



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

# TACHYMETRICKÉ ZAMĚŘENÍ LOKALITY V BRNĚ-MEDLÁNKÁCH (SOS VESNIČKA)

MAPPING SURVEY OF THE SOS CHILDREN'S VILLAGES IN BRNO-MEDLÁNKY

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Štěpán Soukup

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KURUC, Ph.D.

BRNO 2018



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3646 Geodézie a kartografie
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
<b>Pracoviště</b>	Ústav geodézie

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Štěpán Soukup
<b>Název</b>	Tachymetrické zaměření lokality v Brně-Medlánkách (SOS vesnička)
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

---

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 I - studijní opory FAST VUT v Brně, Brno 2005

Fišer, Z., Podstavek, J., Vondrák, J.: Výuka v terénu II - studijní opory FAST VUT v Brně, Brno 2005

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK, Praha 2015

Norma ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy

Norma ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

V zadané lokalitě SOS dětské vesničky v Brně - Medláncích navrhnete, vybudujete a zaměříte síť měřických stanovisek. Uskutečnete měření potřebná pro vyhotovení polohopisného a výškopisného plánu celého areálu, použijte metodu tachymetrie.

Zpracujte měření s požadovanými přílohami a vyhotovte mapu lokality v závazném souřadnicovém a výškovém systému.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

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

---

Ing. Michal Kuruc, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je vyhotovení účelové mapy zaměřenou výškopisně a polohopisně tachymetrickou metodou v areálu SOS dětské vesničky v Brně, v katastrálním území Medlánky. Práce mapuje postup tvorby mapy od její přípravné části, přes měřickou, až po finální kancelářskou část. Výstupem měření v terénu je účelová mapa v měřítku 1:500, vyhotovená dle norem ČSN 01 3410 a ČSN 01 3411, v geodetických referenčních systémech S-JTSK a Bpv, sloužící především jako přehled o spravovaném území vedením SOS dětské vesničky Brno. Zachycuje jak základní prvky polohopisu, tak prvky sloužící při provozu vesničky, jako jsou například dětská hřiště a odpočinková místa.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

účelová mapa, tachymetrie, GNSS, výškopis, Medlánky, SOS dětská vesnička Brno, vrstevnice, testování přesnosti

## **ABSTRACT**

Main purpose of this work is creation of purpose map with measured mapping survey data by tacheometry method in area of SOS children village in Brno located in cadastral area Medlánky. This work records the process of creation of the map starting with planning and land surveying to the final stage of work in the office. The output of land surveying and measuring is general purpose map made by the required standards ČSN 01 3410 and ČSN 01 3411 in a scale of 1:500. This map is primarily made to give an overview of area which is managed by top management of SOS children village Brno. This map shows basic elements and their position in the field but it also shows another elements like children playgrounds and relax zones.

## **KEYWORDS**

purpose map, tacheometry, GNSS, altimetry, Medlánky, SOS children village Brno, contour line, accuracy testing

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Štěpán Soukup *Tachymetrické zaměření lokality v Brně-Medlánkách (SOS vesnička)*.  
Brno, 2018. 42 s., 4 přílohy. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně,  
Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Michal Kuruc, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18. 5. 2018

---

Štěpán Soukup  
autor práce

# Obsah:

<b>1. Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Činnost a historie SOS dětské vesničky, z. s. ....</b>	<b>8</b>
2.1 Činnost SOS dětské vesničky .....	8
2.2 Historie SOS dětských vesniček.....	8
<b>3. Vymezení lokality.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Přípravné práce .....</b>	<b>11</b>
4.1 Rekognoskace terénu.....	11
4.2 Výběr měřických přístrojů a pomůcek .....	12
4.2.1 Totální stanice Trimble M3 DR2.....	13
4.2.2 GNSS aparatura Trimble R4 .....	14
<b>5. Měřické práce .....</b>	<b>15</b>
5.1 Měřické metody.....	15
5.1.1 Tachymetrie .....	15
5.1.2 Polární metoda.....	15
5.1.3 Metoda RTK.....	17
5.2 Náčrt.....	18
5.3 Geometrický základ.....	20
5.4 Předměty mapování.....	21
5.5 Podrobné měření .....	24
<b>6. Zpracování dat.....</b>	<b>26</b>
<b>7. Tvorba mapy .....</b>	<b>29</b>
7.1 Rozdělení map dle obsahu.....	29
7.2 Grafické práce.....	29
7.2.1 Tvorba vrstevnic.....	31
<b>8. Ověření přesnosti výsledků tvorby mapy.....</b>	<b>34</b>
8.1 Testování polohové přesnosti podrobných bodů .....	34
8.2 Testování přesnosti výšek podrobných bodů.....	35
<b>9. Závěr .....</b>	<b>36</b>
<b>10. Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>37</b>
<b>11. Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>39</b>
<b>12. Seznam obrázků.....</b>	<b>40</b>
<b>13. Seznam tabulek.....</b>	<b>41</b>
<b>14. Seznam příloh .....</b>	<b>42</b>

# 1. Úvod

Úkolem této práce bylo vytvořit a popsat postup tvorby účelové mapy, v zadané lokalitě. Zadaná lokalita SOS dětská vesnička Brno se nachází v jihovýchodní části katastrálního území Medlánky mezi ulicemi Hudcova a Jabloňová. Práce mapuje postup tvorby od prvotních prací v terénu až po kancelářské práce tvorby a úpravy mapy.

Základem pro vyhotovení mapy bylo zaměření polohopisu a výškopisu tachymetrickou metodou s doplněním o metodu RTK. Během podrobného měření probíhala tvorba stanovisek s vhodným výběrem orientací. Veškeré měření je připojeno do závazných geodetických referenčních systémů. Polohově do Jednotné trigonometrické sítě katastrální a výškově do výškového systému baltský – po vyrovnání. Zpracování naměřených dat a tvorba práce proběhla v software Microstation V8i (SELECTseries 4) a v nadstavbě MGEO, dále GROMA, ATLAS DMT a kancelářských programech Microsoft Office Excel a Word 2016.

Hlavním výstupem práce je účelová mapa v měřítku 1:500 ve formátu 820 mm × 420 mm, vyhotovená podle norem ČSN 01 3410 – Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy a ČSN 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky. Práce je členěna vzestupně podle jednotlivých etap procesu tvorby mapy s doplněním teoretických částí a úvodu k zájmové lokalitě.

## 2. Činnost a historie SOS dětské vesničky, z. s.

### 2.1 Činnost SOS dětské vesničky

Posláním SOS dětské vesničky spočívá v budování rodin pro děti v nouzi, osiřelé, opuštěné, nebo ty, o které se jejich původní rodina není schopna postarat. Pro děti tak vzniká příležitost budovat si trvalé vztahy v rámci rodiny. Každé dítě potřebuje matku a přirozeně vyrůstá v kolektivu za podpory komunity SOS vesničky.

SOS dětská vesnička pomáhá dětem vytvářet vlastní budoucnost, žít v souladu s vlastní kulturou a náboženstvím a stát se aktivními členy komunity. V rodině dítě vnímá pocit bezpečí. Učí se hodnotám, sdílí odpovědnosti a tvoří dlouhodobé životní vztahy. Rodinné prostředí dává dětem pevné základy. [3]



Obr. 1 SOS dětská vesnička Brno [Archiv SOS dětské vesničky Brno]

### 2.2 Historie SOS dětských vesniček

Historie SOS dětských vesniček sahá do šedesátých let minulého století, kdy někteří dětské lékaři a psychologové začali upozorňovat na nedostatky ústavní péče o děti bez rodiny a problém emocionální deprivace takto vyrůstajících dětí. Inspiraci pro hledání alternativního způsobu péče viděli v SOS dětských vesničkách rozvíjejících se v sousedním Rakousku a dalších zemích západní Evropy. Následně během několika let začali vznikat Sdružení SOS vesničky a také se začalo plnit konto z dobrovolných sbírek a darů občanů.

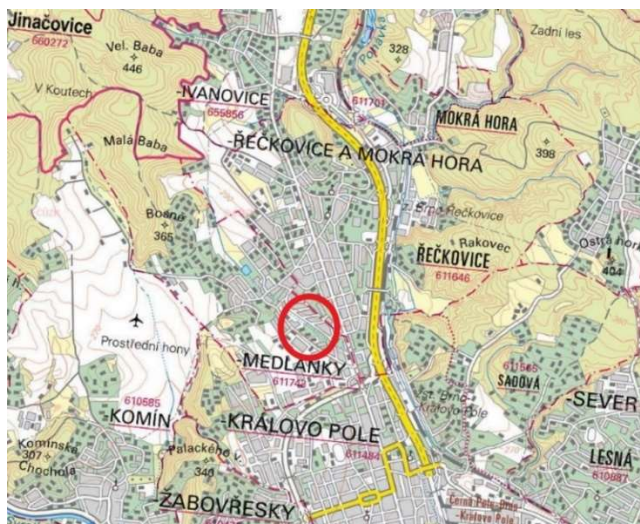
V roce 1969 došlo k zahájení výstavby první SOS vesničky v tehdejší Československé socialistické republice v Karlových Varech a následně byla v dalším roce oficiálně zahájena činnost této vesničky. Následovalo zakládání dalších vesniček a to ve Chvalčově (1971) a Brně (1972).

Roky 1974-1976 znamenaly pro SOS vesničky převedení do pravomoci státu a následné ustanovení likvidační komise k ukončení činnosti sdružení, kdy při ukončení činnosti této komise byl státu odevzdán majetek v celkové hodnotě zhruba 53,9 mil. Kčs. Obnovení činnosti se SOS dětské vesničky dočkaly až v roce 1989, kdy v devadesátých letech začalo převzetí odevzdaných vesniček a došlo k přijetí sdružení za řádného člena mezinárodní organizace SOS Kinderdorf International se sídlem v Rakousku.

Novodobá historie vesničky v Brně započala v roce 1996, kdy došlo k dokončení výstavby prvních dvou domů (čísla popisná 505/7 a 506/9), které začali prozatím sloužit jako centrum pro školení nových maminek. Od roku 2003 je SOS dětská vesnička oficiálně otevřena spolu s SOS Komunita mládeže v Brně pro mladé dospívající z SOS dětské vesničky Chvalčov. Dnes v Brně najdeme kromě programového střediska SOS dětská vesnička, také služby (střediska) SOS Přístav, SOS Kormidlo, SOS Kotva a SOS Kompas. [3]

### 3. Vymezení lokality

Celá lokalita se nachází v dolní (jihovýchodní) části městské části Brno-Medlánky, v katastrálním území Medlánky. Samotný areál dětské vesničky leží mezi ulicemi Hudcova a Jabloňová. Ulice Hudcova je jednou z hlavních příjezdových komunikací do pomyslného středu městské části Medlánky.



Obr. 2 Lokalizace SOS vesničky v k. ú Medlánky (mapa ZM 50) [16]

Základní oblast pro podrobné zaměření byla stanovena vedoucím práce Ing. Michalem Kurucem, Ph.D. na základě požadavků zadavatele, jako areál ve vlastnictví SOS dětské vesničky, z. s. Obchůzkou v terénu bylo vymezeno dané území a poté následovalo rozšíření lokality na základě zohlednění vegetace a ostatních terénních objektů, jako jsou například místní komunikace. V následujícím obrázku je černě vyznačena katastrální hranice areálu a červeně stanovená oblast pro podrobné zaměření. Přibližná výměra zaměřované lokality je 2,4 ha.



