokalite, bola vybudovaná pomocná meračská sieť metódou GNSS. Touto metódou boli určené body 4001 – 4011. Východzia sieť bola doplnená o ďalšie pomocné meračské body 4012 a 5001 - 5006. Body pomocnej meračskej siete boli vybudované tak, aby každý bod mal 2 orientácie, aby sa dalo zamerať čo najviac podrobných bodov z jednotlivých stanovísk a zároveň aby na seba nadväzovali. Meračská sieť obsahuje celkovo 17 pomocných meračských bodov.

5.2 Stabilizácia bodov pomocnej meračskej siete

Body pomocnej meračskej siete boli všetky stabilizované pomocou nastreľovacích klinec s podložkou do asfaltu alebo medzi škáry betónových dlaždíc. Body boli signalizované červeným sprejom pre lepšiu viditeľnosť a samotnú orientáciu medzi bodmi. Ku každému bodu boli vyhotovené geodetické údaje – príloha 05_Geodetické_údaje.



Obr. 9 Prehľad pomocnej meračskej siete – príloha 06.1



Obr. 10 Stabilizácia a signalizácia bodu pomocnej meračskej siete [14]

5.3 GNSS meranie

GNSS meranie prebehlo ihneď po stabilizovaní a signalizovaní bodov pomocnej meračskej siete. Na každom bode prebehla observácia, ktorá trvala minimálne 5 sekúnd a každé meranie bolo opakované s minimálnym odstupom času 1 hodiny kvôli nezávislosti merania. Body sa merali metódou RTK – real time kinematic. Bod číslo 4001 bol očíslovaný ako 4001.1 pri prvom meraní a pri druhom meraní 4001.2, aby bolo možné výsledné súradnice bodov spriemerovať na centimetre. Tento postup sa opakoval na bodoch 4001-4011. Pomocou GNSS je možné určiť polohu rôznymi metódami, ktoré sa odlišujú podľa:

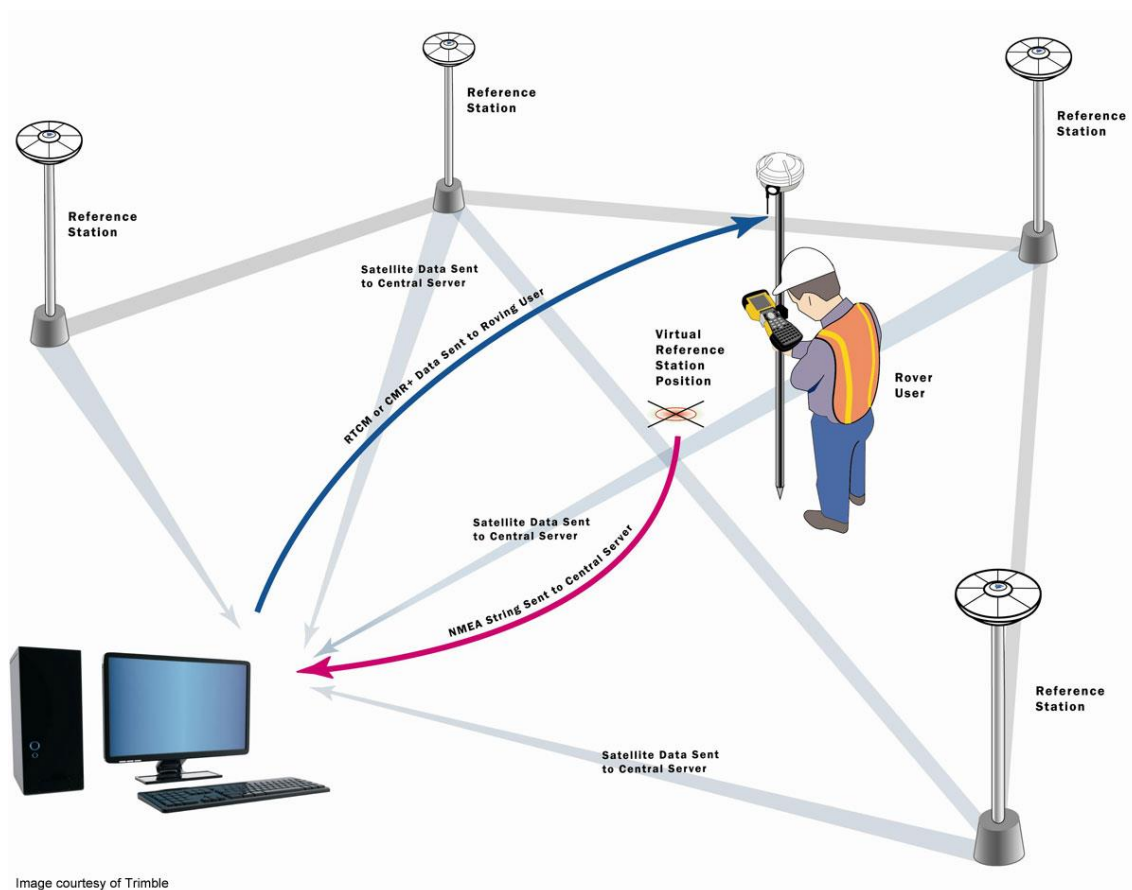
- + veličín, ktoré sú použité pre určenie polohy
 - kódové
 - fázové
 - kombinované
- + Času spracovania merania
 - v reálnom čase
 - post-processing
- + Spôsobu určenia polohy
 - absolútne – poloha 1 alebo viac prijímačov nezávisle na sebe
 - relatívne – simultánne meranie minimálne 2 prijímačov
 - diferenčné – využívajú meranie prijímača, ktorý je umiestnený na bode o známych súradniciach
- + Pohybu prijímača v priebehu určenia polohy
 - statické
 - kinematické

[15]

Metódy relatívneho určovania polohy:

- + statická metóda – dlhá observácia (v rádoch hodín), post-processing, presnosť 3 – 5 mm
- + rýchla statická metóda – krátka observácia (v rádoch sekúnd), post-processing, presnosť 5 – 10 mm
- + stop and go – post-processing, najprv inicializácia, potom meranie, pri prerušení nová inicializácia, presnosť ako RTK
- + kinematická – ako stop and go, pri výpadku nie je treba inicializovať

[16]



Obr. 11 Metóda RTK merania [17]

5.4 Rajón, voľné stanovisko

Rajón je vektor danej dĺžky a daného smeru (orientovaná úsečka), ktorý slúži ku geodetickému zameraniu a určeniu polohy, poprípade aj výšky nového geodetického bodu z geodetických bodov, ktorých poloha už bola určená a dokumentovaná. Číslovanie pomocných meračských bodov zameraných metódou rajónu boli po dohode s vedúcim práce očíslované ako 5001 – 5006 pre lepší prehľad. Maximálna dĺžka rajónu je 1 000 m a zároveň nesmie byť dlhšia než dĺžka k najvzdialenejšiemu orientačnému bodu. Dĺžka trojnásobného rajónu nesmie presiahnuť 250 m. [18]

Voľné stanovisko, tiež známe prechodné stanovisko je spôsob ako merať polohopis a výškopis bez nutnosti centrácie prístroja. Umiestnenie stanoviska sa volí podľa optimálnej potreby merača. Súradnice stanoviska nie sú známe, určujú sa na základe uhlového alebo uhlového a dĺžkového pripojenia na známe body. Táto metóda je v súčasnej dobe jedným z najpoužívanějších postupov v geodézií. Vyžaduje hustú predchádzajúcu geodetickú sieť ale poskytuje aj značnú voľnosť pri práci v teréne.

