



**Vytvoření účelové mapy jako podklad pro projekt  
pozemkových úprav v katastrálním území Horní  
Dunajovice a Mikulovice**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Miloš Cibulka, Ph.D.

*Vypracoval:*  
Viktor Hájek



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Viktor Hájek**  
Studijní program: Zemědělská specializace  
Obor: Pozemkové úpravy a ochrana půdy  
Název tématu: **Vytvoření účelové mapy jako podklad pro projekt pozemkových úprav v katastrálním území Horní Dunajovice a Mikulovice**  
Rozsah práce: min. 35 stran

Zásady pro vypracování:

1. Vyhledání a studium odborné literatury týkající se tématu práce, příprava měřických podkladů.
2. Návrh, tvorba a zaměření podrobného polohového bodového pole v dané lokalitě.
3. Vlastní polohopisné a výškopisné zaměření stanovené lokality.
4. Početní a grafické zpracování naměřených dat pomocí dostupného výpočetního a grafického software.
5. Vyhotovení účelové mapy ve stanoveném měřítku pro potřeby projektování pozemkových úprav.
6. Doporučená osnova závěrečné práce: 1) Úvod, 2) Cíl práce, 3) Literární přehled, 4) Metodika a materiál, 5) Výsledky a diskuse, 6) Závěr.



Seznam odborné literatury:


1. VIŠŇOVSKÝ, P. – ČIHAL, A. *Geodézia a fotogrametria*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1985. 546 s.
2. DOUŠEK, F. – MATĚJÍK, M. *Geodézie*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. 310 s. 2178. ISBN 80-7157-913-0.
3. VIŠŇOVSKÝ, P. – FAUSEK, L. – ŠTEINER, F. *Geodézie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1967. 569 s.
4. Metodický návod pro zřizování, určování a vyhledávání bodů podrobného polohového bodového pole, č.j. 984 128 MN – 1/85, Praha, ČUGK, 1997.
5. ČSN 01 3410, Mapy velkých měřítek-Základní a účelové mapy
6. Dumbrovský, M.: Pozemkové úpravy, Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2004. ISBN 80-214-2668-3.
7. MAŠÍN, Z. a kol.: Geodézie II. Praha: Kartografie, 1979. 360 s.
8. MAŠÍN, Z.: Geodézie I. 2.vyd. Praha: Kartografie, 1978. 380 s.
9. Vyhláška č. 545/2002 Sb., o postupu při provádění pozemkových úprav a náležitostech návrhu pozemkových úprav, ve znění pozdějších předpisů.
10. Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů.

Datum zadání bakalářské práce: listopad 2014


Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2016

  
**Viktor Hájek**  
Autor práce



  
**Ing. Miloš Cibulka, Ph.D.**  
Vedoucí práce

  
**doc. Ing. Martin Klimánek, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu

  
**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Vytvoření účelové mapy jako podklad pro projekt pozemkových úprav v katastrálním území Horní Dunajovice a Mikulovice vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis



**Poděkování:**

Touto cestou bych rád poděkoval svému vedoucímu Ing. Milošovi Cibulkovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky k této bakalářské práci. Dále bych chtěl poděkovat kolegům, a to především Janovi Soldanovi a Bc. Vítovi Krytinářovi, za spolupráci při měření. A v neposlední řadě děkuji také své rodině za umožnění studia na vysoké škole.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá vytvořením účelové mapy jako podkladu pro projekt pozemkových úprav. Zájmová lokalita se nachází na rozhraní katastrálních území Horní Dunajovice a Mikulovice. Jedná se o zaměření výškopisu a polohopisu s důrazem na přesné vystižení terénu, zaměření násypové hráze a potoku Křepička. Práce popisuje konkrétní kroky pro tvorbu účelové mapy v měřítku 1 : 500, souřadicovém systému S - JTSK a výškovém systému Baltický – po vyrovnání (Bpv), dle ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek.

## **Klíčová slova**

GNSS, Baltický - po vyrovnání, tachymetrie, účelová mapa, S - JTSK,

## **Abstract**

Bachelor thesis deals with creating thematic map, basic documentation for land consolidation. Measured locality is situated between two cadastral areas, Horní Dunajovice and Mikulovice. The purpose of this thesis is altimetric and planimetric surveying, very accurate measuring of terrain, measuring fill dam and measuring of brook called Křepička. Thesis describes elementary steps for creating thematic map for scale 1:500, coordinate system S – JTSK and Baltic Vertical Datum - After Adjustment (Bpv) according to standart ČSN 01 34 10 Maps of large scale.

## **Keywords**

GNSS, Baltic Vertical Datum - After Adjustment, tachometry, thematic map, S - JTSK

## OBSAH

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Popis a struktura lokality .....</b>	<b>11</b>
3.1	Současnost lokality.....	11
3.2	Klimatické poměry.....	12
3.3	Geomorfologické a geologické poměry .....	13
3.4	Hydrologické poměry.....	13
3.5	Fauna a flora .....	15
<b>4</b>	<b>Metody určování polohy .....</b>	<b>16</b>
4.1	Metoda polohového zaměření.....	16
4.1.1	Metoda rajón.....	16
4.1.2	Metoda RTK.....	17
4.2	Metody výškového zaměření .....	18
4.2.1	Elektronická tachymetrie .....	18
<b>5</b>	<b>Znázornění výškopisu .....</b>	<b>19</b>
5.1	Kóty.....	19
5.2	Vrstevnice.....	19
5.3	Technické šrafy .....	20
<b>6</b>	<b>Mapa a její dělení .....</b>	<b>21</b>
6.1	Účelová mapa.....	22
6.2	Druhy účelových map .....	23
<b>7</b>	<b>Přípravné práce .....</b>	<b>24</b>
7.1	Rekognoskace terénu.....	24
7.1.1	Rekognoskace polohového bodového pole .....	25
7.1.2	Rekognoskace výškového bodového pole .....	26
7.2	Volba přístrojů .....	26
7.2.1	Totální stanice a její příslušenství.....	26
7.2.2	GNSS .....	27
<b>8</b>	<b>Měřické práce .....</b>	<b>28</b>
8.1	Vytvoření pomocné měřické sítě (PMS) .....	28
8.1.1	Stabilizace pomocných stanovisek .....	29
8.2	Podrobné měření .....	29
8.2.1	Měřický náčrt .....	30
<b>9</b>	<b>Zpracování naměřených dat .....</b>	<b>31</b>
9.1	Výpočet souřadnic pomocných měřických bodů .....	31

9.3	Testování přesností podrobných bodů.....	33
9.3.1	Testování přesnosti polohopisné složky.....	33
9.3.2	Testování přesnosti výškové složky.....	34
9.3.3	Zhodnocení dosažené přesnosti.....	35
<b>10</b>	<b>Grafické zpracování .....</b>	<b>36</b>
10.1	Tvorba vrstevnic .....	36
10.2	Tvorba mapy .....	37
<b>11</b>	<b>Diskuze a výsledky .....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>43</b>
<b>14</b>	<b>Seznam použitých obrázků a tabulek .....</b>	<b>44</b>
14.1	Seznam použitých obrázků.....	44
14.2	Seznam tabulek .....	44
<b>15</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>45</b>

# 1 ÚVOD

Pozemkové úpravy dle předpisu č. 139/2002 Sb. lze chápat, jako nástroj pro prostorové a funkční uspořádání pozemků, které se scelují nebo dělí a zabezpečuje se jimi přístupnost, použití pozemků a vyrovnání hranic tak, aby vznikly podmínky pro racionální hospodaření vlastníků půdy. Na základě takto vytvořených podmínek se zajišťuje zlepšení kvality života ve venkovských oblastech, diverzifikace hospodářské činnosti, zlepšování konkurenceschopnosti zemědělství, zlepšení životního prostředí, ochrana a zúrodnění půdního fondu, zvýšení ekologické stability krajiny, vodní hospodářství zejména v oblasti snižování nepříznivých účinků povodní a řešení odtokových poměrů v krajině ([www.zakonyprolidi.cz](http://www.zakonyprolidi.cz), 2002).