Obr. 3 Hranice areálu SOS vesničky [16]

## 4. Přípravné práce

### 4.1 Rekognoskace terénu

Rekognoskace, neboli podrobné seznámení se s lokalitou, spočívá ve vyšetření skutečného stavu předmětu měření a stanovení měřických postupů. Rekognoskace byla provedena za účasti správce dětské vesničky, pana Petra Pazdery, se kterým bylo dohodnuto co vše je potřeba zaměřit, tak aby byla výsledná mapa využitelná pro tuto neziskovou organizaci z hlediska plánování a přehledu o spravovaném území, který doposud vedení SOS vesničky nemělo.

V blízkosti areálu byl dohledán jeden bod podrobného polohového bodového pole, celým číslem 61174300000618, se dvěma možnými orientacemi na vzdálenější podrobné body. Žádný z těchto bodů nebyl využit v měřické síti, jelikož by nebylo možné na tyto body přímo orientovat z vlastní měřické sítě. Bylo vhodnější připojit podrobné měření pouze na vlastní síť bodů z GNSS měření.

Ulice, mezi nimiž se nachází zaměřovaná lokalita, tj. Hudcova a Jabloňová, jsou spojeny částečně pěší ulicí Borůvková, která vede napříč areálem. Vjezd do vesničky, se nachází v severní části areálu z ulice Jabloňová. Z jižní části sousedí tento areál s Mateřskou Školou Brno, Hudcova 435/47 a ulicí Ostružinová. Severní hranice je společná s pozemky soukromých vlastníků a pozemky města Brno.

Jihovýchodní část areálu není plně využita a je spíše v zanedbaném stavu v podobě zarostlého parku s křovinami a stromy, tudíž nevyužívaná. To je částečně dáno tvarem parcel a především reliéfem, protože je zde ze středu dětské vesničky špatný přístup.

Tato zarostlá část areálu má svou polohou potenciál se stát součástí možného městského parku, jelikož by navazovala na zelenou plochu mezi areálem vesničky a ulicí Jabloňová. Dále tato část sousedí s Medláneckým potokem, který v těchto místech vytéká z podzemního systému potrubí a tvoří zde přírodní retenční nádrž v podobě zarostlého jezera. Přepadem do podzemí opět odtéká dál. Podle místní informační tabule zde žije několik živočichů, například Kachna divoká nebo Slípka zelenonohá.



Obr. 4 Pohled na šachtu přepadu nádrže  
Obr. 5 Budování koryta Medláneckého potoka

Od podzimu roku 2017 probíhá prodlužování otevřeného koryta potoku ve směru jihovýchod – severozápad, podél přírodní hranice mapovaného území viz. obrázek č. 5. Mimo prací na korytě zde dochází také k napojování dešťové kanalizace. Tyto stavební práce jsou jedny z několika etap prací týkajících se Medláneckého potoka. Ukončení stavebních prací této etapy je plánováno na přelom června a července roku 2018. [20]

## 4.2 Výběr měřických přístrojů a pomůcek

Pro polohopisné a výškopisné zaměření lokality byly vybrány přístroje dostupné k výpůjčce ze skladu Ústavu geodézie FAST VUT v Brně na základě jednoduchého zhodnocení jejich přesnosti sběru dat. Dostupné přístroje splňují nároky pro měření ve 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410, jelikož střední chyba určení bodu vybranými přístroji nepřekročí střední souřadnicovou chybu  $m_{x,y} = 0,14$  m.

U vybrané totální stanice lze měřit délky na 100 m s přesností 2,2 mm při měření na hranol a úhel s přesností 0,5 mgon, jenž odpovídá příčné odchylce 0,8 mm při měření na 100 m. Výsledná přesnost určení podrobných bodů, bude mimo jiné záviset například na vnějších podmínkách, případných chybách měřice, centraci, použité metodě měření a přesnosti výchozích bodů sítě.

Přesnost určení bodu technologií GNSS vyplývá z parametrů vybraného přístroje a poskytovaných korekčních dat. ČÚZK deklaruje centimetrovou přesnost, která závisí také na vzdálenosti přijímače uživatele od stanice CZEPOS.

#### 4.2.1 Totální stanice Trimble M3 DR2

Pro tachymetrické měření byla vybrána totální stanice Trimble M3 DR 2" (Výrobní číslo: D036269) s příslušenstvím, které zahrnuje dřevěný stativ Nedo a výtyčku s hranolem Seco.

Jedná se o mechanickou, kompaktní, lehkou totální stanici se snadno ovladatelným polním software Trimble Access v operačním systému Microsoft Windows Embedded CE 6.0. Totální stanice disponuje technologií Bluetooth, která byla využita při stahování měřených dat, což může být praktické, pokud zrovna není možnost připojení přes USB nebo připojení flash disku. [11]

Propojení totální stanice s počítači se systémem Windows, probíhá v prostředí Windows mobile device center, které umožní přístup k souborům v paměti totální stanice z počítače přes rozhraní USB.

Tab. 1 Vybrané technické parametry Trimble M3 DR2 [11]

Měření délek	
Přesnost (směrodatná odchylka dle ISO 17123-4)	
Hranol	(2+2 ppm × D) mm
Bezhranol	(3+2 ppm × D) mm
Měření úhlů	
Přesnost dle DIN 18723 (vodorovná a zenitová)	
	2"/0,5 mgon
Dalekohled	
Délka tubusu	125 mm
Zorné pole	1°20'
Kompenzátor	
Typ	Dvouosý
Metoda	Kapalino-elektronická
Rozsah	±3,5'
Napájení	
2x Li-ion baterie	3,8 V DC
Provoz	cca 26-28 hodin
Plné nabití	4 hodiny
Další technické parametry	
Pracovní teplota	-20°C až +50°C
Ochrana proti prachu a vodě	IP66
Ustanovky	Nekonečné
Centrovač	Optický



Obr. 6 Trimble M3 DR2 (stanovisko 4024)

Obr. 7 GNSS aparatura Trimble R4

#### 4.2.2 GNSS aparatura Trimble R4

Při měření byl dále použit přijímač GNSS Trimble R4 včetně příslušenství (Výrobní číslo: 5329440578 a 5345446904). Kontrolér Trimble Slate daného modelu GNSS přijímače používá taktéž operační systém Windows a polní software Trimble Access jako vybraná totální stanice.

Tab. 2 Vybrané technické parametry Trimble R4 [12]

Přesnost: RTK, jedna základnice do 30 km	
Poloha	8 mm + 1 ppm RMS
Výška	15mm +1 ppm RMS
Přesnost: Síťové RTK	
Poloha	10 mm + 1 ppm RMS
Výška	20 mm + 1 ppm RMS
Napájení	
Li-ion baterie	7,4 V, 2,6 Ah
Externí zdroj 11-28V DC, ochrana přepětí na portu 1	
Pracovní čas na baterii	
Příjem na 450MHz	5 hodin
Vysílání/příjem na 450 MHz (0.5 W)	2.5 hodiny
Mobilní příjem	4 hodiny
Další technické parametry	
Pracovní teplota	-40°C až +65°C
Ochrana proti prachu a vodě	IP67

## 5. Měřické práce

### 5.1 Teoretický základ - měřické metody

#### 5.1.1 Tachymetrie

Tachymetrie je způsob, kterým se získávají jedním zaměřením ze stanoviska, úhlové a délkové veličiny pro určení pravoúhlých prostorových souřadnic podrobného bodu. Podle použitého přístroje a způsobu měření se rozlišovali různé druhy tachymetrie, dnes již jako historické metody, číselná a nitková tachymetrie. Nitková tachymetrie se prováděla pomocí nitkového tachymetru vybaveného nitkovým dálkoměrem a svislé latě. Laťový úsek se četl mezi dvěma rovnoběžnými dálkoměrnými ryskami, které vytyčovali konstantní dálkoměrný úhel. [5] [6]

Samotné slovo tachymetrie je odvozeno z řeckého slova ‚tachus‘ neboli rychlý a slova ‚metron‘ neboli měřit. [7]

V dnešní době, plně vyspělých technologií, chápeme tachymetrii jako současné měření zenitových a vodorovných směrů, úhlů a délek pomocí moderní totální stanice, kde je získání výsledných souřadnic bodů založeno na polární metodě a získání výšek bodů je založeno na trigonometrickém určení.

Dnes je kromě sběru dat totální stanicí při mapovacích pracích hojně využíváno také laserové skenování a fotogrammetrie.

#### 5.1.2 Polární metoda

Polární metoda patří mezi základní geodetické způsoby sběru dat. Jak už název napovídá, je založena na polárních souřadnicích, tedy úhlu a délce, které můžeme jednoduše přepočítat na rovinné pravoúhlé souřadnice. Výsledný horizontální úhel mezi dvěma body je určen jako rozdíl dvou měřených směrů.

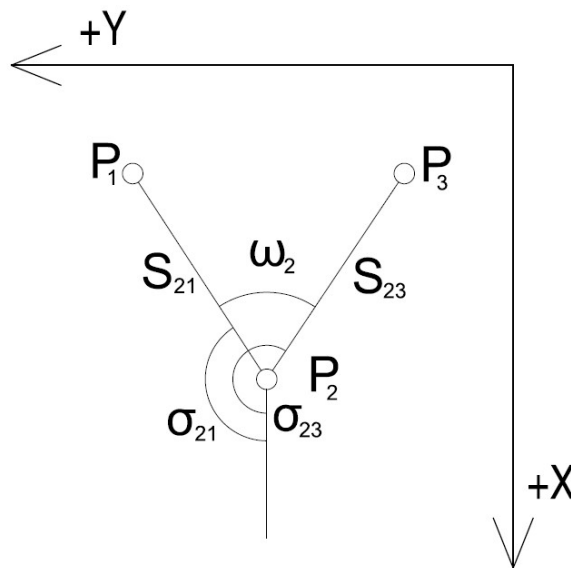
Existují dvě možnosti postavení přístroje nad bodem. Buď jeho souřadnice známe, nebo ne. V tom případě se bude jednat o známé, nebo neznámé (volné) stanovisko. Při měření účelové mapy bylo využito známé stanovisko. Princip je vysvětlen na obrázku č. 8.

Jelikož potřebujeme znát polohu měřených bodů v systému JTSK, musíme nejprve opravit měřenou šikmou délku na vodorovnou a redukovat ji o zkreslení křiváková zobrazení. To vše proběhne automaticky ve výpočetním software, ve kterém je potřeba nastavit průměrné souřadnice a výšku zaměřované lokality pro určení koeficientu zkreslení měřených délek. Výpočty souřadnic bodů jsou vysvětleny dále v této kapitole.

Měření běžnými metodami bývá často doplňováno o další geodetické úlohy a to například o doměrek nebo polární kolmici, která byla využita při měření účelové mapy. Využívá se, pokud se měřený bod nenachází v přímé viditelnosti od postavení přístroje. V totální stanici stačí správně zadat, zda se jedná o bod vlevo nebo vpravo od spojnice stanoviska a cíle, pro doměření nepřístupného bodu a ta vypočítá polární prvky na určovaný bod, jakoby byl přímo měřený.