Najčastejšie sa využíva v oblasti inžinierskej geodézie. Využíva sa nielen pri podrobnom meraní, ale aj pri vytyčovaní a budovaní geodetických sietí. Uhol na určovanom bode musí byť v rozmedzí 30 – 170 gonov. Bod číslo 4012 bol vytvorený touto metódou. [19]

5.5 Meranie podrobných bodov

Po vybudovaní pomocnej meračskej siete nasledovalo podrobné meranie. Podrobné meranie predstavuje zameranie polohopisu a výškopisu určitej časti zemského povrchu za účelom vyhotovenia mapy. Základ podrobného merania tvorí dostatočne husté podrobné bodové pole, ktoré sa doplní o ďalšie body.

Podrobné mapovanie prebiehalo v niekoľkých etapách od 7. do 28. októbra 2018 po väčšinou cez víkendy.

Pred samotným podrobným mapovaním sa nastavila teplota a tlak v totálnej stanici kvôli atmosférickým korekciám, taktiež bol založený nový job (zákazka) s názvom lokality a dátumom pre lepšiu orientáciu a spracovanie nameraných údajov.

Podrobné body sa zameriavali z bodov pomocnej meračskej siete a boli zameriavané pomocou totálnych staníc Trimble M3 a Trimble S5 DR PLUS polárnou metódou. Z každého stanoviska bol zameraný najmenej 1 kontrolný bod, ktorý bol zameraný aj z iného stanoviska. Celkový počet zameraných podrobných bodov je 1869 s využitím hranolového a bezhranolového módu. Nedostupné vstupy do objektov a výšky obrubníkov boli zmerané pomocou dvojmetru a vykreslené do náčrtu. Taktiež bolo často používané uhlové odsadenie pri meraní stromov, rohov budov, dopravných značiek a verejného osvetlenia. Plot parku bol zameraný z vonkajšej strany a výška obrubníkov bola v rozmedzí 9-10 cm.

Prístroj bol dôkladne zcentrovaný a zhorizontovaný na každom stanovisku, pravidelne sa kontrolovala výška odrazového hranola, aby nedošlo k nevedomej zmene výšky a výška prístroja bola zaregistrovaná pri každom stanovisku.

Orientácie boli merané v dvoch polohách spriemerovane a všetky podrobné body sa zameriavali v prvej polohe ďalekohľadu.

Počas podrobného mapovania sa všetky podrobné body zakresľovali do meračských náčrtov, ktoré sú súčasťou prílohy 07_Meračské_náčrty. Náčrty boli adjustované a priložené k práci.

Prístup do vnútroblokov, kde sídlia firmy a reštaurácie bol nedostupný, takže sa hranice prevzali z katastrálnej mapy a vyznačili do mapy.

Meranie bolo prispôbené mierke, v ktorej bola vyhotovená účelová mapa, čiže tak, aby podrobné body neboli od seba vzdialené viac ako 2 – 3 cm na mape, čo zodpovedá 10 – 15 m v skutočnosti. Pri meraní sa rozlišovali podrobné tvary predmetov polohopisu, ak dĺžka priamej spojnice dvoch lomových bodov presahuje aspoň 0,10 m tak je nutné ich zamerať. Krivkové prvky polohopisu sa zameriavajú:

- ✚ kružnicový oblúk – 3 bodmi (začiatok, stred a koniec oblúku.)
- ✚ kružnica – 3 bodmi po obvode alebo stred a polomer
- ✚ obecná krivka – nahradzuje sa úsečkami, tak aby sa žiadny iný bod na úsečke neodchýlil od skutočného priebehu viac než o 0,10 m.

Metódy podrobného merania môžu byť geodetické, fotogrammetrické, laserové skenovanie, mobilné mapovanie alebo technológia GNSS.

Geodetickými metódami možno rozumieť:

- ✚ metóda pravouhlých súradníc
- ✚ polárna metóda
- ✚ vyrovnanie bodu do priamky (iba početná)
- ✚ metóda priesečníku dvoch priamok (iba početná)
- ✚ metóda konštrukčných omerných
- ✚ metóda pretínania z dĺžok
- ✚ redukcia súradníc o strešný presah
- ✚ metóda konštrukčných omerných so súčasným vyrovnaním na pravouhlosť
- ✚ metóda pretínania späť
- ✚ kontrolné omerné miery
- ✚ úprava obrazca na pravouhlý (iba početná)
- ✚ metóda riadiacej priamky (iba početná)

[20]



Obr. 12 Momentka pri podrobnom meraní s totálnu stanicu Trimble M3 [21]

5.6 Polárna metóda

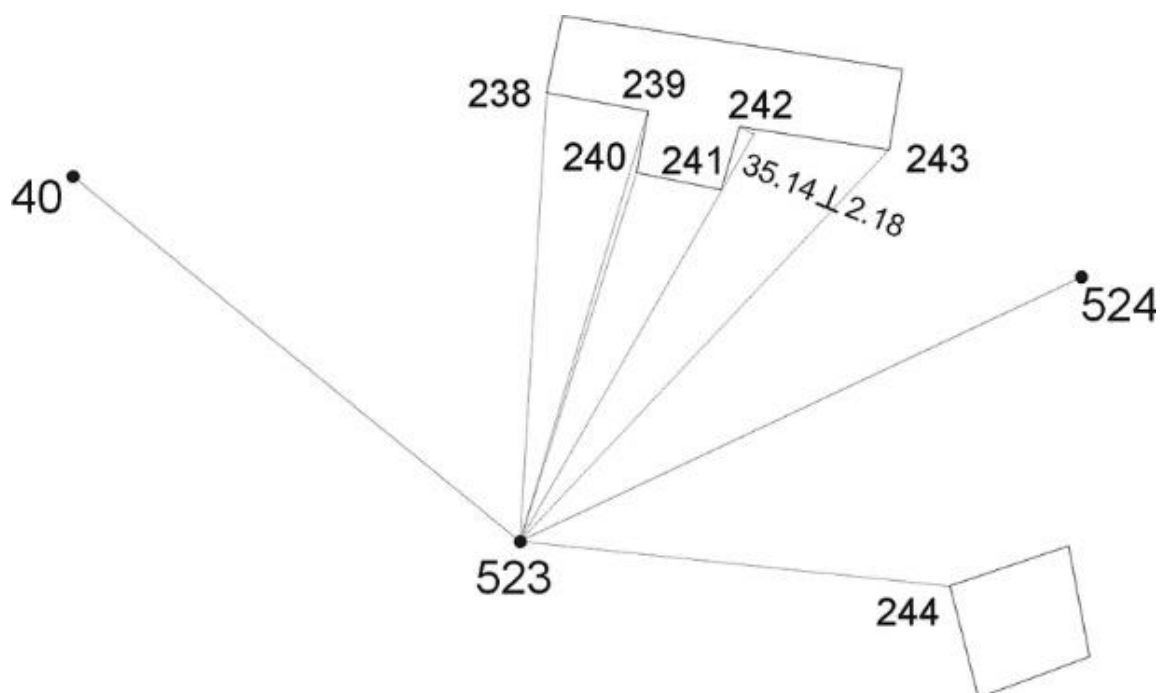
Pri tejto metóde sa poloha a výška bodu určí na základe meranej šikmej dĺžky, uhlu od orientačného bodu a zenitového uhlu, pričom vzdialenosť určovaného bodu od stanoviska nesmie prekročiť 1,5 násobok dĺžky najvzdialenejšej orientácie. Niekedy sa aj pri tejto metóde využívajú pojmy polárny domerok a polárna kolmica. Polárny domerok sa meria, ak je neprístupný vnútorný roh budovy a potrebujeme zamerať dĺžku k tomuto bodu, má znamienko „-“ ak je treba dĺžku skrátiť. V druhom prípade, ak nie je vidieť zo stanoviska na určovaný bod, sa meria polárna kolmica, má znamienko „-“, ak bod leží vľavo od kladného smeru polárneho lúču. Jej dĺžka musí byť menšia ako polovica dĺžky od stanoviska k päte kolmice a zároveň musí byť menšia ako 30 m.