Téma bakalářské práce „Vytvoření účelové mapy jako podklad pro projekt pozemkových úprav v katastrálním území Horní Dunajovice a Mikulovice“ bylo zvoleno z důvodu hlubšího porozumění pozemkovým úpravám (PÚ). Závěrečná práce je postavena na třech základních částech, a to na popisu struktury lokality, teoretické části a tvorbě účelové mapy zájmové lokality. V první části je popsána lokalizace zájmové oblasti a struktura lokality, která je důležitá pro další kroky v PÚ. Ve druhé teoretické části jsou popsány konkrétní metody získání prostorových souřadnic, jak podrobných bodů, tak i pomocných měřických stanovisek. Dále je zde uvedeno dělení map s definicí účelové mapy. Třetí a poslední praktická část se zabývá měřickými a kancelářskými pracemi, kde je uveden popis od rekognoskace terénu a bodového pole, přes výběr měřických pomůcek, měření v terénu, zpracování dat, až po samotné vyhotovení účelové mapy.



## 2 CÍL PRÁCE

Cílem závěrečné práce je terénní průzkum a geodetické zaměření vybrané lokality u obce Horní Dunajovice v okrese Znojmo a především vytvoření účelové mapy pro potřeby zpracování pozemkových úprav. Předmětem měření je polohopisné a výškopisné zaměření území, s důrazem na vystižení terénu a zaměření všech souvisejících objektů tak, aby mohl být vytvořen projekt pro pozemkové úpravy.

Výsledkem této bakalářské práce je účelová mapa vyhotovena v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a výškovém systému baltském – po vyrovnání (Bpv) v měřítku 1 : 500. Přesnost určovaných bodů je dána ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek.

### 3 POPIS A STRUKTURA LOKALITY

#### 3.1 Současnost lokality

Daná lokalita se nachází asi 19 km severovýchodně od města Znojma, v okrese Znojmo v Jihomoravském kraji. Při posledním sčítání lidu k datu 1. 1. 2015 bylo v obci s trvalým bydlištěm celkem 614 obyvatel ([www.vdb.czso.cz](http://www.vdb.czso.cz)). Průměrná nadmořská výška obce je 237 m n. m. Obec Horní Dunajovice se dělí na dvě katastrální území, a to na katastrální území Domčice a katastrální území Horní Dunajovice s celkovou rozlohou 1008 ha (viz *Obr. č. 1 Katastrální území*). Obec s rozšířenou působností je pro obec město Znojmo ([www.hornidunajovice.cz](http://www.hornidunajovice.cz)).



**Obr. č. 1** Katastrální území (<https://geoportal.gov.cz>)

Zaměřovaná lokalita se nachází v katastrálním území Horní Dunajovice přibližně 4 km severozápadně od centra obce. Celková výměra mapovaného území má 11,5 ha. Nachází se na styku třech katastrálních území Mikulovic, Višňové a Horních Dunajovic. Další podrobnosti o lokalitě v kapitole *6.1 Rekognoskace terénu*.

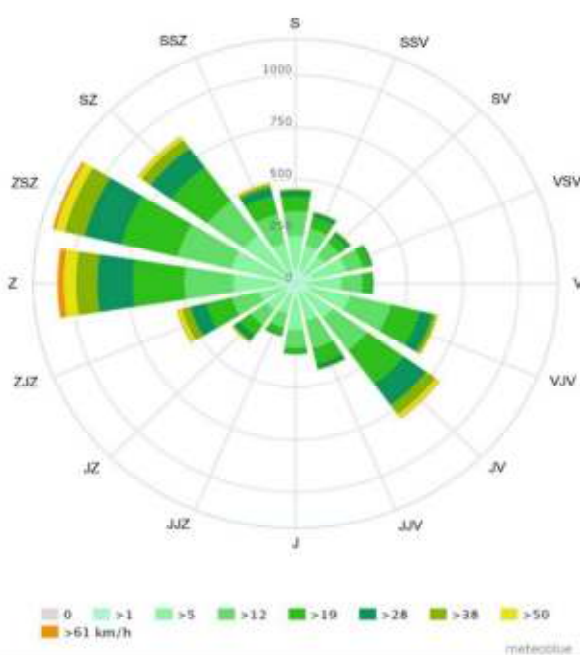
### 3.2 Klimatické poměry

Podle klimatické klasifikace Quitta spadá k.ú. Horních Dunajovic do dvou klimatických oblastí do teplé oblasti T2 a mírně teplé MT11 (QUITT, 1971). Mírně teplá oblast se nachází na většině území. **Tab. č. 1** Charakteristiky pro klimatické oblasti

Oproti tomu teplá oblast se vyskytuje pouze v jihovýchodním rohu katastrálního území. Pro oblast T2 je typické teplé, suché a dlouhé léto, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem. Zima je krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky (www.skrener.cz). Charakteristika oblasti MT 11 je v podstatě stejná jako u oblasti T2. Konkrétní specifikace klimatických oblastí jsou rozepsány v tabulce č. 1.

Charakteristika	Klimatická oblast T2	Klimatická oblast MT11
Počet letních dnů	50 – 60	40–50
Počet dnů s průměrnou teplotou > 10°C	160 – 170	140–180
Počet mrazových dnů	100 – 110	110–130
Počet ledových dnů	30 – 40	30–40
Průměrná teplota v lednu v °C	-2 až -3	-2 až -4
Průměrná teplota v červenci v °C	18 – 19	17–18
Průměrná teplota v dubnu v °C	8 – 9	7 – 8
Průměrná teplota v říjnu v °C	7 – 9	7–8
Průměrný počet dnů se srážkami > 1mm	90 – 100	60 – 100
Srážkový úhrn ve vegetačním období v mm	350 – 400	350 – 450
Srážkový úhrn v zimním období v mm	200 – 300	200 – 250
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50	50 – 60
Počet dnů zamračených	120 – 140	120 – 150
Počet dnů jasných	40 – 50	40 – 50

Další klimatické poměry můžeme posoudit z větrné růžice pro okres Znojmo, která udává sílu větru v km/h a počet hodin v roce odkud vítr fouká. Dle obrázku č.2 můžeme zjistit, že nejvíce hodin za rok foukalo od ZSZ, a to 1118 hodin. Oproti tomu od východu dosahoval vítr nejmenších hodnot. Větrná růžice vychází z průměrných dat za dobu 30 let od roku 1985 (www.meteoblue.com, 2014).



**Obr. č. 2** Větrná růžice (www.meteoblue.com)

### 3.3 Geomorfologické a geologické poměry

Zájmová oblast spadá do Lechovického bioregionu, který spadá do okrsku Výrovická pahorkatina do podcelku Znojemská pahorkatina, celku Jevišovická pahorkatina, oblasti Českomoravská vrchovina, subprovincie Česko-moravská soustava, provincie Česká vysočina v systému Hercinském (CULEK, 1996).