Měření na známém stanovisku musí být připojeno na alespoň dva body polohových bodových polí nebo na pomocné body, přičemž je potřeba změřit alespoň jednu délku. Výjimka by byla trvale signalizované body. Pokud není možnost připojit se na dva body, tak se orientace ověří na bodě určeném z jiného stanoviska. Co se týče volného stanoviska, je potřeba změřit směry a délky alespoň na dva body. Úhel mezi směry na určovaném stanovisku může nabývat hodnot  $30^{\circ} - 170^{\circ}$ . [8]

Princip výpočtu souřadnic je založen na matematickém vztahu mezi polárními a pravoúhlými rovinnými souřadnicemi. Tuto geodetickou úlohu nazýváme jako rajón. Známe souřadnice X a Y bodů  $P_1$  a  $P_2$ , kde  $P_2$  je pevné stanovisko. Měřena je délka  $S_{1,2}$  a  $S_{2,3}$ .



Obr. 8 Schéma rajónu s osami S-JTSK

Kde  $\omega_2$  je úhel mezi body  $P_1$  a  $P_3$  vypočtený z rozdílu orientovaných směrů na tyto body z bodu  $P_2$  a  $\sigma_{21}$  je směrník z bodu  $P_2$  na bod  $P_1$  vypočtený ze souřadnic. Pro určení souřadnic hledaného bodu  $P_3$  potřebujeme znát směrník a délku na tento bod. Pro souřadnice bodu  $P_3$  bude platit:

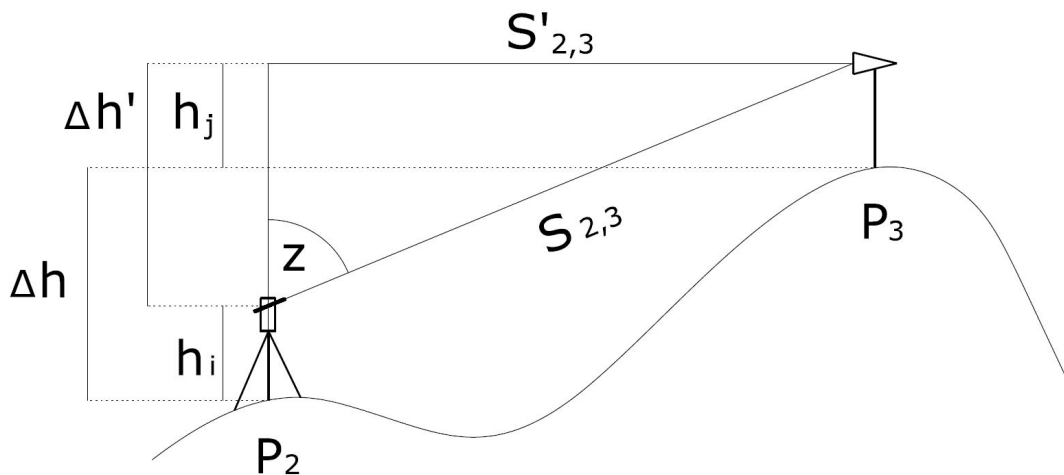
$$Y_{P_3} = Y_{P_2} + S_{23} \cdot \sin\sigma_{23}, \quad X_{P_3} = X_{P_2} + S_{23} \cdot \cos\sigma_{23}$$

$$\sigma_{23} = \sigma_{21} + \omega_2$$

$$\sigma_{21} = \arctan \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2}$$

### 5.1.3 Trigonometrické určení výšky

K vypočtené poloze bodu určíme výšku bodu trigonometricky pomocí měřeného zenitového úhlu a délky ze stanoviska  $P_2$ . Zenitový úhel je měřený ve směru od svislice k určovanému bodu. Počítáno je pouze převýšení mezi body. Abychom dostali absolutní výšku měřeného bodu, musíme znát nadmořskou výšku stanoviska, výšky přístroje nad stanoviskem a výšku hranolu nad určovaným bodem. Princip výpočtu je zjevný z následujícího schématu.



Obr. 9 Trigonometrické určení výšky

Pro výpočet absolutní výšky určovaného bodu  $P_3$  bude platit:

$$H_{P_3} = H_{P_2} - h_j + h_i + S_{2,3} \cdot \cos z \quad [19]$$

### 5.1.4 Metoda RTK

Metoda RTK neboli real time kinematics/kinematika v reálném čase je metoda měření polohy a výšky bodů pomocí dvoufrekvenční GNSS aparatury (rover), která přijímá a zpracovává tento typ korekce. Zapotřebí je mobilní internetové připojení. Korekce polohy jsou přijímány přes síťový protokol NTRIP z referenční stanice (base). [9]

Princip metody spočívá ve vytvoření referenční stanice, která vznikne umístěním aparatury GNSS na známém bodu v systému WGS84. Tato stanice provádí kontinuální měření délek na viditelné družice a porovnává měřené délky s počítanými délkami z bodu, na kterém stojí. Zpřesnění určení polohy roveru můžeme nejčastěji dosáhnout korekcemi pseudovzdáleností přijímač-družice a u RTK korekcí fázových dat. [9]

V České republice existuje několik sítí referenčních stanic a jejich poskytovatelů. Mezi sítě s celoplošným pokrytím území ČR patří:

- CZEPOS (ČÚZK)
- Trimble VRS Now Czech (Trimble, Geotronics Praha, s.r.o.)
- TopNET (GB-geodezie, spol. s r.o.)
- Georbit (Geoobchod, s.r.o.)

Měření pomocné měřické sítě a měření několika podrobných bodů včetně kontrolního měření proběhlo pomocí metody RTK s připojením do sítě CZEPOS. Síť CZEPOS nabízí několik možností práce s korekčními daty. Jedná se o tři hlavní kategorie služeb a produkty. Jedna z kategorií je výše zmíněné RTK, dále DGPS vhodné při navigaci a v geografických systémech, VRS při větších vzdálenostech přijímače od referenční stanice, kdy se při výpočtu korekcí využívají data z více referenčních stanic. Při nejpřesnějších pracích je možnost využít produktů CZEPOS, formátů RINEX a virtuální RINEX. Toto řešení spočívá ve výpočtu pozice zpětně po skončení zpravidla delšího měření, než u jiných metod a výpočet je nutno provést ve vhodném software. [10]

## 5.2 Náčrt

Před měřením v terénu je vhodné si připravit měřický náčrt a rozhodnout se nad stylem jeho vedení. Teoreticky existují tři metody jak si pomáhat při měření, abychom byli schopni správně nakreslit mapu. Buď vedeme náčrt klasickým stylem tj. číslováním a zaznamenáváním každého bodu na papír do náčrtu, nebo máme možnost využít funkce, které nám poskytují dnešní moderní přístroje. Můžeme si ke každému bodu přiřazovat kód, který popisuje daný měřený prvek, což nám ve výsledku může usnadnit práci. Kódy můžeme používat číselné, písmenové nebo jejich kombinaci.

Jednu z metod kódování měřených prvků můžeme nazvat jako částečnou s vedením zjednodušeného náčrtu. Při této metodě je důležité u obsáhlejších prací poznamenávat si do jednoduchého náčrtu, například styky liniových prvků, aby nedošlo k hrubé chybě při vyhotovení kresby a vést si jednoduchý náčrt polohopisu s dalšími poznámkami k polohopisu a popisu. Bodové prvky nemusí být v náčrtu značeny.

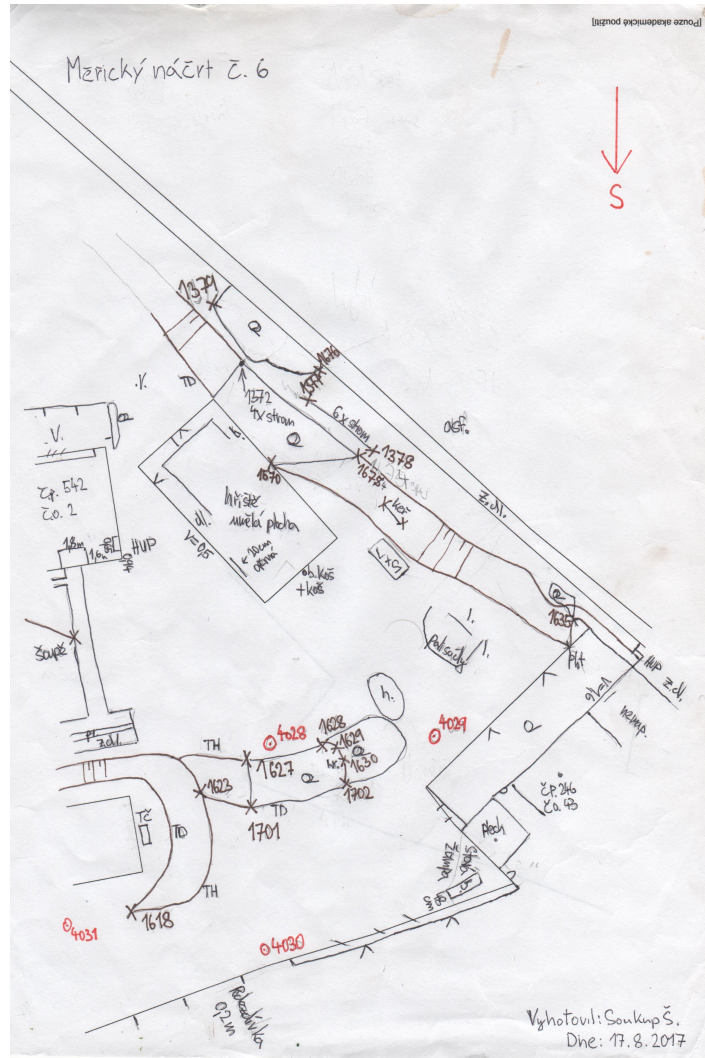
Další možností může být využití kódování, kdy si ve zpracovatelském prostředí vhodného software nadefinujeme kódovací tabulku pro automatickou tvorbu kresby. Při dokonalé zkušenosti s touto metodou můžeme ve výsledku ušetřit čas, kdy nepotřebujeme tvořit příliš obsáhlé náčrty a kresbu můžeme tvořit samotným měřením a kódováním, a to například i značky povrchů nebo texty. Naopak nevýhodou může být, pokud dojde k nějaké chybě v zápisu kódu a kresba se vykreslí jinak než by měla.

Při tvorbě této účelové mapy byla využita metoda kódování měřených prvků s částečným náčrtem. Použité kódy byly se souhlasem převzaty z jednotného kódování zavedeného ve firmě HD GEO s.r.o.