Pri meraní polárnou metódou môžu nastať dva prípady, kedy máme:

- ✚ pevné stanovisko – súradnice stanoviska poznáme (orientácia musí mať minimálne 1 dĺžku a 2 smery)
- ✚ voľné stanovisko – súradnice stanoviska nepoznáme (orientácia musí mať minimálne 2 dĺžky a 2 smery.)

[20]

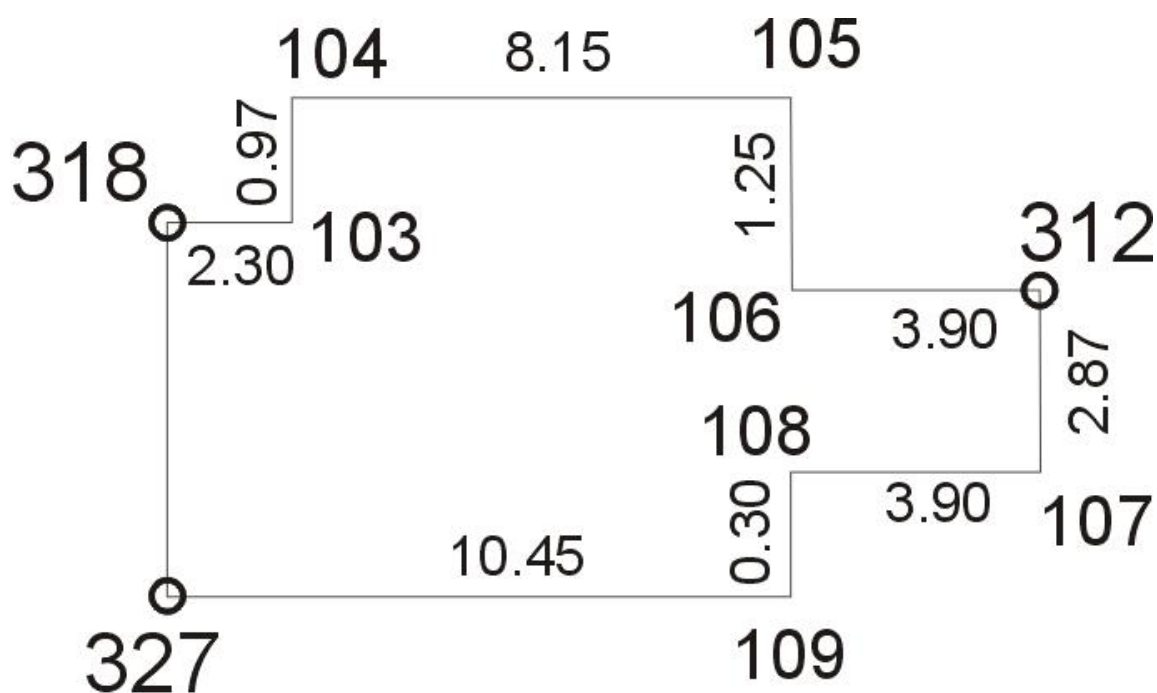
V podrobnom mapovaní boli využité obidve metódy.



Obr. 13 Polárna metóda [22]

5.7 Metóda konštrukčných omerných

Je to metóda pre zameriavanie pravouhlých výstupkov objektov do maximálnej dĺžky 5 m. Počet daných bodov musí byť minimálne 2, určených maximálne 8. Miery sa zapisujú so znamienkom „-“, pokiaľ určený bod leží vľavo od spojnice predchádzajúcich bodov, pričom prvá omerná musí byť vždy kladná.



Obr. 14 Konštrukčné omerné [22]

5.8 Kontrolné meranie

Kontrolné meranie polohy a výšky jednoznačne identifikovateľných podrobných bodov, nezávislých na prvom meraní prebiehalo 28.10.2018, kedy bolo treba overiť správnosť zamerania a či podrobné body vyhovujú kritériám presnosti danej triedy presnosti. JIPB boli vybrané tak, aby tvorili reprezentatívny výber a boli rovnomerne rozmiestnené po celej meranej lokalite. Počet týchto bodov je 100. Pri kontrolnom meraní bola využitá opäť polárna metóda. Meralo sa z rovnakých stanovísk, ale s tým rozdielom, že stanoviská boli novo zamerané technológiou GNSS s minimálnym hodinovým odstupom času, kvôli podmienke nezávislosti. Súradnice podrobných bodov musia byť určené tak, aby charakteristika presnosti nepresiahla kritérium presnosti.

Bod číslo 4002 bol v dni kontrolného merania zavalený stromom, prístup k bodu bol sťažený.



Obr. 15 Zavalený bod č.4002 stromom [23]

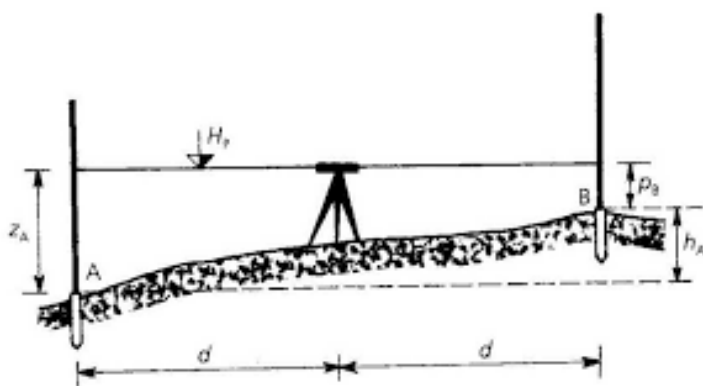
5.9 Nivelácia

Nivelácia je spôsob merania, pri ktorom výškový rozdiel dvoch bodov určíme vodorovnou priamkou realizovanou nivelačným prístrojom, od ktorej na zvislo postavených nivelačných latách meriame zvislé vzdialenosti k bodom, medzi ktorými výškový rozdiel určíme. Nivelačný prístroj postavíme do stredu medzi dva body A a B. Po urovnaní prístroja cieľime na latu postavenú na zadnom bode v smere merania A a vykonáme čítanie nazad Z_A . Potom cieľime na latu postavenú na bode B a vykonáme čítanie napred P_B . Pri libelovom nivelačnom prístroji treba pred každým čítaním urovnať elevačnou skrutkou nivelačnú libelu. Z rozdielu čítaní nazad a napred získame výškový rozdiel H_{AB} .

$$H_{AB} = Z_A - P_B \quad (5.1)$$

$$\text{Výšku určovaného bodu B získame: } H_B = H_A + Z_A - P_B = H_P - P_B \quad (5.2)$$

$$\text{Pričom } H_A + Z_A = H_P \text{ je výška horizontu prístroja.} \quad (5.3)$$



Obr. 16 Určenie výškového rozdielu niveláciou [23]

Maximálna dĺžka zámery od prístroja po latu je pre technickú niveláciu 70 – 120 m.