Přímo v okolí Horních Dunajovic se z hornin nejčastěji vyskytují ortorula, svor, méně potom pararula, amfibolit, migmatit, krystalický a dolomitický vápenec. Podél potoků a vodních ploch se nachází hlinité, písčité a štěrkové sedimenty (CULEK, 1996).

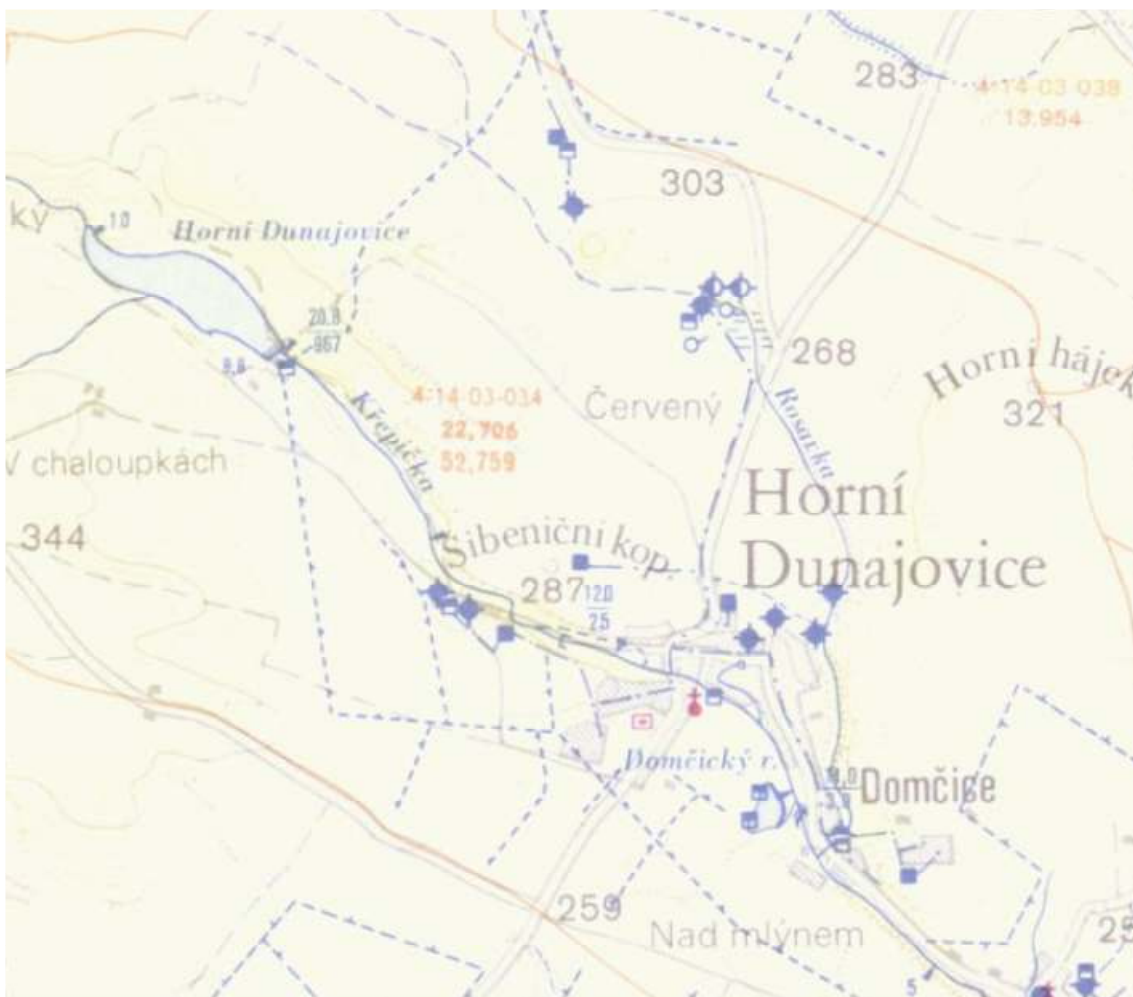
Území je tvořeno členitou pahorkatinou, utvořenou činností vodních toků Křepičky a Rosávka, které převedly terén do podoby strmějších oddělených kopců. Směrem od toku se reliéf krajiny mění a jeho výšková členitost se snižuje. Na nejvzdálenějších místech od toků lze nalézt zachovalé zbytky zarovnaných povrchů. Reliéf má výškovou členitost nejčastěji okolo 200 – 300 m, zarovnanější části území mají asi 250 m. Nejvyšším bodem území je vrchol Horní Hájek 321 m.n.m. V katastru Dunajovic je nejvyšší vrchol Šibeniční kopec 287 m.n.m, nejnižším místem katastrálního území je v jeho jihovýchodním cípu koryto potoka nedosahující výšky 210 m.n.m. (CULEK, 1996).

### 3.4 Hydrologické poměry

Zájmová lokalita se nachází v povodí Jevišovky s označením hydrologického pořadí 4 – 14 – 03 – 009 s celkovou plochou 140,17 km<sup>2</sup>. Do povodí spadají potoky Rosávka, která pramení v severní části katastru a ústí do potoka Křepičky, ten dále ústí s průtokem 0,07 m<sup>3</sup>/s do řeky Jevišovka. Křepička protéká přes měřenou lokalitu a je na ní vybudována zavlažovací nádrž. Vodní nádrž má celkovou rozlohu 28 ha a reguluje tok potoka. Vodní toky se vyznačují kolísajícím vodním režimem. Toky mají přirozené meandrující koryto s břehovými porosty. Vyjímku tvoří část toku u výpustě z nadrž, kde je koryto narovnáno a jeho dno vybetonováno. Průtok dosahuje maxima v jarních měsících a minima pak na podzim (<http://www.daniz.cz>, 2005).

Uvedené území je extrémně suché a koncem léta trpí vodní toky nedostatkem vody. V suchých letech mohou potoky i na delší dobu zcela vysychat. Díky tomu byla na Křepičce provedena revitalizační opatření spočívající ve vybudování nádržky malého

průtočného rybníku. Cílem rybníku bylo opatření pro obnovu rybí populace, zajištění ochrany ryb před jejich splachováním v době povodní, přežití v době extrémně nízkých průtoků a při promrznutí toku, obnova vegetace na břehu a zvýšení estetické úrovně toku (<http://www.daniz.cz>, 2005).



**Obr. č. 3** Vodohospodářská mapa (<https://geoportal.gov.cz>)

Dále jsou na území vybudovány zdroje pitné vody v hydrogeologickém rajónu 6540 krystalinikum v povodí Dyje. Jedná se o vrt HV303 o vydatnosti  $Q = 6,0$  l/s a vrt HV302 o vydatnosti  $Q = 1,10$  l/s. Jímaná voda z obou zdrojů se čerpá do vodojemu Horní Dunajovice o objemu  $2 \times 400$  m<sup>3</sup>, dále je voda distribuována gravitačně do této obce. Vrtky se nachází v prameništi v údolí potoka Rosavka (viz obrázek č. 5), který je chráněn ochranným pásmem stupně I ([www.gis.muznojmo.cz](http://www.gis.muznojmo.cz), 2012).