Tab. 3 Použité kódy při měření účelové mapy

BR	roxor
BH	hřeb
BP	plastový znak
CM	místní komunikace, chodník
OZ	opěrná zeď
SZ	budova zděná
SD	budova dřevěná
SK	budova kovová
SV	vstup do objektu nebo na pozemek
CZB	zábradlí
CDZ	dopravní značka
CDZ_Z	dopravní zrcadlo
PN	plot nerozlišený
DH	dětské hřiště
LAV	lavička
ISE	elektro rozvodnice (PRIS)
ISV	tepelné čerpadlo (HUV)
IOL	veřejné osvětlení
IVP	vpust'
IVV	vyústění potrubí
IKS	šachta bez rozlišení
IVS	vodovodní šoupě
IPS	plynovodní šoupě
ISH	hlavní uzávěr plynu
IVH1	hydrant nadzemní
IVH2	hydrant podzemní
ISK	sloup kovový (sloupek)
OT	ochranná tyč
DK	křoviny, rozhraní druhu pozemku
VHV	hranice hladiny vody
TBS	jednotlivý strom - bez rozlišení
TH	terén horní hrana
TD	terén dolní hrana
TO	terén ostatní
SPM	střed předmětu malého rozsahu (koš)
KONB	kontrolní bod určený z více stanovišek

Měřický náčrt byl vyhotoven z části na podkladě katastrální mapy a ortofoto snímku při přípravných pracích. Záměrem bylo nejprve vyznačit ‚kostru‘ lokality z viditelných prvků na snímku a mapě a náčrt později v terénu doplnit o podrobnosti, lomy liniových prvků a poznámky, tak aby byl náčrt dostatečně přehledný pro vyhotovení mapy. Celkem bylo vytvořeno 6 náčrtů.



Obr. 10 Ukázka jednoduchého náčrtu

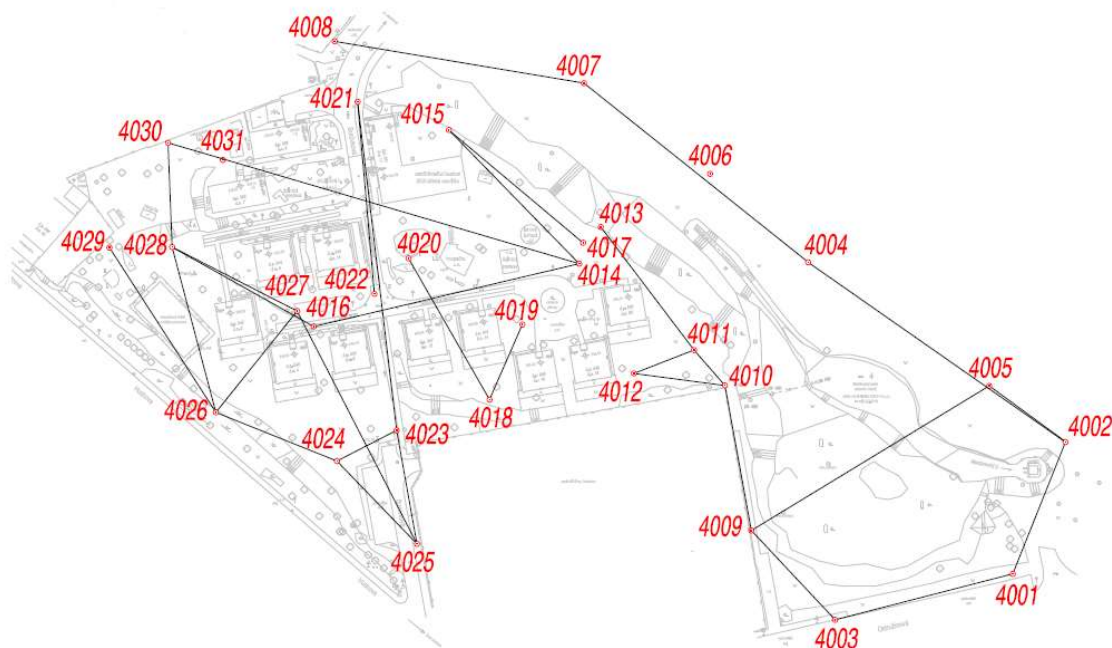
### 5.3 Geometrický základ

K provedení podrobného měření patří nejprve vyhotovení měřické sítě, která může být vyhotovena před samotným měřením, nebo v průběhu podrobného měření, dle potřeby. Nevýhoda tvorby pomocné měřické sítě před podrobným měřením spočívá v časové náročnosti při využití pouze totální stanice, kdy je potřeba si lokalitu důkladně prohlédnout a naplánovat měření a umístění bodů. Takto bychom přístroj stavili nad bodem vícekrát. Pokud bychom chtěli následně síť vyrovnat, je lepší si body vhodně umístit tak, abychom měli dostatek veličin a celkově lepší propojení bodů v síti.

Tvorba pomocné měřické sítě byla provedena v průběhu podrobného měření. Je vhodné a účelné si vždy plánovat další kroky měření, abychom mohli například jednu orientaci využít z více postavení přístroje. Všechna stanoviška byla zaměřena pomocí metody RTK, avšak jedno stanoviško polární metodou. Celkem bylo určeno 31 bodů pomocné měřické sítě.

Vzhledem k požadované přesnosti výsledné mapy a dosažených odchylek při zpracování zápisníku, nebylo potřeba síť vyrovnávat. Totální stanice byla celkem postavena na 22 bodech pomocné měřické sítě a zbylé body byly využity pro orientace, z nichž některé nadbytečné byly odstraněny z orientací při výpočtu stanoviška, například kvůli chybám při cílení.

Jako stabilizace stanovišek byly zvoleny nastřelovací hřebíky, které jsou vhodné pro stabilizaci bodu v zámkové dlažbě nebo betonu, a dále roxory o průměru 6 mm s vhodnou délkou, které se hodí pro stabilizaci bodu v nezpevněném terénu. Roxory byly umístěny, tak aby nevyčnívali nad povrch terénu a po skončení všech měřických prací byly odstraněny.



Obr. 11 Schéma pomocné měřické sítě

## 5.4 Předměty mapování

V samotném areálu se nachází celkově 13 zděných budov, přičemž v administrativní budově č. p. 551/11 jsou kanceláře regionální ředitelky pro Jihomoravský kraj, asistentky, sociálního pedagoga a specialisty pro firemní dárce. Dále se zde nachází malá zasedací místnost a klubovna pro děti. Bílý dům se zelenými prvky č. p. 505/7, funguje od ledna 2014 jako Dům na půl cesty. Dům na půl cesty je sociální služba

programu SOS Kotva a poskytuje podporu mladým dospělým od 18 do 26 let. V suterénu se nachází posilovna. [4]

V bílém domě se žlutými prvky č. p. 506/9, jsou k dispozici školicí prostory určené pro přednášky a besedy pro děti, vzdělávání pěstounů, setkávání a supervize zaměstnanců, prezentace, meetingy atd. Dále je zde situována kontaktní místnost pro setkávání dětí s jejich biologickými rodinami. V horním patře budovy mají zázemí pracovníci služeb SOS Přístav a SOS Kompas a spolupracující externí psychologové, V suterénu se nachází dílna. [4]



Obr. 12 Pohled od vjezdu do vesničky. Vpravo bílý dům č. p. 506/9 (únor 2018)

Zbývajících 10 budov je technicky totožných, ale jsou zrcadlově a barevně odlišné. V devíti budovách žijí rodiny s dětmi a jednu si pronajímá nadační fond Lepší vyhlídky.

Jelikož dětská vesnička slouží především dětem, nachází se v areálu několik dětských hřišť, jako jsou kolotoče, průlezové systémy, houpačky, pískoviště a jedno víceúčelové hřiště pro hraní různých míčových her.



Obr. 13 Vpravo dům fondu Lepší vyhlídky (srpen 2017)

Celý areál je neoplocený a veřejně přístupný, a proto zdejší hřiště využívají školní družiny a širší veřejnost, ale musí se řídit návštěvním řádem. Dětská hřiště jsou dále doplněna o lavičky a dvě odpočinková místa s dřevěnými pergolami, které slouží například k posezení u táborového ohně.



Obr. 14 Pohled na dětské hřiště u administrativní budovy (únor 2018)

Lokalita dětské vesničky není reliéfově příliš členitá. Střední část vesničky je rovinatá a jihozápadní hranice se severovýchodní hranicí je tvořena významnějšími terénními stupni.

Mimo běžně zaměřované prvky polohopisu v praxi, je účelová mapa doplněna o účelové prvky sloužící v rámci provozu vesničky. Jedná se o odpadkové koše, lavičky, stoly a jednotlivé druhy dětských hřišť a průlezových systémů.

Rozhraní povrchů u komunikací se silničními obrubníky, bylo zaměřeno v místě průniku obrubníku s komunikací. Rozhraní povrchů v místech se zahradními nebo chodníkovými obrubníky bylo zaměřeno tak, aby byl obrubník součástí přilehlého chodníku. Výška těchto obrubníků bývá většinou zanedbatelná vzhledem k přesnosti určování výšek podrobných bodů v mapě.

Dětská hřiště byla zaměřena tak, aby byl jejich tvar dostatečně vystižen. Průlezky, které byly navíc ohraničeny dopadovou plochou, nebyly předmětem měření, ale bylo zaměřeno rozhraní povrchu dopadové a přilehlé plochy.



Obr. 15 Administrativní budova

## 5.5 Podrobné měření

Měřické práce vyjma ověřování přesnosti a doměření několika podrobných bodů, proběhly ve dnech 14. 8. - 17. 8. 2017 spolu s tvorbou pomocné měřické sítě. Pro měření byly použity zmiňované přístroje v kapitole 4.2. Pomocí pásma a svinovacího metru byly také měřeny oměrné míry k vlastní kontrole měření a některé byly využity v úloze konstrukčních oměrných.

Měření proběhlo tak, aby splňovalo požadavky na přesnost 3. třídy přesnosti dle normy ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy. Při měření byla uvážena teplota a tlak vzduchu. Měřítkový koeficient převodu měřených délek do kartografického zobrazení byl zaveden až při zpracování zápisníku.

Během měření na jednom stanovisku bylo průběžně kontrolováno počáteční nulové čtení, protože je důležité kontrolovat, jestli nedošlo k vychýlení z centrace a urovnání.

Při měření byly dodrženy stanovené předpisy vyhláškou č. 31/1995 Sb. 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.

Rozlišovací úroveň podrobných tvarů předmětu polohopisu (tj. nejkratší délka spojnice podrobných bodů polohopisu) se rovná hodnotě 0,1 m.

Podrobné body části území, ve které se provedla tvorba mapy, musí být vždy v jedné třídě přesnosti, avšak výškopis může být vyhotoven v jiné třídě přesnosti než polohopis.

Charakteristikou přesnosti určení souřadnic X a Y podrobných bodů polohopisu je základní směrodatná souřadnicová odchylka  $\sigma_{X,Y}$ , která nesměla překročit kritérium  $u_{XY} = 0,14$  m stanovené pro 3. třídu přesnosti.

$$\sigma_{X,Y} = \sqrt{0,5(\sigma_X^2 + \sigma_Y^2)}$$

Kde  $\sigma_X, \sigma_Y$  jsou základní směrodatné odchylky určení souřadnic X, a Y.