Maximálna dĺžka ťahu technickej nivelácie nesmie prekročiť:

- ✚ 5 km pre ťahy votknuté medzi dva výškové body s určenými výškami,
- ✚ 3 km pre voľné nivelačné ťahy (pripojené len na jeden výškový bod) [24]

Výšky bodov boli overované technickou niveláciou náhodne na bodoch 4009, 4010 a 4011. Nivelačný ťah vychádzal z nivelačného bodu JM-071-602, pokračoval na body 4009, 4010 a 4011, kde bol prístroj znovu prestavený a pokračovalo sa naspäť tou istou trasou s uzávierkou na bode JM-071-602. Meralo sa pomocou prístroja Geofennel FAL 20 PROFI. Výsledky merania a zápisník merania je uvedený v prílohe 08.3_Nivelácia.



Obr. 17 Prístroj Geofennel FAL 20 PROFI so statívom a nivelačnou latou [25]

5.10 Meračský náčrt

Meračský náčrt je možno chápať ako grafické, resp. aj číselné vyjadrenie výsledkov podrobného merania a šetrenia, ktoré je podkladom pre zobrazovanie. [26]

Meračské náčrty delíme podľa:

✚ ohraničenia

- blokové – hranicou je trvalý líniový objekt,
- rámové – hranicou je vnútorná rámová čiara mapového listu,

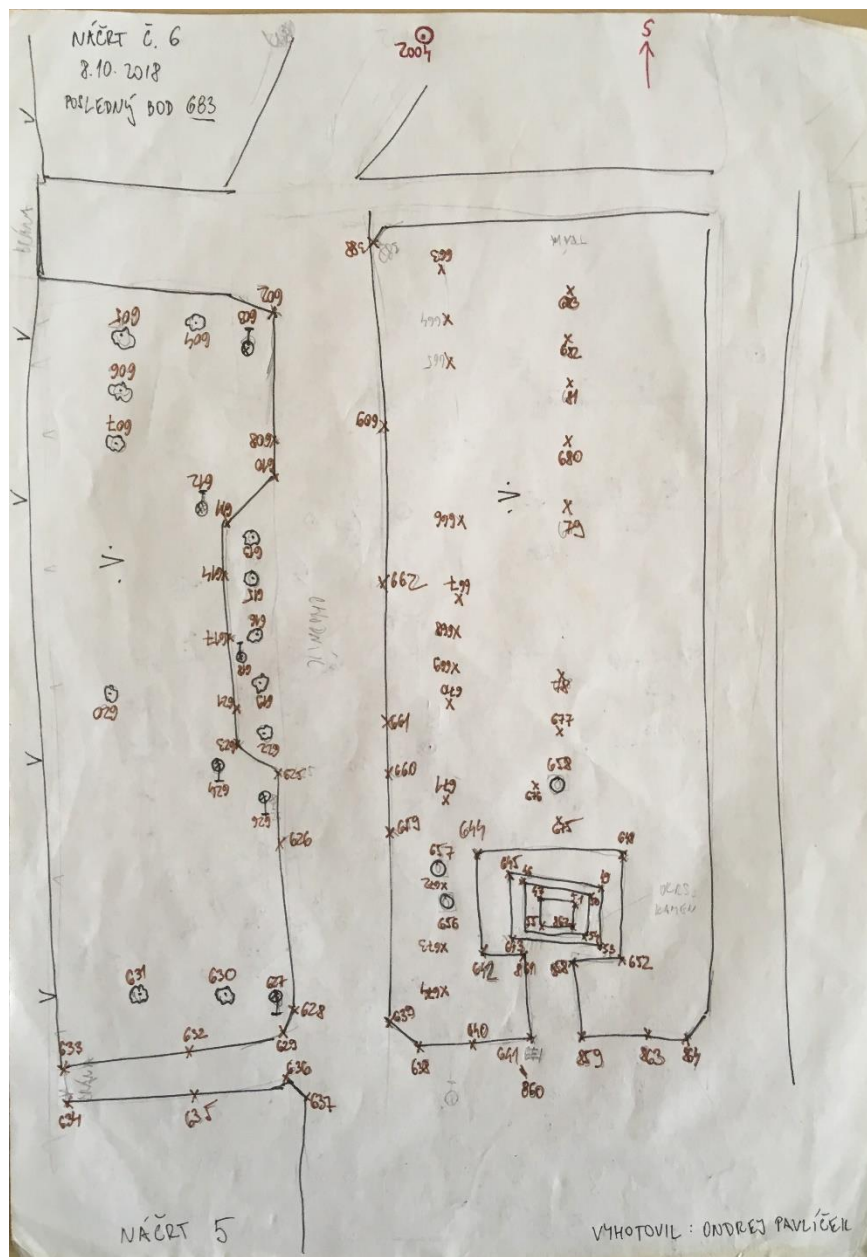
✚ obsahu

- polohopisný
- výškopisný

Popis meračského náčrtu tvorí:

- ✚ číslo náčrtu a názov k.ú. (v ľavom hornom rohu),
- ✚ orientácia k severu,
- ✚ čísla susedných náčrtov,
- ✚ mierka (pokiaľ je náčrt v mierke),
- ✚ popisné pole (číslo zápisníku, posledné číslo podrobného bodu, vyhotovil, dátum). [26]

Počas podrobného mapovania boli v teréne vykreslené meračské náčrty na papier vo formáte A4, prostredníctvom ktorých sa postupovalo pri vytváraní účelovej mapy. Po ukončení meračských prác je potrebné meračské náčrty adjustovať.



Obr. 18 Ukážka meračského náčrtu vykresleného v teréne -príloha_07

6. VÝPOČTOVÉ PRÁCE

Po meračských prácach v teréne nasledujú práce výpočtové. Všetky namerané body metódou GNSS boli vyexportované na USB kľúč, kde už nám softvér automaticky vypočítal aritmetický priemer zo súradníc dvojitého merania vo formáte .txt. Textové súbory sa nachádzajú v prílohe 01_GNSS. Ďalej nasledoval prenos dát z totálnej stanice Trimble M3 pomocou USB kábla, ktorý sa priamo prepojí s totálnou stanicou a počítačom. Výsledný vyexportovaný formát .zap už len stačilo prekopírovať na svoj osobný počítač. Pri totálnej stanici Trimble S5 DR PLUS sa vyexportovaný súbor uložil na kontrolnú jednotku TSC 3, ktorú stačilo prepojiť s USB káblom do počítača a postup opakovať. Takto získané dáta je možné importovať do výpočtového programu Groma v12, ktorý nám vypočíta súradnice PMS a podrobných bodov v súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom systéme Bpv. Pre dodržanie presnosti 3. triedy je potrebné spracovať aj kontrolné meranie.

Pred samotným výpočtom súradníc v programe Groma v12 je dôležité nastaviť mierkový faktor, ktorý nám zredukuje merané dĺžky o dĺžky v Křovákovi kartografickom zobrazení a o redukciu z nadmorskej výšky. Tento mierkový koeficient dostaneme tak, že zadáme približné súradnice do nástroja Křovák. Ďalej bolo potrebné nastaviť tabuľku tolerancií.