### 3.5 Fauna a flora

Potenciální vegetační pokryv oblasti je slabý. V okolí obce se nachází pouze invazivní monokultura trnovník akát (*Robinia acacia*). Flora je tvořena velkým množstvím fytochorotypů, mezi které patří např. sasanka hajní (*Anemonoides nemorosa*), ostřice prstnatá (*Carex Digitata*), čistec lesní (*Stachys sylvatica*), ptačinec hajní (*Stellaria nemorum*) a kostřava lesní (*Festuca altissima*). Je zde možné nalézt i teplomilnější druhy jako hvězdnice chlumní (*Aster amellus*) nebo modravec chocholatý (*leopoldia comosa*) (CULEK, 1996). Na Evropské významné lokalitě Šibeniční kopec se vyskytují také významné druhy rostlin, jako je např. ožanka hroznatá (*Teucrium botrys*), rozchodník bílý (*Sedum album*), kuřička štětinkatá (*Minuartia setacea*), v trávnicích česnek žlutý (*Allium flavum*), len tenkolistý (*Linum tenuifolium*), oman oko Kristovo (*Inula oculus-christi*), zvonek sibiřský (*Campanula sibirica*), sesel sivý (*Seseli osseum*), kavyl vláskovitý (*Stipa capillata*), kavyl Ivanův (*S. pennata*) a len tenkolistý (*Linum tenuifolium*) (www.nature.cz, 2006).

Zástupce fauny tvoří především druhy typické pro zkulturněné předhůří Českomoravské vrchoviny. Mezi významné druhy patří ježek východní (*Erinaceus concolor*). Méně početnou, ale zoogeograficky velmi významnou populaci tvoří ještěrky zelené (*Lacerta viridis*). Z ptáků se zde vyskytuje drop velký (*Otis tarda*) a lejsek malý (*Ficedula parva*). Zástupcem obojživelníků je v této lokalitě mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), z měkkýšů trojlaločka pyskatá (*Helicodonta obvoluta*) a z hmyzu kobylka (*Ephippiger ephippiger*) nebo modrásek (*Polymmatius coridon*). Tekoucí vody patří převážně do lipanového nebo pstruhového pásma. Tyto oblasti jsou však v dnešní době prakticky bez ryb (CULEK, 1996)

## 4 METODY URČOVÁNÍ POLOHY

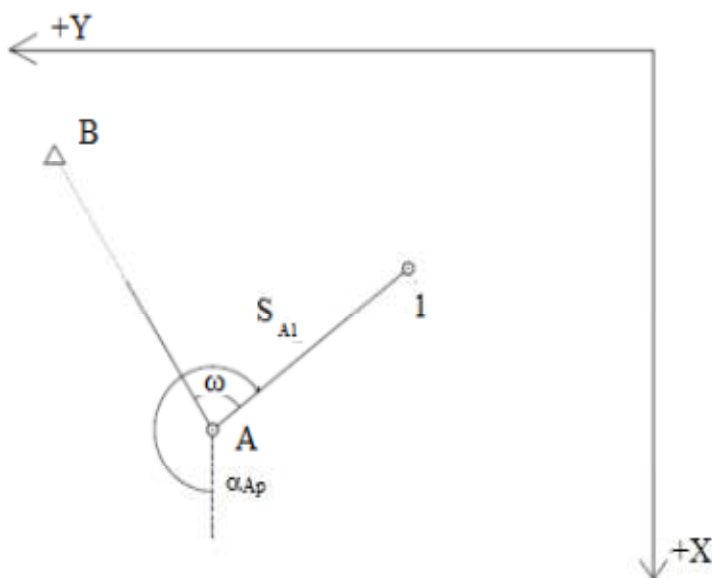
Tato kapitola je věnována teoretickému použití metod pro získání souřadnic a výšek bodů. Metody jsou popisovány chronologicky za sebou, tak jak byly použity v terénu. Nejdříve byla použita metoda rajón a Real Time Kinematic (RTK) pro určení polohy stanovisek. Podrobné body se určily pomocí metod RTK a elektronické tachymetrie.

### 4.1 Metoda polohového zaměření

Pro potřeby zaměření lokality byly vybrány metody rajón a RTK. Tyto metody byly zvoleny vzhledem k členitosti terénu, hustotě zalesnění a orientaci lokality. Dalším kritériem byla časová náročnost metody při měření.

#### 4.1.1 Metoda rajón

Pod pojmem rajón se rozumí orientovaná a délkově zaměřená spojnice daného a určovaného bodu. Při této metodě se vychází ze známého bodu A o souřadnicích  $[X_A, Y_A]$  a daného orientačního bodu B  $[X_B, Y_B]$ , ty jsou následně použity s úhlem  $\omega$  pro určení jižníku  $\alpha_{Ap}$ . Zprostředkujícími veličinami jsou měřená délka  $S_{A1}$  a měřené směry na daném bodě (NEVOSÁD & VITÁSEK, 2005).



Obr. č. 4 Princip metody rajón (vlastní)

Kritéria rajónu pro zaměření pomocných měřických bodů:

- délka rajónu může být maximálně 1000 m a přitom nejvýše o 1/3 větší než délka měřické přímky, na kterou je rajón připojen,
- délka nesmí být větší, než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu,
- přípustné jsou maximálně tři navazující rajóny s celkovou délkou 250 m (<http://www.cuzk.cz>, 2013).

#### **4.1.2 Metoda RTK**

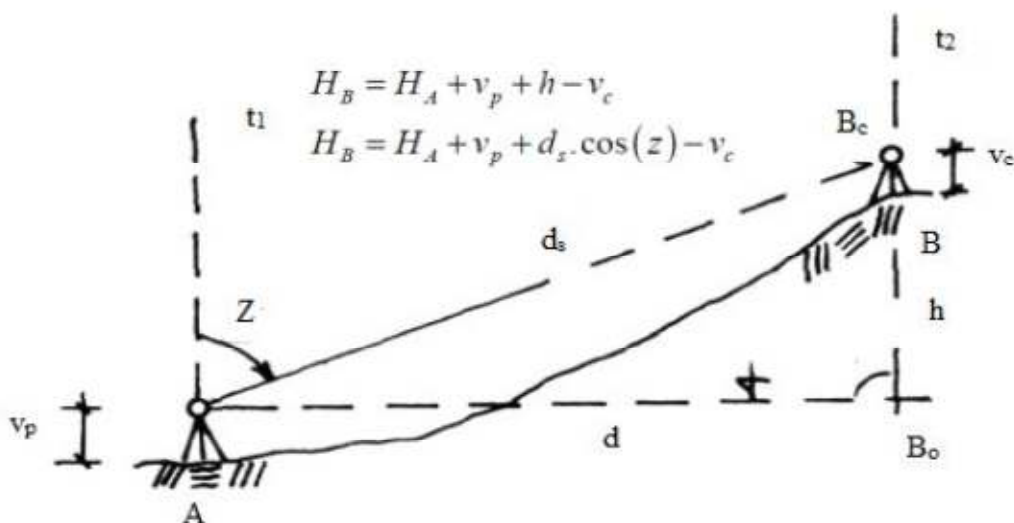
Metoda RTK je jednou z možností relativního určování polohy pomocí technologie GNSS při použití fázového měření. Její princip spočívá v tom, že na roveru (přijímači) se v reálném čase přijímají kromě vlastních dat ze satelitů také korekce nutné pro řešení ambiguit. Získání korekcí lze zjistit na základě vlastní báze nebo z permanentních stanic. U vlastní báze je známa správná a aktuální poloha. Díky tomu lze vypočítat v reálném čase korekce, které se posílají přes modem – rádio nebo GSM na rover. Výhodou této metody je bezplatný způsob použití, ale nevýhodou je měření se dvěma přijímači GNSS. Při použití permanentních referenčních stanic se posílají korekce klientům prostřednictvím NTRIP casteru. Tato služba může být zprostředkována přes sítě CZEPOS, TopNET a Trimble VRS Now Czech. Oproti předchozí metodě se využívá pouze jedna aparatura. V současnosti se jedná o nejrozšířenější metodu pro měření podrobných dat (LÁSKA et al, 2010).