Charakteristika přesnosti určení výšek  $H$  podrobných bodů výškopisu je základní směrodatná výšková odchylka  $\sigma_H$ . Výšky podrobných bodů jedné třídy přesnosti musely být určeny tak, aby charakteristika  $\sigma_H$  nepřekročila kritérium  $u_H = 0,12$  m ve zpevněném terénu a v nezpevněném terénu nepřekročila kritérium  $3u_H$ . Vrstevnice musely být sestrojeny a zobrazeny tak, aby z nich bylo možné určit výšky bodů reliéfu, aby charakteristika  $\sigma_H$  těchto bodů nepřekročila kritérium  $u_V = 0,50$  m. [2]

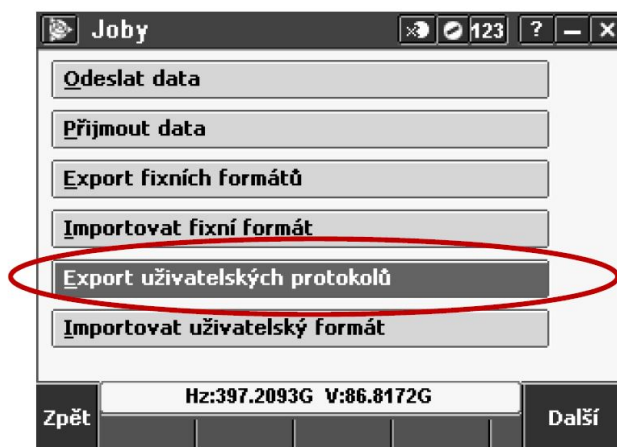


Obr. 16 Měření na stanovisku 4027

## 6. Zpracování dat

Naměřená data je potřeba nejprve exportovat do požadovaného formátu a následně překopírovat mezi úložištěm přístroje a diskem PC. V mém případě byl vytvořen soubor s příponou asc, který byl přepsán na formát zap. Jedná se o formát zápisníku MAPA2, který byl poté zpracován v software Groma v. 12. V případě měření GNSS byl exportován kompletní protokol s měřením, kde jsou k dispozici zprůměrované hodnoty souřadnic a další údaje o určení bodu, například čas, hodnoty PDOP, počet satelitů, atd. Mimo kompletní protokol měření byly přílohy této práce doplněny o protokoly určení bodů technologií GNSS, které se vyhotovují při měření pro katastr nemovitostí.

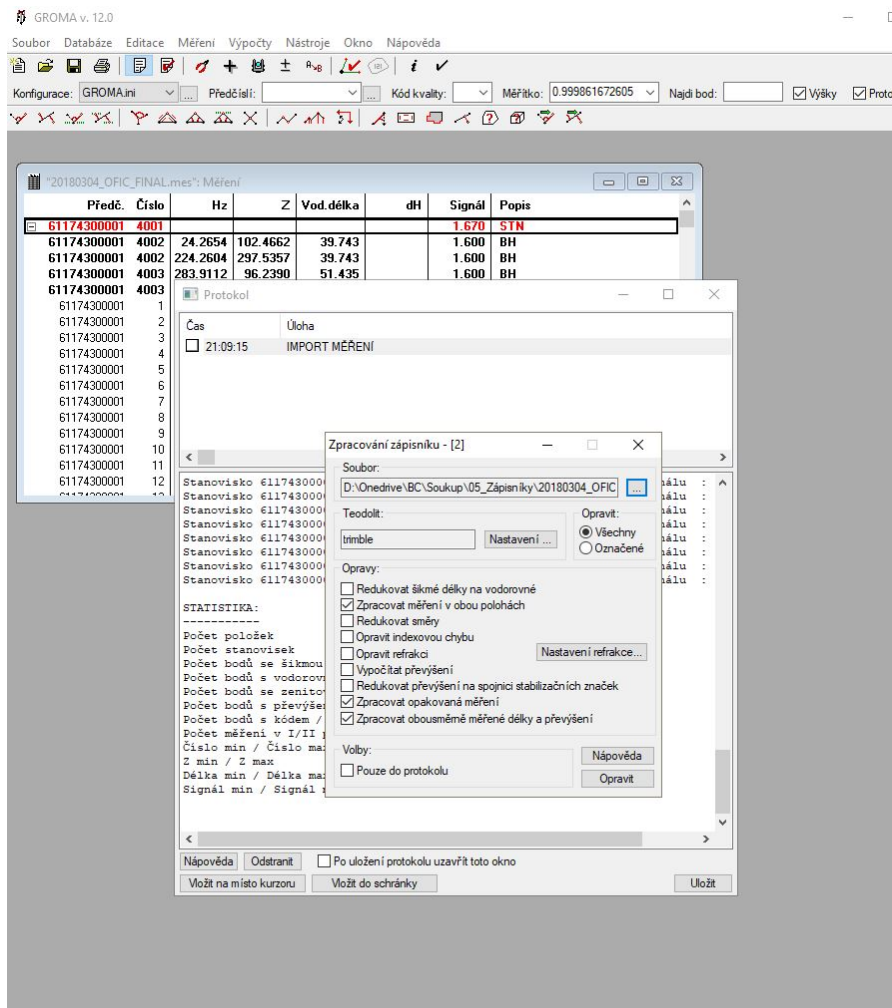
Trimble Acces nabízí velké množství souborů do kterých lze exportovat měřená data. V první řadě je na výběr mezi fixními formáty souborů a uživatelsky definovaných souborů. Mezi fixní formáty patří například csv (txt), ESRI shapefiles, nebo DXF soubory a další. Uživatelsky definované soubory jsou specifické tím, že mohou být upravovány z předepsané podoby do téměř jakéhokoliv předpisu, který vyžaduje zpracovatel nebo objednatel, nebo mohou být využity jako šablona pro nový exportní formát. Mezi uživatelsky definované soubory patří právě dokumentace pro katastr nemovitostí, MAPA2, protokoly vytyčení a měření s dosaženými odchylkami nebo seznamy souřadnic a další. [17]



Obr. 17 Export měřených dat [18]

Zpracování měření proběhlo v software Groma v. 12.0.4.268. Systém GROMA umožňuje načítat soubory ve formátech všech běžně používaných záznamníků, které musí být vytvořeny ze surových měřených dat v daných přístrojích. Umožňuje kompletní zpracování zápisníku měřených hodnot, včetně zpracování měření v obou polohách dalekohledu, obousměrně měřených délek, apod. [13] [14]

Při zpracování bylo nejprve potřeba načíst upravený zápisník a seznam výchozích bodů měření určených technologií GNSS. Upraveným zápisníkem ve formátu MAPA2 (přípona souboru asc nebo zap) rozumíme takový, do kterého bylo doplněno předčísloví všech bodů, a tyto body byly správně přečíslovány.



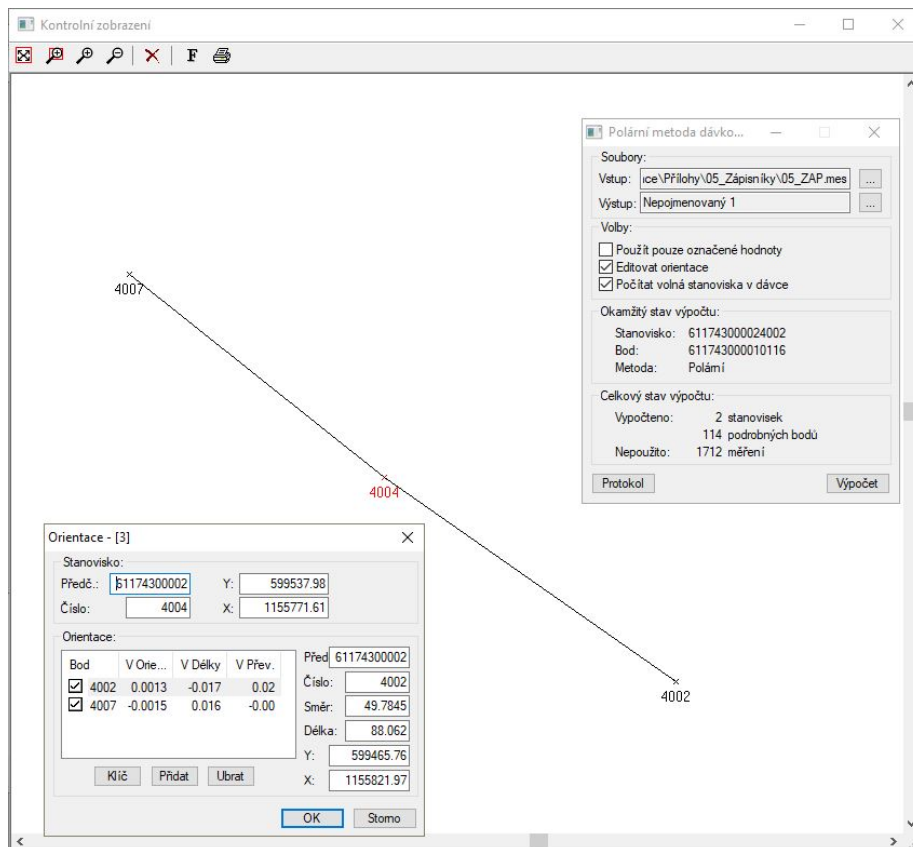
Obr. 18 Prostředí Groma v 12.0

Celý zázpisník terestrického měření byl přečíslován, aby nedošlo k mezerám v pořadí číslování bodů při mazání chybně zaměřených bodů, nebo duplicitních bodů. Pro rozlišení metody měření bodů bylo stanoveno rozdílné číslování náčrtu. Pro body získané terestricky, pomocí totální stanice bylo zvoleno číslo náčrtu 1. Celkový počet určených bodů touto metodou je 1734. Pro podrobné body včetně bodů pomocné měřické sítě určené pomocí metody RTK, bylo zvoleno číslo náčrtu 2 a pro body dopočtené dalšími geodetickými úlohami bylo zvoleno číslo náčrtu 3. Metodou RTK bylo celkově změřeno 219 bodů a dopočtených bodů je 20. Číslování podrobných bodů určené technologií GNSS je zachováno z měření v terénu. Pro rozlišení původu bodů tedy slouží zmiňovaná čísla náčrtů.

Jako další geodetická úloha byla použita pro výpočet souřadnic bodů, úloha konstrukční oměrné. Využita byla při výpočtu bodů vstupu do rodinných domů. Podrobné body zaměřené totální stanicí, byly vypočteny pomocí polární metody dávkou.

V průběhu výpočtu byly kontrolovány opravy měření délek a úhlů u orientací. Bylo potřeba rozhodnout, které orientace je vhodné využít ve výpočtu a u kterých se naopak vyskytují chyby v zaměření, například kvůli nedokonalému urovnání hranolu, nebo chybě měřiče.

Při zpracování byla zobrazena kontrolní kresba, která slouží k zobrazení schéma rozložení bodů zpracovávaného výpočtu. Dále byly kontrolovány identické body tj. body, které byly kontrolně zaměřené i z jiného stanoviska. Tak lze získat částečnou kontrolu, že se v souboru měření nevyskytuje náhodná nebo hrubá chyba.