Pravoúhlé souřadnice:		Polární souřadnice:	
Y:	597667.859	Ro:	1304831.059 m
X:	1159903.971	Epsilon:	27.26085464 °
Z:	210.490	Kartografické souřadnice:	
		Šířka:	78.43900439 °
		Délka:	27.81933603 °

Měřitkový koeficient:	
☒ Oprava z kartografického zkreslení	0.999900565607
☒ Oprava z nadmořské výšky:	0.999967012563
Výsledný měřitkový koeficient:	0.999867581450

Nastavit Výpočet

Obr. 19 Nastavenie mierkového koeficientu (Groma v12)

Tolerance

Mezní odchylky pro práci v katastru nemovitostí

☒ Testovat mezní odchylky dle předpisů pro práci v katastru nemovitostí Předpisy ...

Uživatelské tolerance:

Název:

☐ 1 - Velmi přesné měření
☐ 2 - Přesné měření
☐ 3 - Standardní měření
☒ bc
☐ Netestovat

Uložit Smazat

Zapsat do protokolu

Nápověda OK Storno

Jednotlivé výpočty:

Minimální úhel protnutí u průsečíku a protínání:

Orientace osnov:

Max. oprava orientace:

Maximální oprava or. délky:

Maximální oprava or. převýšení:

Polygonové pořady:

Rozdíl v dvakrát měřené délce:

Úhlový uzavěr [cc]:

Polohová odchylka:

Transformace souřadnic:

Maximální střední chyba transformačního klíče:

Mezní změna měřítka: 1 ±

Obr. 20 Tabulka tolerancí (Groma v12)

6.1 Výpočet bodů PMS

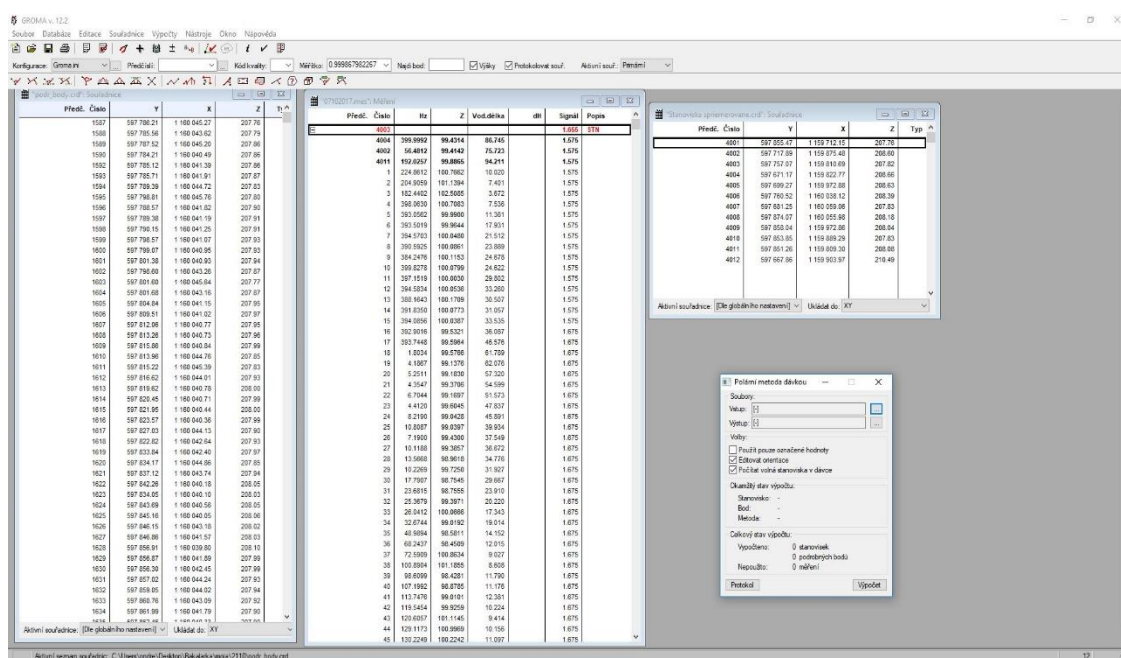
Body pomocnej meračskej siete boli zamerané dvoma spôsobmi, a to pomocou technológie GNSS a metódou rajónu. Pomocou softvéru Trimble General Survey SW: 2.80, ktorý je zabudovaný v prístroji Trimble R4-3 sa spracovalo meranie GNSS metódou. Pre výpočet polohy a výšky bodov boli využité služby spoločnosti CZEPOS RTK-VRS. Súradnice bodov pomocnej meračskej siete sú určené v súradnicovom systéme S-JTSK a výšky v Bpv s využitím globálneho transformačného kľúča. Finálne súradnice sú určené ako priemer dvojitého merania každého bodu. Protokoly merania je možné vidieť v prílohe 01.1_Protokol_RTK a 01.2_Protokol_RTK.

Pomocné body meračskej siete určené rajónom, ktoré sú označené číslami 5001 – 5006 boli vypočítané v programe Groma v12 pomocou polárnej metódy dávkou. Zoznam súradníc PMS sa nachádza v prílohe 04.1_Pomocná_meračská_sieť.

6.2 Výpočet podrobných bodov

Polohy a výšky podrobných bodov boli vypočítané v programe Groma v12, taktiež pomocou polárnej metódy dávkou. Kontrolné body určené z každého stanoviska boli zároveň týmto spôsobom overené. Výsledkom je zoznam súradníc podrobných bodov súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom Bpv.

Protokoly možno nájsť v prílohe 03_Protokoly, zoznam súradníc nájdeme v prílohe 04.2_Podrobné_body.



Obr. 21 Polárna metóda dávkou (Groma v12)

6.3 Testovanie presnosti

Na základe nezávislého kontrolného merania bolo vypracované testovanie presnosti. Popis kontrolného merania sa nachádza v predchádzajúcej kapitole 5.8. Testovali sa presnosti určené súradníc X,Y a výšok H jednoznačne identifikovateľných podrobných bodov. Testovaním porovnávame charakteristiky presnosti s kritériami presnosťami, kde kritéria presnosti sú v našom prípade 3.trieda. Výsledná mapa je stanovená pomocou charakteristík presnosti a kritérií 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

Tab. 1 Kritéria presnosti [28]

6.4 Testovanie presnosti súradníc X,Y

Pre testovanie presnosti súradníc podrobných bodov je treba vypočítať rozdiely súradníc dvojitého určenia

$$\Delta X = X_m - X_k \quad \Delta Y = Y_m - Y_k,$$

kde X_m , Y_m sú výsledné súradnice podrobného bodu a X_k , Y_k sú súradnice toho istého bodu z kontrolného merania. Dosiahnutá presnosť sa testuje pomocou výberovej smerodajnej súradnicovej odchýlky s_{XY} vypočítanej ako kvadratický priemer smerodajných odchýlok súradníc s_X a s_Y

$$s_X = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta X_{j=1}^2} \quad s_Y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta Y_{j=1}^2} \quad (6.1) \quad (6.2)$$

pričom $N=100$ (počet kontrolne zameraných bodov), $k=2$ (meranie rovnakej presnosti).

Presnosť sa pokladá za vyhovujúcu ak:

 výberová smerodajná odchýlka s_{XY}

$$s_{XY} = \sqrt{\frac{1}{2} (s_X^2 + s_Y^2)} \quad (6.3)$$

vyhovuje kritériu

$$s_{XY} \leq \omega_{2N} * u_{XY} \quad (6.4)$$

pričom $\omega_{2N} = 1,1$ pre výber v rozsahu N od 100 do 300 bodov.

 polohové odchýlky Δp vypočítané zo vzťahu

$$\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (6.5)$$

vyhovujú kritériu

$$|\Delta p| \leq 1,7 u_{XY} \quad (6.6) \quad [28]$$

Výberový súbor kontrolného merania vyhovuje kritériám 3. triedy presnosti. Výsledky vid' príloha 08.1_Overenie_YX.