## 4.2 Metody výškového zaměření

Metod pro výškové zaměření je v praxi nespočet, a proto se zaměřím pouze na metody použité při mapování této bakalářské práce, tj. elektronická tachymetrie. Pro určení souřadnic a výšek podrobných bodů byla použita tato metoda.

### 4.2.1 Elektronická tachymetrie

Elektronická tachymetrie se používá pro současné měření polohopisu a výškopisu nebo pro samotné doměření do polohopisného podkladu. Poloha podrobných bodů se určuje ze stanovisek pomocné sítě polárními souřadnicemi (vodorovný úhel a délka). Výška podrobných bodů je určována trigonometricky – z měřeného svislého úhlu a délky. Tato metoda je v praxi nejvyužívanější především při použití elektronických přístrojů, které registrují naměřená data a u kterých se také zavádějí automaticky fyzikální redukce (SOUKUP, 2004).



Obr. č. 5 Princip trigonometrického určení výšky (SOUKUP, 2004)

## 5 ZNÁZORNĚNÍ VÝŠKOPISU

Pro znázornění výškopisu v mapě se používá řada způsobů - bodové, liniové nebo plošné značky, popřípadě jejich kombinace. Mezi liniové značky patří vrstevnice a technické šrafy. V případě bodových značek jsou to buňky podle ČSN 01 3411. Tyto příklady jsou pro mapy velkých měřítek. U plošného znázornění lze uvést příklady jako stínování, tónování nebo sklonové šrafy. Toto znázornění se používá u map středních měřítek ([www.gis.fzp.ujep.cz](http://www.gis.fzp.ujep.cz)).

### 5.1 Kóty

Kóty se umísťují jak na význačných bodech terénu (vrcholové tvary, rozcestí, vchody do budov apod.), tak i na podrobných bodech v prostoru. Poskytují rychlou a přesnou informaci o výšce terénu, ale nevystihují celkový tvar reliéfu. ([moodle1x.fce.vutbr.cz](http://moodle1x.fce.vutbr.cz)). V mapě jsou uváděny absolutní nebo relativní výšky bodu. Absolutní výška bodu je svislá vzdálenost mezi skutečným horizontem a nulovou hladinovou plochou. Relativní výška je rovna rozdílu absolutních výšek obou bodů a je nazývána výškovým rozdílem. Kóty se využívají u terénních stupňů, příkopů a násypů (HUML & JAROSLAV, 2006).

### 5.2 Vrstevnice

Vrstevnice jsou obecné čáry spojující body o stejné nadmořské výšce, obrazy průniku vodorovných ploch vedených v určitých intervalech. Při volbě rozestupu vrstevnic je třeba respektovat sklonové poměry reliéfu tak, aby bylo zachováno pravidlo čitelnosti (rozstup v mezích 0,2 – 0,3 mm) (PLÁNKA, 2009). Základní představu o reliéfu terénu vytvářejí vrstevnice základní, zdůrazněné, doplňkové a pomocné. První zmiňovaný způsob se kreslí plnou, obvykle hnědou čarou, která je v základním intervalu. Pro tuto práci byl zvolen základní interval 1 m. Základní vrstevnice doplňují zdůrazněné, které se volí v pětinásobku základního intervalu a jsou po celé délce vykresleny silnější čarou. Pro představu o stoupání a klesání terénu jsou doplněny o příslušné kóty nadmořských výšek. Dále lze podrobněji vykreslit průběh terénu pomocí doplňkových vrstevnic, které se používají v polovičním nebo čtvrtinovém základním intervalu, a to z důvodu nedostatečného vystižení terénního reliéfu základními vrstevnicemi. Čtvrtou



a přitom poslední možností jsou pomocné vrstevnice, které slouží jen pro orientaci terénu a vystižení přibližného tvaru reliéfu. Tato možnost se používá v mapách středních a malých měřítek. Vrstevnice patří mezi nejužívanější metody interpretace výškopisu a v kombinaci s výškovými kótami dávají geometricky nejpřesnější vyjádření reliéfu terénu (HUML & JAROSLAV, 2006).

### **5.3 Technické šrafy**

V současných mapách velkých a středních měřítek se technické šrafy používají k vyjadřování úzkých, protáhlých, přírodních a umělých terénních útvarů vymezených hranou (zářezy, násypy, terasy). Znázorňují se pomocí střídaví delší a kratší čárky ve směru spádu a jsou nasazovány u nejvýše položené hrany. K technickým šrafám se obvykle připojují kóty relativního převýšení zobrazovaného terénního útvaru oproti okolnímu reliéfu terénu (PLÁNKA, 2009).

## 6 MAPA A JEJÍ DĚLENÍ

Mapa je zmenšený generalizovaný konvenční obraz Země, převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů, ukazující podle zvolených hledisek polohu, stav a vztahy přírodních, socioekonomických a technických objektů a jevů (HUML & JAROSLAV, 2006).

Mapy velkých měřítek se dělí podle čtyř základních hledisek:

### 1. Podle způsobu odvození

- a) Mapy původní – vznikají zpracováním dat, které se získávají přímým měřením v terénu.
- b) Mapy odvozené – vznikají na podkladě map původních, a to zpravidla v měřítkách menších než původní podklad.
- c) Mapy částečně odvozené – vznikají kombinací původních a odvozených map.

### 2. Podle měřítka

Technicko – inženýrské rozdělení:

- a) Mapy velkých měřítek do 1:5 000.
- b) Mapy středních měřítek od 1:10 000 – do 1: 200 000.
- c) Mapy malých měřítek od 200 000 a menší (KALVODA, 2010).

### 3. Podle kartografických vlastností

- a) Mapy konformní – poskytují výhodu, že úhel odměřený kdekoliv v mapě odpovídá úhlu naměřenému na odpovídajících bodech.
- b) Mapy ekvidistantní – odměřená délka z mapy je rovna délce z přímého měření z terénu po vynásobení měřítkovým koeficientem. Toto tvrzení platí pro předem definovaný směr.
- c) Mapy ekvivalentní – mají podobný charakter, jako mapy konformní a můžeme určit odpovídající výměry části zemského povrchu v kterémkoliv místě mapy.

- d) Mapy vyrovnávací - eliminují částečné zkreslení jednoho z prvků na úkor prvku jiného. Z kartometrického hlediska jsou tyto mapy málo používány.

#### 4. Podle obsahu mapy

- a) Mapy polohopisné – obsahují pouze polohopisnou složku např. DKM, ZMVM bez výškopisu.
- b) Mapy polohopisné a výškopisné – obsahují všechny základní prvky, a to polohopis, výškopis a popis. Příkladem jsou mapy: THM, ZMVM doplněné o výškopis.
- c) Mapy výškopisné – používají se hlavně jako příložené mapy k mapám polohopisným (HUML & JAROSLAV, 2006).