Obr. 19 Kontrolní zobrazení počítaného stanoviska

# 7. Tvorba mapy

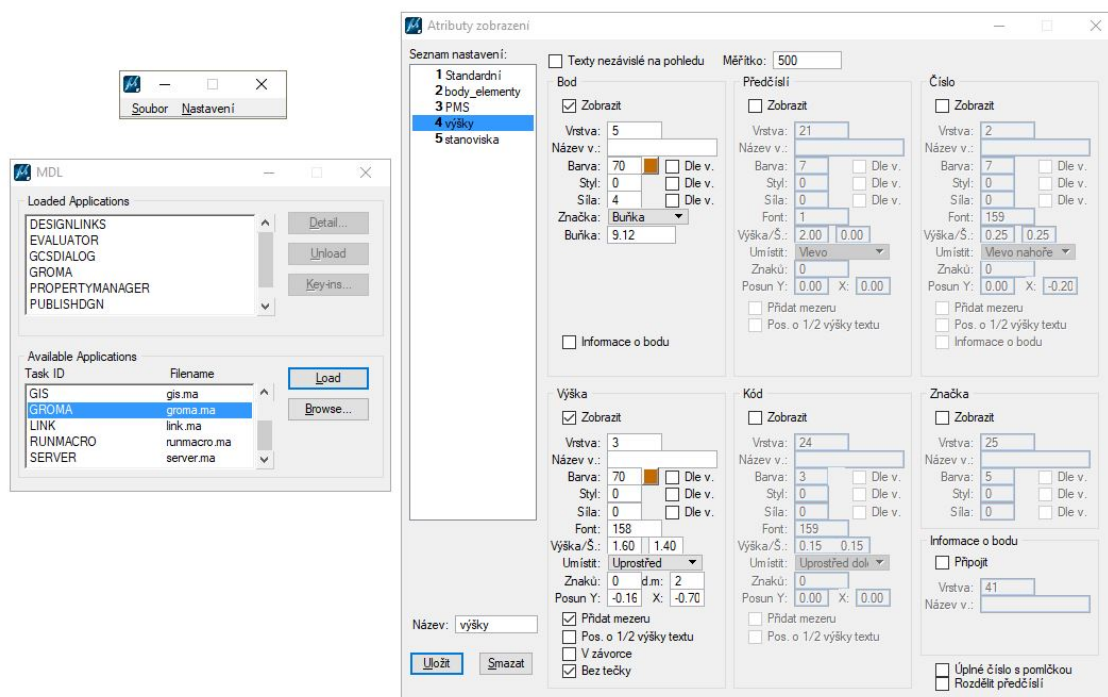
## 7.1 Rozdělení map dle obsahu

1. Základní mapy: Mapy se základním a všeobecně využitelným obsahem stanoveným technickým předpisem. Vznik zpravidla původním mapováním. Ze základních map jsou odvozovány mapy menších měřítek nebo mohou sloužit jako základ pro tematické mapy.
2. Účelové mapy: Můžeme nazvat jako tematické mapy velkých měřítek. Jsou to základní mapy doplněné o další předměty šetření. [2]

## 7.2 Grafické práce

Veškeré grafické práce proběhly v CAD software Microstation V8i (SELECTseries 4) v. 08.11.09.833 a jeho nadstavbě MGEO v. 17.09.04.

Připravený seznam souřadnic podrobných bodů včetně seznamu bodů pomocné měřické sítě byl nejprve načten v samostatném výkresu pomocí propojení Microstation a Groma. V dialogovém okně tohoto propojení mohou být nastaveny atributy zobrazení importovaných bodů a jejich umístění do zvolené vrstvy výkresu. K bodům lze připojit i jejich přidružené předčísí, číslo, výšku, kód a případně značku nebo další informace a lze měnit jejich atributy podle požadavku.



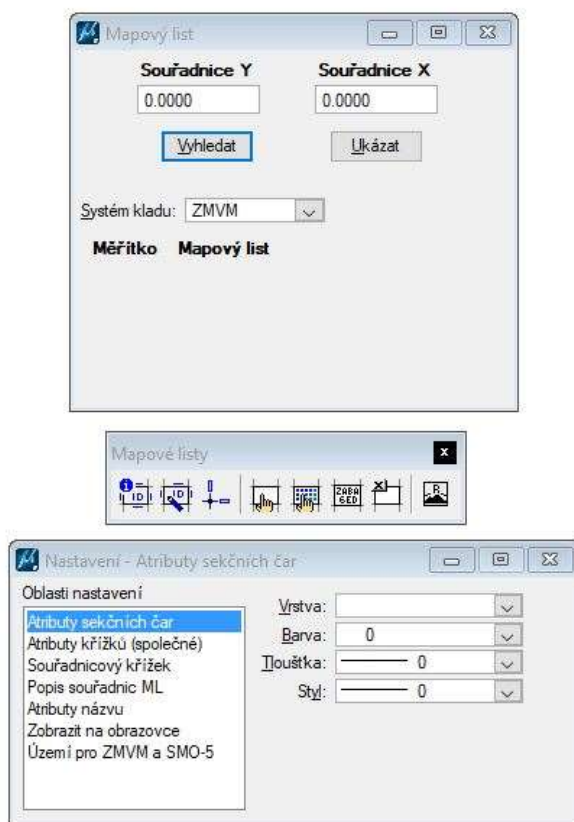
Obr. 20 Okno nabídky atributy zobrazení bodů a propojení Groma a Microstation

Pro mapu byl založen samostatný výkres a k němu referenčně připojen výkres s podrobnými body, na který se poté připojila kresba. Výkresy musí být založeny se

zakládacím výkresem S-JTSK. Při kresbě mapy byla využita norma ČSN 01 3411, Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky a atributová tabulka, vyhotovená dle této normy. Atributová tabulka byla převzata z výuky Mapování I.

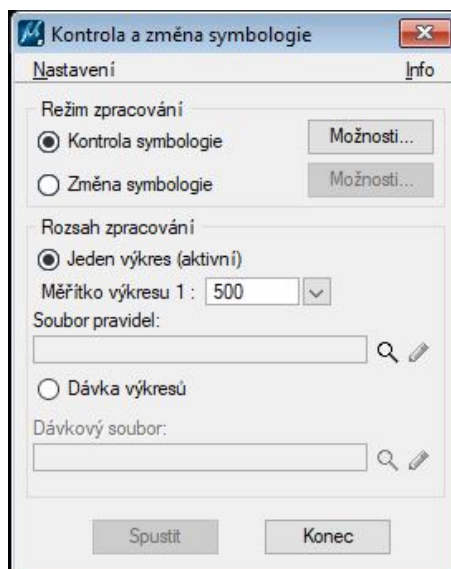
Při importu výšek podrobných bodů je vhodné rozdělit seznam bodů podle kódů a vytvořit zvlášť seznam bodů, které vyjadřují polohopis mapy a seznam bodů, které vyjadřují volný terén, protože u bodů polohopisu neumístujeme buňku podrobného bodu 9.12. Poté se nemusí ve výkrese zbytečně mazat. Dále je vhodné redukovat, buď v textovém editoru, nebo v místní nabídce při importu, absolutní výšky z důvodu výsledného vzhledu mapy a přehlednosti v mapě, a to o stovky a desítky metrů. Absolutní výška podrobných bodů může být snadno zjištěna například z blízkých vrstevnic.

Účelová mapa byla vyhotovena na podkladě měřických náčrtů vytvořených během měření a pomocí kódů uvedených u jednotlivých bodů. Při kresbě bylo postupováno od nejvýraznějších polohopisných prvků až po detailní a bodové prvky a nakonec byla mapa doplněna o popisy, vrstevnice a další náležitosti. Mezi další náležitosti patří například legenda a klad mapových listů ZMVM v měřítku 1:500, který byl vyhotoven pomocí nadstavby MGE0. Mapa je navíc doplněna o vrstvu s katastrální mapou pro znázornění přibližného průběhu katastrální hranice areálu a o grafické měřítko vyžádané od objednatele.



Obr. 21 Místní nabídky v nadstavbě MGE0 při umisťování mapových listů

Po dokončení kresby mapy byla provedena atributová kontrola, která ukázala, zda jsou všechny prvky a jejich atributy ve správných vrstvách a správné kombinaci a zda jsou správně měřítka prvků. Případné chyby bylo potřeba opravit. Jednalo se například o špatné kombinace fontu textu a jeho velikosti. Další nesrovnalosti se objevily například kvůli prioritě zobrazení vrstevnic, jelikož daný soubor pravidel nezohledňoval priority. Pro vrstevnice byla zvolena nižší priorita než pro ostatní prvky z důvodu výsledného vzhledu a přehlednosti mapy. Soubor pravidel pro atributovou kontrolu byl převzat z podkladů pro cvičení Výuka v terénu II a jeho nastavení odpovídalo výše zmiňované atributové tabulce a normě ČSN 01 3411.



Obr. 22 Výběr souboru pravidel pro atributovou kontrolu

### 7.2.1 Tvorba vrstevnic

Tvorba vrstevnic byla zahájena po skončení prací na polohopisu. Vrstevnicový plán byl vytvořen v software ATLAS DMT v. 4.70.4. Mimo vrstevnic zde můžeme tvořit například profily nebo digitální model terénu. Nabídka programu záleží na dostupnosti rozšiřujících modulů.

Při tvorbě vrstevnic je důležité si připravit typy hran ve výkresu, které mají vliv na modelaci terénu a tím taky na vrstevnice. V atlasu máme na výběr mezi povinnou, lomovou, lomovou přímou, ostrovní a ostrovní přímou hranou.

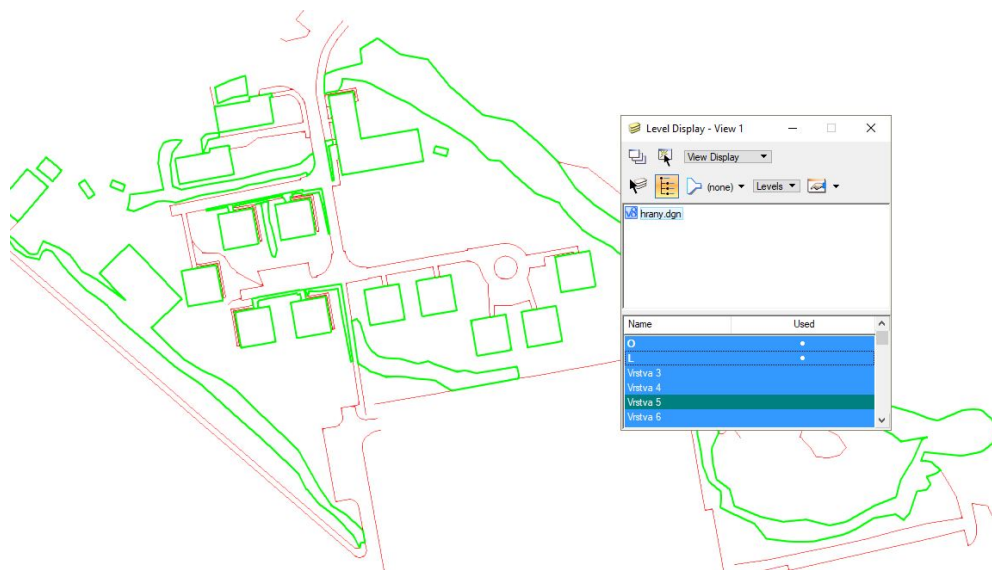
Výklad významu typů a priority hran dle Atlas DMT [15]:

- Povinná hrana: Spojnice dvou bodů, která nezpůsobuje změnu ve vyhlazení terénu. Terén se nad touto hranou stále vyhlazuje. Při zadání hřbetnic či údolnic, pro vyznačení polohopisné kresby nebo pro zlepšení tvaru trojúhelníků sítě DMT.
- Lomová hrana: Povinná spojnice, nad kterou při vytváření hladké plochy nedochází ve směru kolmém na spojnici k vyhlazení. Ve směru podélném se vyhlazuje. Je vhodná pro vyznačení terénních zlomů.