6.5 Testovanie presnosti výšok

Rovnako ako pri testovaní presnosti súradníc aj pri testovaní presnosti výšok je treba vypočítať rozdiely výšok

$$\Delta H = H_m - H_k, \quad (6.7)$$

kde H_m je výška podrobného bodu a H_k je výška toho istého bodu z kontrolného merania. Dosiahnutá presnosť sa testuje pomocou výberovej smerodajnej výškovej odchýlky s_H vypočítanej zo vzťahu

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta H_{j=1}^2} \quad (6.8)$$

pričom hodnoty k a N sú rovnaké ako pri testovaní súradníc. Presnosť výšok sa pokladá za vyhovujúcu ak:

✚ rozdiely výšok ΔH vyhovujú kritériu

$$|\Delta H| \leq 2u_H * \sqrt{k} \quad (6.9)$$

✚ výberová smerodajná výšková odchýlka s_H vyhovuje kritériu výšky na spevnenom povrchu

$$s_H \leq \omega_N * u_H \quad (6.10) [28]$$

Všetky výšky vo výberovom súbore boli merané na spevnenom povrchu. Výberový súbor kontrolného merania vyhovuje kritériám 3. triedy presnosti. Výsledky vid' príloha 08.2_Overenie_H.

6.6 Testovanie presnosti katastrálnej a účelovej mapy

V tejto kapitole sa budeme zaujímať o presnosť súradníc podrobných bodov katastrálnej a účelovej mapy. Postup pri testovaní presnosti bude taký istý ako v kapitole 6.3, s tým rozdielom, že X_{um}, Y_{um} budú súradnice účelovej mapy a X_{km}, Y_{km} sú súradnice katastrálnej mapy, pričom $N = 25$, $k = 2$ a $\omega_{2N} = 0,8$. Hodnota 0,8 bola vypočítaná pomocou vzorca

$$\omega_{2N} = \sqrt{\frac{X^2_{\alpha}(2N)}{2N}}, \text{ kde kritická hodnota rozdelenia } X^2_{\alpha}(2N) \quad (6.11) (6.12) [28]$$

pri hladine významnosti 0,05 je 34,764. Výsledky vid' 08.4_Overenie_KM_UM.

7. GRAFICKÉ SPRACOVANIE

Grafické spracovanie považujeme už za finálnu etapu pri tvorbe účelovej mapy. Namerané a vypočítané dáta bolo treba dostať do grafickej podoby. Na toto spracovanie bol použitý program MicroStation PowerDraft V8i. Okrem účelovej mapy v mierke 1:500 sa graficky spracovávali aj prílohy, medzi ktoré patrí prehľad bodov PMS a geodetické údaje o bodoch PMS. Vid' 05_Geodetické_údaje, 06_Prehľadka.

7.1 Mapa

Mapa môže byť chápaná ako zmenšený generalizovaný konvenčný obraz Zeme alebo jej časti prevedený do kartografického zobrazenia, ukazujúci polohu, stav a vzťahy prírodných, sociálne-ekonomických a technických objektov a javov. [26]

7.2 Delenie máp

Mapy môžeme pre potreby mapovania rozdeliť:

✚ podľa spôsobu vyhotovenia:

- mapy pôvodné (THM, ZMVM, DKM...),
- mapy odvodené (SMO-5),
- mapy čiastočne odvodené,

✚ podľa mierky (technicko-inžinierske hľadisko):

- mapy veľkých mierok (do 1:5 000),
- mapy stredných mierok (1:10 000-1:200 000),
- mapy malých mierok (od 1:200 000),

✚ podľa kartografických vlastností:

- mapy konformné,
- mapy ekvidištančné,
- mapy ekvivalentné,
- mapy vyrovnávacie,

✚ podľa obsahu mapy:

- polohopisné mapy,
- výškopisné mapy,
- mapy obsahujúce iba výškopis,

✚ podľa výslednej formy:

- mapy grafické (analogové),

- mapy číselné,
- mapy digitálne,
- ✚ podľa počtu mapových listov:
 - mapový súbor,
 - atlasy,
 - mapové dielo,
 - samostatné mapy.

Podľa ČSN 01 3410 je možno mapy podľa obsahu rozdeliť na:

- ✚ základné mapy- mapa so základným všeobecne využitelným obsahom stanoveným príslušným technickým predpisom,
- ✚ účelové mapy- tematická mapa veľkej mierky. [29]

7.3 Účelová mapa

Spolu s mapami tematickými tvoria účelové mapy kategóriu máp s nadštandardným obsahom. Účelovými mapami sú vždy mapy veľkých mierok, ktoré obsahujú okrem základných prvkov aj ďalší obsah podľa účelu, pre aký vznikli. Tieto mapy vznikajú priamym meraním, prepracovaním alebo domeraním požadovaného obsahu do doterajších máp. Účelové mapy možno deliť:

- ✚ účelové mapy základného významu (technická mapa mesta, základná mapa závodu, diaľnice, letiska a jednotná železničná mapa staníc a tratí),
- ✚ mapy podzemných priestorov (jaskyne, podzemné chodby),
- ✚ ostatné účelové mapy (mapy skutočného prevedenia stavieb....). [30]

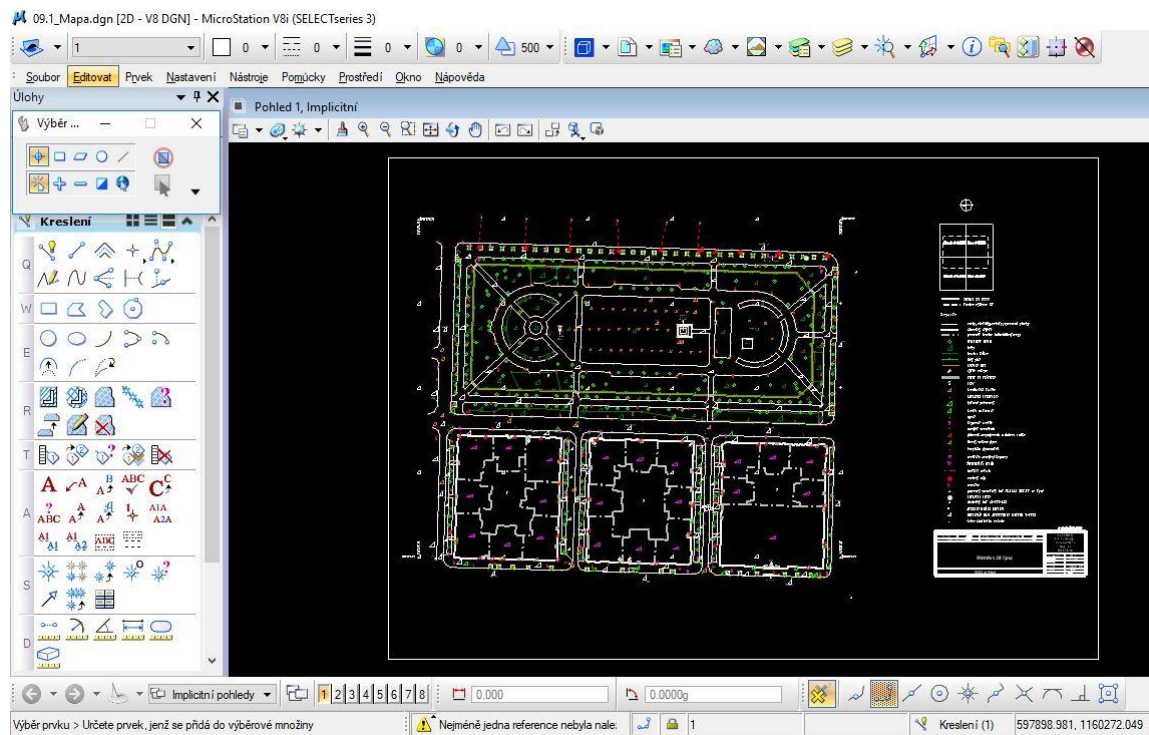
Súčasťou obsahu účelovej mapy je polohopis, výškopis a popis. Polohopis je definovaný ako obraz predmetov merania na mape ukazujúci ich polohu, rozmer a tvar nezávisle na terénnom reliéfe. Je to súbor bodov, čiar a mapových značiek na mape. Výškopis je obraz terénneho reliéfu na mape. Tvoria ho vrstevnice, výškové body s kótami, výškopisné značky, a ďalšie znázornenia reliéfu, napr. tieňovanie terénu. Popis tvorí súbor geografických mien, názvov skratiek a čísel v mapovom poli, rámových a mimorámových údajov. [26]