Další hlediska rozdělení map:

- Podle výsledné formy mapy: analogové, číselné, digitální
- Podle obsahu
  - Základní mapy - mapa se základním, všeobecně využitelným obsahem, stanoveným příslušným předpisem.
  - Účelové mapy- vzhledem k tomu, že tato mapa je součástí bakalářské práce, bude popsána v následující kapitole (KALVODA, 2010).

### 6.1 Účelová mapa

V závislosti na obsahu výsledné mapy se v kategorii velkoměřítkového mapování dělí mapová díla na mapy katastrální a účelové. Účelové mapy tvoří spolu s mapami tématickými kategorií map s nadstandartním obsahem oproti mapě katastrální. O mapách tématických se hovoří v případě speciálních map středních a malých měřítek. Tématické mapy jsou tématem, který přesahuje rámec mapování jako takového a zabývá se jim především kartografie. Mapami účelovými jsou vždy mapy velkých měřítek, které obsahují kromě základních prvků i další obsah podle účelu pro jaký vznikly. Používají se pro plánovací, projektové, provozní, evidenční, dokumentační a další účely (FIŠER & VONDRÁK, 2005).

## 6.2 Druhy účelových map

Účelové mapy vznikají přímým měřením, přepracováním nebo doměřením požadovaného obsahu do stávajících map. Polohopisným podkladem pro jejich tvorbu často bývá katastrální mapa (FIŠER & VONDRÁK, 2005).

Účelové mapy se dělí do tří kategorií:

1. Účelové mapy základního významu
  - Technická mapa města (TMM)
  - Základní mapa závodu (ZMZ)
  - Základní mapa dálnice (ZMD)
  - Základní mapa letiště (ZML)
  - Jednotná železniční mapa stanic a tratí ( JŽMST)
2. Účelové mapy podzemních prostor –
  - Mapy jeskyní a podzemních chodeb s výjimkou dolů, tunelů a objektů metra
3. Ostatní účelové mapy
  - Mapa sídliště
  - Mapy v lesním hospodářství
  - Mapové podklady pro projektování staveb
  - Mapa nemovitých kulturních památek (FIŠER & VONDRÁK, 2005).

## 7 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

V této kapitole jsou uvedeny všechny práce, které byly provedeny před samotným úkonem měření. Proces této práce je velmi důležitý, a to z důvodu možného ušetření a zkrácení času měření a vyhnutí se hrubých chyb v průběhu samotného měření.

### 7.1 Rekognoskace terénu

Prvním krokem byla samotná rekognoskace terénu, kde se posuzovala členitost terénu a možné terénní tvary. Dále byl stanoven předmět a rozsah měření. Hranice byly vytvořeny na základě přírodních a umělých linií s daným přesahem. Jak je ukázáno na obrázku č. 9, severní hranici tvoří těleso hráze, východní hranice je tvořena protékajícím potokem Křepička a západní je tvořena silnicí spojující přehradu a obec Horní Dunajovice. Jižní hranice byla stanovena podle sklonitosti terénu.



**Obr. č. 6** Zadaná lokalita ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz))

### 7.1.1 Rekognoskace polohového bodového pole

Rekognoskace České státní triangulační sítě proběhla za pomoci mobilní aplikace Mapy ČÚZK s připojením Long Term Evolution (LTE). Aplikace funguje na základě prohlížečské služby WMS a Web Map Service Tile (WMTS). Díky tomu má uživatel přístup nejenom k bodovým polím, ale také i ke katastru nemovitostí, archiváliím, leteckým měřickým snímkům, ortofotomapě a k základní bázi geografických dat (ZABAGED) (www.geoportal.cuzk.cz, 2015). V tomto případě byla použita možnost *Bodová pole*. Se součinností mobilní GPS mi aplikace umožnila najít hledané body s přesností lokalizace 4 m. K přesnějšímu dohledání bodu bylo použito digitálního místopisu, který opět nabízel aplikace v podobě *.pdf*. V následující tabulce č. 2 je uveden výsledek rekognoskace.

Hledané body byly většinou zarostlé náletovou dřevinou nebo schovány pod 10 cm substrátu. Z důvodu časové náročnosti obnovení viditelnosti mezi body byl využit pouze jediný bod.

**Tab. č. 2** Výsledek rekognoskace polohového bodového pole dne 15. 10. 2016

Číslo bodu	souřadnice v S-ITSK		výška Bpv	stabilizace	stav bodu	použití
	Y [m]	X [m]	Z [m]			
694398000000506	635 438,20	1 182 756,87	260,69	závrtný hranol	nenalezen	Ne
694398000000507	635 544,60	1 182 706,48	263,11	závrtný hranol	nalezen	Ne
642860000000511	635 219,03	1 182 739,94	249,49	plastový znak	nalezen	Ne
642860000000512	635 232,65	1 182 657,95	263,01	plastový znak	nalezen	Ne
642860000000513	635 500,66	1 182 760,27	263,41	plastový znak	nalezen	Ano
642860000000514	635 232,65	1 182 657,95	263,01	plastový znak	nelezen	Ne
642860000000515	635 344,96	1 182 755,79	255,52	plastový znak	nalezen	Ne



**Obr. č. 7** Ukázka stabilizace bodu 513 (vlastní)

### 7.1.2 Rekognoskace výškového bodového pole

Rekognoskace výškového bodového pole se uskutečnila stejnou metodou jako u polohového bodového pole, a to na základě mobilní aplikace. Při hledání bylo zjištěno, že nejbližší bod se nachází v obci Horní Dunajovice. Obec se nachází přibližně 3 km od měřeného území, a proto bylo stanoveno, že budou dostačující výšky z GNSS s kontrolou připojení na bod polohového podrobného bodového pole (PPBP). Výsledek rekognoskace je uveden v tabulce č. 3.

**Tab. č. 3** Výsledek rekognoskace výškového bodového pole dne 15. 10. 2016

Číslo bodu	souřadnice v S-JTSK		výška Bpv Z [m]	stabilizace	stav bodu	použití
	Y [m]	X [m]				
Og02-4	633 757	1 184 218	234,932	čepová	nalezen	Ne
Og02-2	633 240	1 184 721	236,604	čepová	nalezen	Ne

## 7.2 Volba přístrojů

Přístroje byly voleny tak, aby splňovaly požadavky pro třetí třídu přesnosti dle ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek, a přitom jejich použití bylo efektivní z pohledu času a kvality měření.

### 7.2.1 Totální stanice a její příslušenství

Pro podrobné zaměření lokality a rajónu byla vybrána totální stanice Topcon GPT - 3003N v.č. 4D0514. Jedná se o pulzní laserový dálkoměr, ve kterém je možnost nastavovat měřené jednotky a jejich odečítací přesnost. Dále je vybaven dvěma displeji o čtyřech řádcích, alfanumerickou klávesnicí a interní pamětí. Jako další příslušenství k totální stanici bylo použito trojpodstavcové soupravy s hliníkovými stativy, odrazného hranolu značky Topcon s kovovou teleskopickou výtyčkou a svinovacího metru pro určení výšky přístroje. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce č. 4.