- Lomová přímá: Hrana, povinná spojnice, nad kterou při vytváření hladké plochy nedochází ve směru podélném ani kolmém na spojnici k vyhlazení. Jedná se o přímou prostorovou spojnicí dvou bodů. Využití je hlavně v označení umělých terénních útvarů.
- Ostrovní hrana: Hrana lomová a zároveň označuje okrajovou hranu oblasti, v níž se nebudou vyhodnocovat vrstevnice. Vrstevnice se nekreslí mezi hranicemi vodní hladiny, ve skalách, šrafovaných plochách a v měřítku 1:2000 a větším přes plochu stavebních objektů. [1]
- Ostrovní přímá: Hrana lomová přímá a zároveň označuje okrajovou hranu ostrova (oblasti).

Pro předpis spojnic byla použita ostrovní hrana a lomová hrana. V manuálu k programu Atlas DMT se uvádí, několik možností vstupu hran. Využita byla možnost importovat předpis hran pomocí souboru DXF, která se jevila jako časově nejúspornější. Z kopie hotové kresby byly smazány všechny prvky, které nebyly potřebné pro vytvoření předpisu hran. Pro ostrovní a lomové hrany byly založeny zvlášť vrstvy a do nich umístěny potřebné hrany, přičemž má být zachováno, že v jedné vrstvě musí být umístěn pouze jeden typ hran.

Jedna z dalších metod importu je výpis jednotlivých bodů do textového souboru nacházejících se v dané hraně, což by bylo ve vyhotovované mapě zdlouhavější vzhledem k množství podrobných bodů. Třetí možností je kresba hran během zpracování, kdy je potřeba jednotlivé podrobné body hran spojit podle čísel podrobných bodů.



Obr. 23 Ukázka hran před exportem do DXF

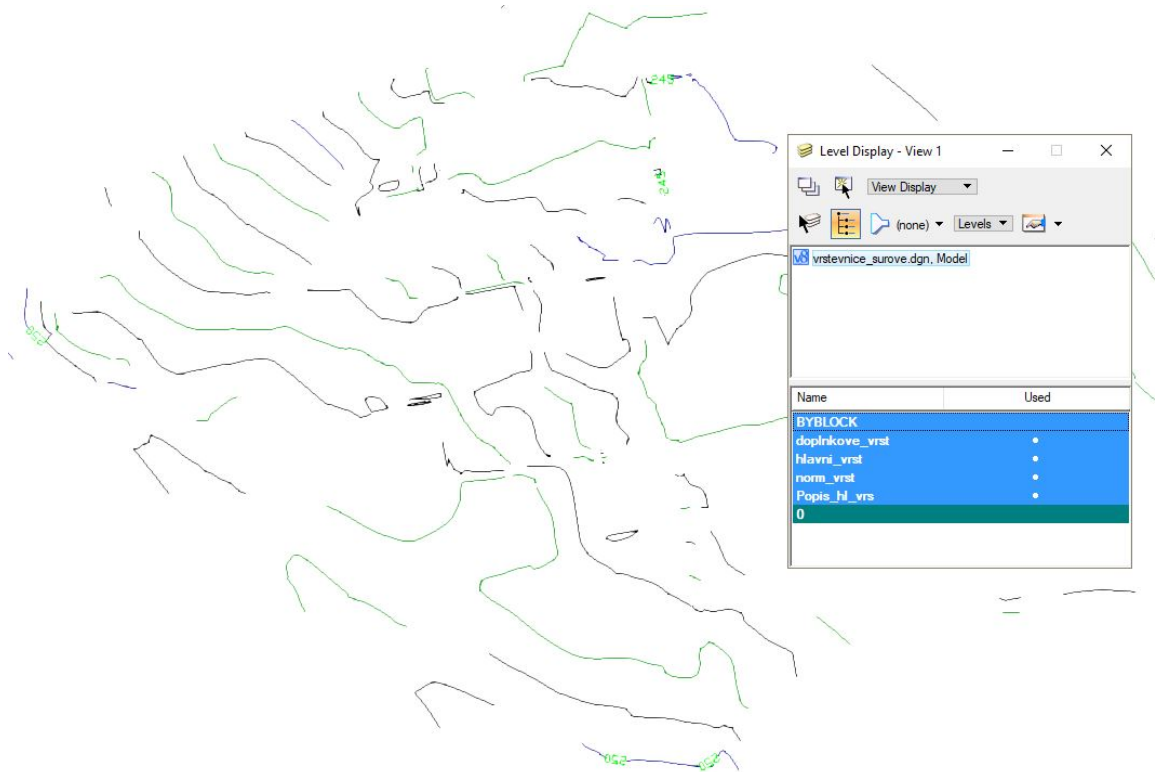
U ostrovních hran je potřeba dodržet, aby byly ve výkrese umístěny v jednom řetězci. Nejprve byl do programu Atlas DMT importován připravený textový soubor s vypočtenými body, ve kterém bylo potřeba editovat body, jejichž výška se nenachází v terénu. Editaci bodů lze provést buď přímo v programu, nebo v textovém editoru.

Po importu podrobných bodů s výškami byl importován připravený předpis spojnic a byla zahájena tvorba modelu terénu s následným výpočtem vrstevnic. Výstupem byly pracovní vrstevnice, z nichž byly zdůrazněné vrstevnice doplněny o popis v podobě kót.

Pokud je potřeba, tak pomocí okna vlastnosti modelu můžeme doplnit vrstevnice o poloviční nebo čtvrtinový interval vrstevnic základního intervalu. Atlas DMT načte z DXF i body, které mají nulovou výšku. Jde o body, které byly zaměřeny bez výšky nebo graficky zkonstruovány v CAD software. Například doplnění na přímku.

Vyhotovený vrstevnicový plán exportujeme ve formátu DXF pro další práci v programu Microstation.

Vyhotovený soubor s vrstevnicemi byl naimportován do software Microstation k vytvoření formátu dgn a nastavení vrstev a patřičných atribut. Poté bylo potřeba uložit vrstevnicový plán a naimportovat do již vytvořené účelové mapy. Vrstevnice se nikdy nevytvoří vzhledově dokonale, protože odpovídají vygenerovanému modelu terénu, proto je potřeba je následně upravit přímo v mapě a vyhladit jejich průběh.



Obr. 24 Původní vygenerované vrstevnice před úpravou

## 8. Ověření přesnosti výsledků tvorby mapy

K ověření přesnosti můžeme přistoupit při současném měření mapy nebo po skončení všech prací. Nejdůležitější zásada, která má být dodržena, je splnění nezávislého měření. Tím se rozumí využití jiné technologie zaměření, nebo nového připojení do geometrického základu. Vybrané body musí být jednoznačně a opakovatelně identifikovatelné. Dále musí tvořit reprezentativní výběr a musí být vybrány z celého území nikoliv jednoho místa. [2]

Ověření přesnosti podrobných bodů mapy slouží k odhalení případných náhodných a systematických chyb. Ověření přesnosti bylo provedeno ve dnech 6. 2. a 9. 3. 2018 nezávislým zaměřením pomocí GNSS aparatury. Celkem bylo zaměřeno 109 identických bodů, čímž byl splněn požadavek na zaměření minimálně 100 bodů. Testování přesnosti proběhlo pro 3. třídu přesnosti dle normy ČSN 01 3411. Výsledné hodnoty z ověření přesnosti se nachází v příloze č. 4 této práce.

### 8.1 Testování polohové přesnosti podrobných bodů

K testování polohové přesnosti podrobných bodů bylo nutné nejprve vypočítat rozdíly souřadnic, kde  $X_m$  a  $Y_m$  jsou souřadnice podrobného bodu polohopisu a  $X_k$  a  $Y_k$  jsou souřadnice z kontrolního měření daného bodu.

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

Dosažení stanovené třídy přesnosti se otestovalo pomocí výběrové směrodatné odchylky  $S_{XY}$ :

$$S_{XY} = \sqrt{0,5(S_X^2 + S_Y^2)}$$

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta X_{j=1}^2}, S_Y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta Y_{j=1}^2}$$

Kde  $N$  je rozsah souboru kontrolního měření a  $S_X$  a  $S_Y$  jsou směrodatné odchylky jednotlivých souřadnic. Hodnota koeficientu  $k$  je rovna 2, protože kontrolní měření má stejnou přesnost jako metoda měření polohopisu.

Přesnost určení souřadnic byla prohlášena za vyhovující, protože byly splněny tyto podmínky:

- a) polohové odchylky  $\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$  vyhovují kritériu  $|\Delta p| \leq 1,7u_{XY}$
- b) odchylka  $S_{XY}$  vyhovuje kritériu  $S_{XY} \leq \omega_{2N}u_{XY}$ , kde  $u_{XY} = 0,14$  m.

Pro výběr podrobných bodů o rozsahu  $N$  od 100 do 300 a volbě hladiny významnosti  $\alpha = 5\%$ , má koeficient  $\omega_{2N}$  hodnotu 1,1. [2]

## 8.2 Testování přesnosti výšek podrobných bodů

K testování přesnosti výšek podrobných bodů polohopisu byly vypočteny rozdíly výšek  $\Delta H = H_m - H_k$ , kde  $m$  značí původní měřenou výšku a  $k$  značí výšku z kontrolního měření.

Dosažení stanovené třídy přesnosti se otestovalo pomocí výběrové směrodatné výškové odchylky  $S_H$ .

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta H_{j=1}^2}$$

Kde  $N$  je rozsah souboru kontrolního měření a hodnota koeficientu  $k$  je rovna 2, protože kontrolní měření má stejnou přesnost jako metoda měření polohopisu.

Přesnost určení výšek byla prohlášena za vyhovující, protože byly splněny tyto podmínky:

- a) hodnoty rozdílů výšek  $\Delta H$  vyhovují kritériu  $|\Delta H| \leq 2u_H \cdot \sqrt{k}$
- b) odchylka  $S_H$ , vyhovuje kritériu  $S_H \leq \omega_N \cdot u_H$  pro výšky ve zpevněném terénu.  
 $S_H \leq 3\omega_N \cdot u_H$  v nezpevněném terénu a  $S_H \leq \omega_N \cdot u_V$  pro výšky určené z vrstevnic.

Kde  $U_H = 0,12$  m a  $U_V = 0,50$  m. Hodnota koeficientu  $k$  je rovna 2. Pro výběr podrobných bodů o rozsahu  $N$  od 80 do 500 a volbě hladiny významnosti  $\alpha = 5$  %, má koeficient  $\omega_N$  hodnotu 1,1. [2]

## 9. Závěr

Cílem této práce bylo vyhotovení účelové mapy na podkladě tachymetrického měření v zadané lokalitě.