7.4 Tvorba mapy

Účelová mapa v priestore námestia 28.října bola vyhotovená v súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom systéme Bpv v mierke 1:500. Mapa bola vyhotovená v prostredí programu MicroStation PowerDraft V8i, kde bol založený nový výkres vo formáte .dgn a pomocou aplikácie Groma MDL sa importovali už zamerané a vypočítané body do výkresu. Požadované atribúty boli nastavené pre čísla bodov, výšky, podrobné body a body PMS atď.

Neskôr nasledovalo založenie druhého nového výkresu .dgn, do ktorého bol pripojený referenčný výkres s nahratými bodmi v rovnakých súradnicových systémoch. Na tomto podklade a meračských výkresoch bola vytvorená účelová mapa. Tabuľka atribútov bola prevzatá a doplnená pre vlastnú potrebu z predmetu mapovanie I od Ing. Petra Kalvodu Ph.D. Technická norma *ČSN 01 3411 MAPY VELKÝCH MĚŘÍTEK Kreslení a značky* bola pri vykresľovaní mapy dodržaná. Výškové kóty boli zredukované o prvú cifru s presnosťou na 2 desatinné miesta na spevnenom povrchu, na nespevnenom 1 desatinné miesto.

Pomocou nadstavby Mgeo sa do účelovej mapy doplnili krížiky pravouhlej súradnicovej siete, súradnice štyroch z nich a náčrtok zobrazenia mapových listov s vyznačením výkresu v pravom hornom rohu. K záveru sa do mapy doplnila popisná tabuľka, smerová ružica orientovaná na sever a legenda so všetkými prvkami mapy.



Obr. 22 Ukážka grafického programu MicroStation PowerDraft V8i

8. ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo vyhotoviť polohopisnú a výškopisnú mapu, ktorá znázorňuje skutočný stav okolia Námestia 28.října v mierke 1:500. Mapa je v súradnicovom systéme S-JTSK a výškovom systéme Bpv. Podrobné mapovanie bolo započaté začiatkom októbra 2018. V jednotlivých kapitolách bakalárskej práci sú popísané teoretické základy danej problematiky a postup tvorby výslednej mapy. Výsledná práca by mohla poslúžiť na projektovú činnosť.

Po konzultácií s vedúcim bakalárskej práce sa daná lokalita vymedzila a následne prebehla rekognoskácia terénu. Pomocou zapožičaných meračských pomôcok bolo metódou GNSS zameraných 10 bodov pomocnej meračskej siete, ďalších 6 bodov bolo určených metódou rajónu spolu s podrobnými bodmi (polárna metóda, konštrukčné omerné). Celkový počet zameraných podrobných bodov je 1869, pričom počet meračských náčrtov je 26. Tieto namerané dáta sa importovali do výpočtového softvéru Groma v12, kde sa vypočítali súradnice a výšky bodov. Následne v grafickom programe MicroStation PowerDraft v8i bola vyhotovená účelová mapa pre 3 triedu presnosti.

Presnosť mapy na základe kontrolného merania bola testovaná a splnená podľa normy ČSN 01 3410.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. © 2019 [cit. 3.4.2019]. Dostupné z: <https://sk.mapy.cz/letecka?x=16.6168642&y=49.2045433&z=14&l=0>
- [2] Mapy.cz. *Mapy.cz* [online]. © 2019 [cit. 3.4.2019]. Dostupné z: <https://sk.mapy.cz/letecka?x=16.6134624&y=49.2031081&z=14&or=0&oc=9mN8txTvPa>
- [3] Internetová encyklopedie dějin města Brna [online] [cit. 4.4.2019]. Dostupné z: https://encyklopedie.brna.cz/home-mmb/?acc=profil_domu&load=480
- [4] Via reality proměny [online] [cit. 4.4.2019]. Dostupné z: <http://promeny.viareality.cz/PlaceChanges/Details/5032>
- [5] Náměstí 28.října. Brno.cz/Turista/Volnycas. Foto: Marie Schmerková [online] [cit. 8.4.2019]. Dostupné z: https://www.brno.cz/turista-volny-cas/brno-multimedialne/fotogalerie/?tx_odphotogallery_pi1%5Bgallery%5D=20&cHash=d959e2af8a7e59669d2f5f1918621150
- [6] Deník.cz. Foto: Drahomír Stulír [online]. [cit. 8.4.2019]. Dostupné z: <https://www.denik.cz/galerie/fontany-v-cesku-ve-vedrech-lakaji.html?photo=14&back=459903572-6431-1>
- [7] Technologie GNSS. Stankova.estranky.cz [online]. © 2019 [cit. 14.4.2019]. Dostupné z: http://www.stankova.estranky.cz/file/68/7_technologie-gnss.pdf
- [8] Aparatúra GNSS. Geotronics Praha [online]. © 2019 [cit. 14.4.2019]. Dostupné z: <https://geotronics.cz/geodezie/kontrolni-jednotky/trimble-slate/>
- [9] Geotronics.sk. [online]. © 2019 [cit. 14.4.2019]. Dostupné z: http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/CZE_TrimbleR4GNSS_DS.pdf
- [10] Geotronics.cz. [online]. © 2019 [cit. 15.4.2019]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf
- [11] Geotronics.cz. [online]. © 2019 [cit. 15.4.2019]. Dostupné z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022516-153A-CZE_TrimbleS5_DS_0515_LR_Geotronics.pdf
- [12] Totalna stanica Trimble M3. Aimil.com [online]. © [cit. 17.4.2019]. Dostupné z: <http://www.aimil.com/products/trimble-m3-total-station>
- [13] 4kequipment.com [online]. © Copyright 2019. [cit. 17.4.2019]. Dostupné z: <https://www.4kequipment.com/trimble-s5-robotic-total-station-w-tsc3-data-collector-access-software/>
- [14] Foto: Ondrej Pavlíček