**Obr. č. 8** Topcon GPT- 3003 N  
(vlastní)

**Tab. č. 4** Specifikace použité totální stanice

Parametry totální stanice TOPCON GTP 3003	
Zvětšení dalekohledu	30 x
Min. zaostření	1,3 m
Dosah dálkoměru na hranu	3000 m
Váha přístroje	5 kg
Přesnost měřených délek	3 mm+ 2 ppm
Přesnost měřených úhlů	10 <sup>cc</sup>



## 7.2.2 GNSS

Při měření technologií GNSS bylo použito přijímače Trimble R4 3. generace, v.č. 5329440578. Součástí aparatury byla dvoumetrová výtyčka s držákem pro kontroler Trimble TSC 2. Přenos informací a dat mezi přijímačem a kontrolerem zajišťovalo bezdrátové připojení bluetooth 4.0. Dalším příslušenstvím byla náhradní baterie a kabel pro export a import dat. Technické parametry použité aparatury jsou v tabulce č. 5.



**Obr. č. 9** *Trimble R4 – 3 (vlastní)*

**Tab. č. 5** *Parametry přijímače Trimble R4 (www.wds-us.com)*

Parametry přijímače Trimble R4 GNSS 3.generace	
Podporované systémy	GPS, GLONASS
Podpora RTK	Ano
Přesnost metody RTK v poloze	$\pm 8 \text{ mm} + 0,5 \text{ ppm RMS}$
Přesnost metody RTK ve výšce	$\pm 15 \text{ mm} + 0,5 \text{ ppm RMS}$



**Obr. č. 10** *Kontroler TSC 2 (vlastní)*



## 8 MĚŘICKÉ PRÁCE

Měřické práce probíhaly v období měsíce listopadu z důvodu konce vegetačního období. Tato doba byla volena kvůli měření protékajícího potoku, který bývá obklopen v letních měsících bujnou vegetací.

Před samostatným měřením byla v totální stanici nastavena konstanta hranolu, měřítkový koeficient (roven jedné), mód délek (nastaven na šikmou s přesností na hrubou) a mód úhlu na grády. Pro zavedení fyzikální korekce z měřených délek byla v přístroji nastavena teplota a tlak.

### 8.1 Vytvoření pomocné měřické sítě (PMS)

Při vytváření bodů PMS byl kladen důraz na jednoduchost určení bodů a viditelnosti PMB mezi sebou. Většina bodů byla proto měřena pomocí technologie GNSS, která umožňovala nejefektivnější vytvoření sítě. Pro měření stanovisek byla použita metoda RTK VRS s připojením k datovým službám od poskytovatele T-mobile a u permanentní stanice to byla síť CZEPOS. Měření na každém stanovisku probíhalo dvakrát s odstupem minimálně 1 hodiny, kvůli zajištění nezávislé kontroly souřadnic. Výhodou této metody je, že dokáže za pomoci modulu *zpřesněné globální transformace Trimble 2013, schválenou ČUZK* určit v reálném čase souřadnice v systému S-JTSK. Protokoly s přesností určení souřadnic jsou v příloze č. 3.4 *Protokoly*.



Obr. č. 11 Přehledka PMS (vlastní)

Jako další metoda pro zhuštění pomocné měřické sítě se využil rajón. Metodou byl určen bod, který se nacházel ve zmiňované části u potoka. Zde nemohlo být použito RTK, kvůli vysoké vegetaci. Bod byl označen jako 00014008 a orientoval se na body 00014007 a 00014006. Dále se síť připojila k PPBP, a to z důvodu ověření výšky u bodů určených RTK.

### **8.1.1 Stabilizace pomocných stanovisek**

Stanoviska PMS byly stabilizovány kovovým hřebem a dřevěným kolíkem. Dřevěný kolík byl použit na bodech 4001, 4003, 4004, 4005, 4006 4007 a 4008, které se nacházely na poli nebo na trvale zatravněném povrchu. Kolík byl zatlučen kladivem o hmotnosti 5 kg tak, aby jeho horní část byla 10 cm nad terénem. Hlava kolíku byla označena reflexní barvou a křížkem určující střed bodu. Stabilizace kovovým hřebem se použila na živičné vozovce, která vede přes těleso hráze. Hřeb byl zvýrazněn barvou a k němu bylo dopsáno číslo bodu 4002.

## **8.2 Podrobné měření**

Při podrobném měření se změřila hranice druhu pozemku a silniční a lesní cesty. Dále se měřily sloupy, pole, remízky a potok Křepička. Důraz byl kladen také na zaměření významných bodů výškopisu, které se nacházely na hranách a zlomech terénu. Tento postup byl zvolen pro co nejlepší vystižení průběh terénu. U technické budovy a budovy č.p. 235 nastal problém se vstupem na pozemek., a proto se po domluvě s vedoucím poloha určila graficky, viz kapitola 8 *Grafické zpracování*.

V zájmové lokalitě byly vytvořeny výběrové body kvůli ověření přesnosti měření a homogenity sítě. Body byly situovány v terénu tak, aby z každého stanoviska byl určen minimálně jeden bod a bylo možno jej zaměřit metodou jak RTK, tak i tachymetrií. Stabilizace byla řešena dřevěnými kolíky z důvodu absence jednoznačně identifikovatelných bodů.

### **8.2.1 Měřický náčrt**

V průběhu měřických prací se vedl náčrt v papírové formě na podkladě z vektorizovaného ortofoto snímku. Náčrt byl bez vztažného měřítka a byly zde značeny čísla významných bodů, jako jsou rohy budov, cestní síť, terénní hrany, skruže, šachty, šoupě, značky a přepad. Ostatní podrobné body na trvale travním porostu nebo poli se značily pouze v protokolu GNSS, a to kvůli nevýznamnosti sdělení informací v náčrtu. Další formou náčrtu byla vytvořena přehledka PMS, která je uvedena v příloze č. 2 Přehledka.

## 9 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Zpracování naměřených dat začalo stažením zápisníku z přístroje. Pro stažení dat z interní paměti přístroje byl použit software GEOMAN. Výstupem z programu byl textový soubor ve formátu Mapa2 s příponou *.zap* a soubor s přívlastkem *.srt*. Program také nabídl možnost nastavení korekcí jak z nadmořské výšky, tak i z kartografického zkreslení. Tato možnost nebyla využita z důvodu pozdějšího nastavení v programu Groma v 11.0.

Číslování podrobných a pomocných bodů bylo provedeno podle předpisu 357/2013 Sb. „Podrobný bod, pomocný měřický bod a pomocný bod pro výpočet se označují číslem a příslušností ke katastrálnímu území. Číslo bodu se skládá z čísla záznamu podrobného měření změn a vlastního čísla bodu. Podrobný bod má vlastní číslo v rozmezí 1 až 3999, pomocný bod má vlastní číslo od čísla 4001 včetně. Úplné číslo bodu je devítimístné, kde prvních pět číslic je číslo záznamu podrobného měření změn, poslední čtyři číslice jsou vlastním číslem bodu.“

### 9.1 Výpočet souřadnic pomocných měřických bodů

Výpočet podrobných bodů a rajónu probíhal v programu Groma v. 11.0. Než došlo k samotnému importu zápisníku ve formě Mapa 2, byla zavedena korekce z nadmořské výšky a kartografického zkreslení. Měřitkový koeficient byl počítán ze stanoviska 4002 (viz obrázek č. 12), který se nacházel ve středu zájmového území. Dalším krokem bylo nastavení importu, kde se upravil počet desetinných míst, jednotky a přesnosti totální stanice. V neposlední řadě proběhl samotný import zápisníku, který převedl šikmé délky na vodorovné.