Výstupem měření výškopisu a polohopisu v areálu SOS dětské vesničky Brno je účelová mapa v měřítku 1:500 ve formátu 820 mm x 420 mm, vyhotovená podle normy ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky, a k ní vyhotovené další náležitosti v podobě protokolů měření, zápisníků, seznamu bodů, náčrtu měřické sítě a technické zprávy.

Přesnost zaměření podrobných bodů byla otestována dle normy ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy, výběrem identických bodů v celkovém počtu 109. Tyto body byly vybrány z celého areálu, tak aby byly jednoznačně identifikovatelné a bylo možné opakovat jejich zaměření nezávisle pomocí metody RTK. Výsledky ověření jak polohové, tak výškové přesnosti vybraných bodů, jsou jedny z příloh této závěrečné práce. Při vyhotovení mapy byly splněny všechny požadavky na její tvorbu.

Vyhotovená účelová mapa již částečně splnila svůj účel, protože vedení SOS vesničky získalo přehled o spravovaném území, ve kterém neznalo průběh hranic tohoto území, který je důležitý například při péči o zeleň.

Dle mého názoru by se dala v budoucnu tato účelová mapa doplnit o průběh podzemních inženýrských sítí, čímž by se zvýšil její informační potenciál a stala by se více kompletní technickou mapou areálu.

## 10. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN 01 3411. *Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. 1990. Praha: Vydavatelství norem, 1990.
- [2] ČSN 01 3410. *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [3] *Kdo jsou SOS dětské vesničky – SOS dětské vesničky* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://www.sos-vesnicky.cz/o-sdruzeni/>
- [4] *SOS dětská vesnička Medlánky - SOS dětské vesničky* [online]. [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <http://www.sos-vesnicky.cz/nase-cinnost/sos-detske-vesnicky/medlanky/>
- [5] *Slovník VÚGTK* [online]. c2005-2018 [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: [https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova\\_verze=&tid=4590&l=tachymetrie](https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=4590&l=tachymetrie)
- [6] *Slovník VÚGTK* [online]. c2005-2018 [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: [https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova\\_verze=&tid=4967&l=nitkova-tachymetrie](https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=4967&l=nitkova-tachymetrie)
- [7] *Tacheometry and Advantages of Tacheometric Surveying - Civil Snapshot* [online]. 2018 [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <https://civilsnapshot.com/tacheometry-advantages-tacheometric-surveying/>
- [8] ČESKO. Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. c2010-2018 [cit. 2018-03-20] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-31/zneni-20170901>
- [9] BUREŠ, Jiří, Radim KRATOCHVÍL, Otakar ŠVÁBENSKÝ a Josef WEIGEL. *Družicové metody v geodézii: Testování metody RTK na VUT v Brně*. str. 87 - 93. 2006. Brno: Econ Publishing, 2006. ISBN 80-864-3335-8. Dostupné také z: [http://tubo.fce.vutbr.cz/new/souboryPublikace/Bures\\_Kratochvil\\_Svabensky\\_Weigel\\_semGPS06\\_def.pdf](http://tubo.fce.vutbr.cz/new/souboryPublikace/Bures_Kratochvil_Svabensky_Weigel_semGPS06_def.pdf)
- [10] *CZEPOS ČÚZK: Informace o službách a produktech* [online]. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: [http://czepos.cuzk.cz/\\_servicesProducts.aspx](http://czepos.cuzk.cz/_servicesProducts.aspx)

- [11] TRIMBLE INC. a GEOTRONICS PRAHA, S.R.O. *Technický popis: Totální stanice Trimble M3*. [online]. c2005-2014. [cit. 2018-02- 19].  
Dostupné z: [http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE\\_TrimbleM3\\_DS\\_A4\\_0414\\_LR-00000002.pdf](http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf)
- [12] TRIMBLE INC. a GEOTRONICS PRAHA, S.R.O. *Technický popis: Trimble R4 GNSS systém*. [online]. c2009-2013. [cit. 2018-02- 19].  
Dostupné z: [http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/CZE\\_TrimbleR4GNSS\\_DS.pdf](http://www.geotronics.sk/wp-content/uploads/2014/10/CZE_TrimbleR4GNSS_DS.pdf)
- [13] SEHNAL, Jan a GEOLINE, SPOL. S R.O. *Groma - Demonstrační data. Groma - Geodetický software* [online]. c2017 [cit. 2018-03-22].  
Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/demodata>
- [14] SEHNAL, Jan a GEOLINE, SPOL. S R.O. *Elektronické příručky: Groma - uživatelská příručka* [online]. Verze 12. [cit. 2018-03-21].  
Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/manuals>
- [15] ATLAS SPOL. S R.O. *Manuál - Atlas DMT* [online]. Verze 7.0. 2015 [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.atlasltd.cz/manualy.html>
- [16] *Základní mapy ČR (WMTS)* [online]. c2018 [cit. 2018-04-14].  
Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [17] TRIMBLE INC. *Trimble - Transforming the Way the World Works: General Survey Help* [online]. 2017 [cit. 2018-03-16].  
Dostupné z: <http://apps.trimbleaccess.com/help/en/TrimbleAccess=2017.11>. Dokumentace Trimble Acces
- [18] *Rychlý manuál pro uživatele Trimble Access v totálních stanicích*. Verze 2018. 2015, 11 s. Dostupné také z: [http://www2.zf.jcu.cz/~hanek00/PDF/Trimble\\_M3\\_Cesky.pdf](http://www2.zf.jcu.cz/~hanek00/PDF/Trimble_M3_Cesky.pdf)
- [19] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Alexej VITULA a Jiří BUREŠ. *Inženýrská geodézie I: Základy inženýrské geodézie*. Brno: Vysoké učení technické, 2006, 102 s. Studijní opory.
- [20] *Brněnské komunikace a.s.* [online]. Brno [cit. 2018-05-02].  
Dostupné z: <https://www.bkom.cz/>

## 11. Seznam použitých zkratek

Bpv	Výškový systém Baltský - po vyrovnání
ČSN	Česká státní norma
CZEPOS	Síť referenčních stanic ČÚZK
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
dgn	Formát výkresů produktů firmy Bentley Systems
DMT	Digitální model terénu
DXF	Drawing Exchange Format – vyvinutý firmou Autodesk
GNSS	Global Navigation Satellite System - globální družicový polohový systém
k. ú.	Katastrální území
NTRIP	Networked Transport of RTCM via Internet Protocol – komunikační protokol k distribuci korekcí
RINEX	Receiver Independent Exchange – formát souboru se surovými navigačními daty GNSS
RTK	Real Time Kinematics
S-JTSK	System jednotné trigonometrické sítě katastrální
txt	Formát textového souboru
ZMVM	Základní mapy velkých měřítek

## 12. Seznam obrázků

OBR. 1	SOS DĚTSKÁ VESNIČKA BRNO [ARCHIV SOS DĚTSKÉ VESNIČKY BRNO] .....	8
OBR. 2	LOKALIZACE SOS VESNIČKY V K. Ú MEDLÁNKY (MAPA ZM 50) [16] .....	10
OBR. 3	HRANICE AREÁLU SOS VESNIČKY [16] .....	10
OBR. 4	POHLED NA ŠACHTU PŘEPADU NÁDRŽE .....	11
OBR. 5	BUDOVÁNÍ KORYTA MEDLÁNECKÉHO POTOKA .....	11
OBR. 6	TRIMBLE M3 DR2 (STANOVISKO 4024) .....	14
OBR. 7	GNSS APARATURA TRIMBLE R4 .....	14
OBR. 8	SCHÉMA RAJÓNU S OSAMI S-JTSK .....	16
OBR. 9	TRIGONOMETRICKÉ URČENÍ VÝŠKY .....	17
OBR. 10	UKÁZKA JEDNODUCHÉHO NÁČRTU .....	20
OBR. 11	SCHÉMA POMOCNÉ MĚŘICKÉ SÍTĚ .....	21
OBR. 12	POHLED OD VJEZDU DO VESNIČKY. VPRAVO BÍLÝ DŮM Č. P. 506/9 (ÚNOR 2018) .....	22
OBR. 13	VPRAVO DŮM FONDU LEPŠÍ VYHLÍDKY (SRPEN 2017).....	23
OBR. 14	POHLED NA DĚTSKÉ HŘIŠTĚ U ADMINISTRATIVNÍ BUDOVOY (ÚNOR 2018) .....	23
OBR. 15	ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA.....	24
OBR. 16	MĚŘENÍ NA STANOVISKU 4027 .....	25
OBR. 17	EXPORT MĚŘENÝCH DAT [18].....	26
OBR. 18	PROSTŘEDÍ GROMA V 12.0 .....	27
OBR. 19	KONTROLNÍ ZOBRAZENÍ POČÍTANÉHO STANOVISKA.....	28
OBR. 20	OKNO NABÍDKY ATRIBUTY ZOBRAZENÍ BODŮ A PROPOJENÍ GROMA A MICROSTATION .....	29
OBR. 21	MÍSTNÍ NABÍDKY V NADSTAVBĚ MGEO PŘI UMISŤOVÁNÍ MAPOVÝCH LISTŮ.....	30
OBR. 22	VÝBĚR SOUBORU PRAVIDEL PRO ATRIBUTOVOU KONTROLU.....	31
OBR. 23	UKÁZKA HRAN PŘED EXPORTEM DO DXF .....	32
OBR. 24	PŮVODNÍ VYGENEROVANÉ VRSTEVNICE PŘED ÚPRAVOU.....	33

## 13. Seznam tabulek

TAB. 1 VYBRANÉ TECHNICKÉ PARAMETRY TRIMBLE M3 DR2 [11].....	13
TAB. 2 VYBRANÉ TECHNICKÉ PARAMETRY TRIMBLE R4 [12] .....	14
TAB. 3 POUŽITÉ KÓDY PŘI MĚŘENÍ ÚČELOVÉ MAPY .....	19

## 14. Seznam příloh

- 1) Účelová mapa
- 2) Účelová mapa se zákresem mapy KN
- 3) Přehledný náčrt PMS
- 4) Měřická dokumentace (CD)
  - 01\_TZ.pdf
  - 02\_Přehledné náčrty
    - 03\_BP\_PMS.dgn
    - 03\_BP\_PMS.pdf
  - 03\_Zápisníky
    - 03\_ZAP.ZAP
  - 04\_Protokoly
    - 04.1\_pro.pdf
    - 04.2\_pro.pdf
    - 04.3\_pro.pdf
    - 04.4\_pro.pdf
    - 04.5\_pro.pdf
  - 05\_Seznamy\_souřadnic
    - 05.1\_YXH\_DB.txt
    - 05.2\_YXH\_NB.txt
  - 06\_Testování\_přesnosti
    - 06.1\_Overeni\_H.pdf
    - 06.2\_Overeni\_YX.pdf
    - 06.3\_pro.pdf
  - 07\_Body.dgn
  - 08\_Mapa.dgn
  - 08\_Mapa.pdf
  - 08\_Mapa\_KN.pdf