- [15] Kratochvíl, V. and J. Fixel, *Globální systém určování polohy–GPS, Využití v geodézii*. Brno: Vojenská akademie v Brně. 2001.
- [16] Centrum pro rozvoj výzkumu pokročilých řídicích a senzorických technologií [online]. © [cit. 18.4.2019]. Dostupné z: http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf
- [17] Metóda RKT. Slovenská priestorová observačná služba. [online]. © 2019 [cit. 22.4.2019]. Dostupné z: <http://www.skpos.gku.sk/o-skpos.php>
- [18] Rajón. Geodézie Pokorná – Polák [online]. © 2019 [cit. 23.4.2019]. Dostupné z: <http://www.geodeziepp.cz/pojmy.htm#R>
- [19] ČVUT-Fakulta stavební, Praha. CVUT.cz [online] Dostupné z: http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/ING2/volne_stanovisko.pdf
- [20] Mapování I- přednáška 4 Podrobné měření [prednáškový text]. Petr KALVODA. Brno, 2015.
- [21] Foto: Jakub Magda
- [22] Prednáškové texty z geodézie. *Geomatika* [online] © 2019 [cit. 21.4.2019]. Dostupné z <http://geomatika.kma.zcu.cz/studium/gen1/html-old/ch08.html>
- [23] Foto: Ondrej Pavlíček
- [24] Geodézia v stavebníctve Staněk-Hostinová-Kopáček. Bratislava 2007. JAGA group.
- [25] Geofennel FAL profi 20. Zbozi.cz [online] © 2019 [cit. 22.4.2019]. Dostupné z <https://www.zbozi.cz/hledani/?q=nivelacni%20pristroj%20set>
- [26] Slovník VÚGTK. [online]. © 2005 [cit. 23.4.2019]. Dostupné z: <https://www.vugtk.cz/slovník/>
- [27] Mapování I- přednáška 3 Měřický náčrt [prednáškový text]. Petr KALVODA. Brno, 2015
- [28] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek- Základní a účelové mapy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [29] Mapování I- přednáška 1 Mapování [prednáškový text]. Petr KALVODA. Brno, 2015.
- [30] FIŠER, Z.; VONDRÁK, J. *Mapování. 1. vyd. Brno: CERM, 2003, 146 s.* ISBN 80-214-2337-4.

Zoznam obrázkov a tabuliek

Obr. 1 Zvýraznená zvolená lokalita Náměstí 28. října na leteckej snímke	11
Obr. 2 Detail zvolenej lokality Náměstí 28. října vtáči pohľad	12
Obr. 3 Náměstí 28. října 1909 s budovou nemeckej priemyselnej školy uprostred	13
Obr. 4 Pohľad na meranú lokalitu park na náměstí 28. října	14
Obr. 5 Pamätník holokaustu v parku na náměstí 28. října	15
Obr. 6 Aparatúra GNSS	17
Obr. 7 Totálna stanica Trimble M3	19
Obr. 8 Totálna stanica Trimble S5 DR PLUS s kontrolnou jednotkou TSC3	19
Obr. 9 Prehľad pomocnej meračskej siete – príloha 06.1	21
Obr. 10 Stabilizácia a signalizácia bodu pomocnej meračskej siete.....	21
Obr. 11 Metóda RTK merania	23
Obr. 12 Momentka pri podrobnom meraní s totálnu stanicu Trimble M3	26
Obr. 13 Polárna metóda.....	27
Obr. 14 Konštrukčné omerné	27
Obr. 15 Zavalený bod č.4002 stromom	28
Obr. 16 Určenie výškového rozdielu niveláciou	29
Obr. 17 Prístroj Geofennel FAL 20 PROFI so statívom a nivelačnou latou	30
Obr. 18 Ukážka meračského náčrtu vykresleného v teréne.....	31
Obr. 19 Nastavenie mierkového koeficientu (Groma v12).....	32
Obr. 20 Tabuľka tolerancií (Groma v12).....	33
Obr. 21 Polárna metóda dávkou (Groma v12).....	34
Obr. 22 Ukážka grafického programu MicroStation PowerDraft V8i.....	40
Tab. 1 Kritériá presnosti	35

ZOZNAM VZORCOV

Vzr. 5.1 $H_{AB} = Z_A - P_B$	29
Vzr. 5.2 $H_B = H_A + Z_A - P_B = H_P - P_B$	29
Vzr. 5.3 $H_A + Z_A = H_P$	29
Vzr. 6.1 $s_X = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{j=1}^N \Delta X_{j=1}^N}$	35
Vzr. 6.2 $s_Y = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{j=1}^N \Delta Y_{j=1}^N}$	35
Vzr. 6.3 $s_{XY} = \sqrt{\frac{1}{2} (s_X^2 + s_Y^2)}$	35
Vzr. 6.4 $s_{XY} \leq \omega_{2N} * u_{XY}$	35
Vzr. 6.5 $\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	35
Vzr. 6.6 $ \Delta p \leq 1,7 u_{XY}$	35
Vzr. 6.7 $\Delta H = H_m - H_k$	36
Vzr. 6.8 $s_H = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{j=1}^N \Delta H_{j=1}^2}$	36
Vzr. 6.9 $ \Delta H \leq 2 u_H * \sqrt{k}$	36
Vzr. 6.10 $s_H \leq \omega_N * u_H$	36
Vzr. 6.11 $\omega_{2N} = \sqrt{\frac{X^2_{\alpha(2N)}}{2N}}$	36
Vzr. 6.12 $X^2_{\alpha(2N)}$	36

ZOZNAM SKRATIEK

S-JTSK	Systém Jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
Bpv	Balt po vyrovnání
GNSS	Global navigation satellite system (Globálny navigačný družicový systém)
VUT	Vysoké učení technické
FAST	Fakulta stavební
RTK	Real time kinematic (Kinematické meranie v čase)
VRS	Virtual reference station (Virtuálna referenčná stanica)
PMS	Pomocná meračská sieť
ČSN	Česká státní norma
RMS	Root mean square (Kvadratický priemer)
PPM	Parts per milion (Milióntina)
JIPB	Jednoznačne identifikovateľný podrobný bod

ZOZNAM PRÍLOH

01_GNSS	01.1_Protokol_RTK (E)
	01.2_Protokol_RTK (E)
	01.3_Protokol_urcenia_bodu_technologiou_GNSS (E)
02_Zápisníky	02.1_07102018 (E)
	02.2_08102018 (E)
	02.3_14102018 (E)
	02.4_15102018 (E)
	02.5_20102018 (E)
	02.6_21102018 (E)
	02.7_01032018 (E)
03_Protokoly	03.1_07102018 (E)
	03.2_08102018 (E)
	03.3_14102018 (E)
	03.4_15102018 (E)
	03.5_20102018 (E)
	03.6_21102018 (E)
	03.7_01032019 (E)
	03.8_Volne_stanovisko (E)
	03.9_Kontrolné_určenie_bodov (E)
	03.10_Konštrukčné_omerné (E)
04_Zoznamy_súradníc	04.1_Pomocná_meračská_sieť (E)
	04.2_Podrobné_body (E)
	04.3_Tabulka_PMS_GNSS (E)
05_Geodetické_údaje	05.1_GÚ_4002_4003_4004 (E+P)
	05.2_GÚ_4005_4006_4007 (E+P)
	05.3_GÚ_4008_4009_4010 (E+P)
	05.4_GÚ_4011 (E+P)

06_Prehladka	06.1_Prehladka_BP (E+P)
07_Meračské_náčrty	07.1_Meračské_náčrty (E) 07.2_Meračské_náčrty2 (E)
08_Testovanie_presnosti	08.1_Overenie_YX (E) 08.2_Overenie_H (E) 08.3_Nivelácia (E) 08.4_Overnie_KM_UM (E)
09_Mapu	09.1_Mapu (E+P) 09.2_Mapu_body (E) 09.4_Atributy (E)

Vysvetlivky:

E- elektronická forma prílohy

P- papierová forma prílohy