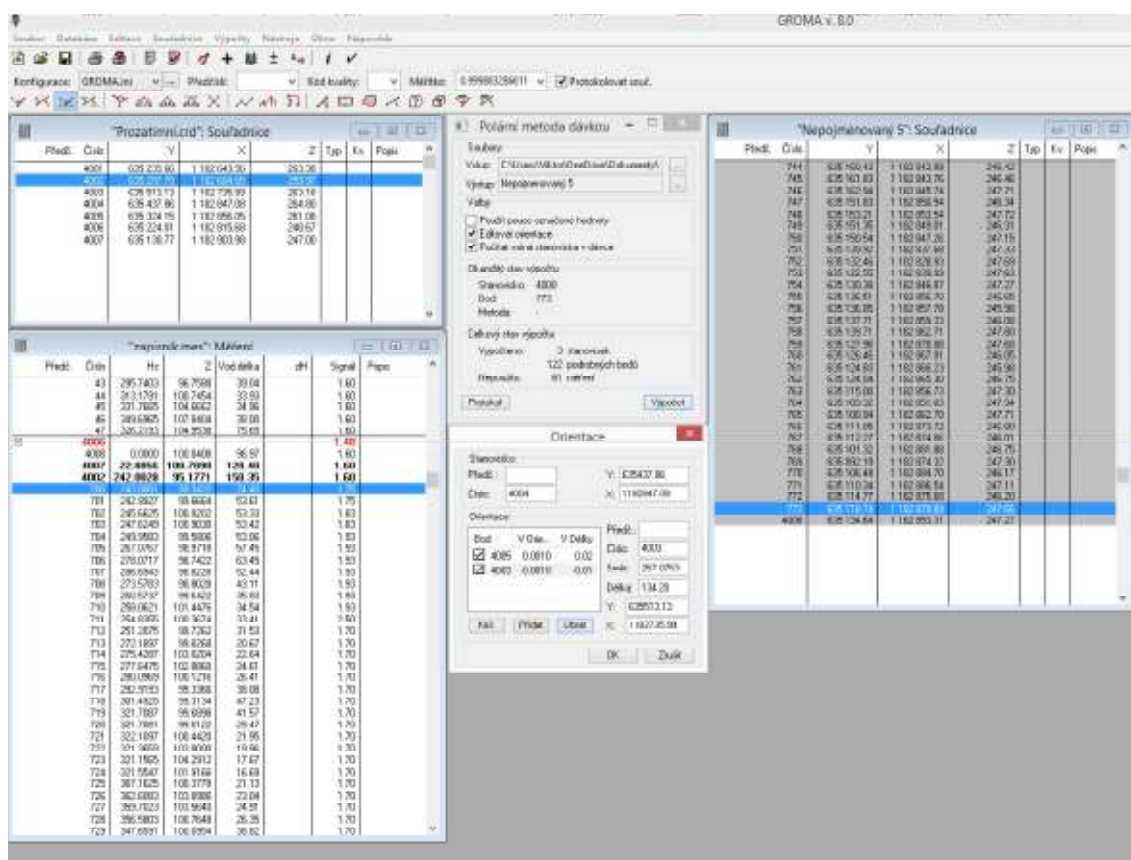
Pravouhlé souřadnice:	Polární souřadnice:
Y: 635297.750	Ro: 1342514.884 m
X: 1182684.650	Epsilon: 28.24317149 *
Z: 259.970	Kartografické souřadnice:
	Šířka: 78.10059036 *
	Délka: 28.82177718 *

Měřitkový koeficient:	
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava z kartografického zkreslení	0.999924025011
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava z nadmořské výšky:	0.999959258504
Výsledný měřitkový koeficient:	0.999883286611

Obr. č. 12 Měřitkový koeficient

Po importu zápisníku následovalo jeho zpracování kvůli měření orientací ve dvou polohách. K tomu byl použit nástroj *Zpracování zápisníku*. Následně byl nahrán seznam souřadnic PMS a PPBP. Ve funkci *Polární metoda dávkou* byl zvolen vstupní soubor zápisník PMS a jako výstupní soubor byl zvolen seznam souřadnic PB. Při výpočtu byly evidovány orientace jak z důvodu kontroly, tak i z důvodu výběru nejlepší kombinace směrů (viz obrázek č. 13). Výstup z toho výpočtu obsahoval 809 podrobných bodů a jeden pomocný bod 4008 (viz seznamy souřadnic č 3.1). Souřadnice PB byly spočítány v S- JTSK a výškovém systému Bpv. Protokoly z výpočtu souřadnic a výšek jsou uvedeny v příloze č. 3.4.



**Obr. č. 13** Prostředí v programu Groma v. 11.0 (vlastní)

Zpracování naměřených dat u metody RTK spočívalo ve výpočtu aritmetických průměrů souřadnic z dvojího nezávislého měření. K výpočtu souřadnic a výšek byl použit program Microsoft Excel. Protokol o výpočtu pomocných stanovisek je v příloze č. 3.1

### 9.3 Testování přesností podrobných bodů

Pomocí testovaných souřadnic a výšek výběrových bodů (VB) byla zajištěna přesnost měření, která splňovala kritérium 3. třídy přesnosti podle normy ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Test byl proveden na hladině významnosti  $\alpha = 5 \%$ . Rozsah reprezentativního výběru je stanoven počtem nejméně 100 bodů jak u výšek, tak i u souřadnic.

Podrobné body se pro ověření přesnosti vyberou tak, že:

- a) jsou jednoznačně identifikovatelné (ČSN 73 0401),
- b) tvoří reprezentativní výběr (ČSN 01 0215),
- c) jsou rozmístěny po celém území (ČSN 01 3410),
- d) nezahrnuje body, umístěné v bezprostřední blízkosti bodů bodového pole, které byly použity při tvorbě nebo údržbě (ČSN 01 3410).

Při mapování daného území bylo změřeno 809 podrobných bodů atestováno bylo 103 VB.

#### 9.3.1 Testování přesnosti polohopisné složky

Dosažení přesnosti souřadnic podrobných bodů bylo ověřeno nezávislým kontrolním zaměřením a výpočtem souřadnic výběru PB, a jejich porovnáním s výslednými souřadnicemi.

Při testování přesnosti souřadnic PB ( $x, y$ ) se vypočítají pro každý bod výběru souřadnicové rozdíly:

$$\Delta x = x_m - x_k, \quad \Delta y = y_m - y_k$$

kde:  $x_m$  a  $y_m$  jsou souřadnice získané z prvního podrobného měření

$x_k$  a  $y_k$  jsou souřadnice získané z druhého kontrolního zaměření.

Přesnost se testuje pomocí výběrové směrodatné souřadnicové odchylky  $s_{x,y}$ :

$$s_{x,y} = \sqrt{0,5(s_x^2 + s_y^2)}$$

Směrodatné odchylky souřadnic  $s_x$  a  $s_y$  se určí ve výběru o rozsahu  $N$  bodů ze vztahu:

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

Hodnota koeficientu  $k$  je rovna dvěma vzhledem k tomu, že obě zaměření bodů byly určeny se stejnou přesností a  $N$  vyjadřuje počet výběrových bodů. Přesnost určení souřadnic se pokládá za vyhovující, když:

1. Polohové odchylky  $p$  vypočtené ze vztahu

$$\Delta p = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

vyhovují kritériu

$$|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{xy}$$

2. Je přijata statistická hypotéza, že výběr přísluší stanovené třídě přesnosti, tj. výběrová směrodatná souřadnicová odchylka  $s_{x,y}$  vyhovuje kritériu:

$$s_{x,y} \leq \omega_{2N} \cdot u_{x,y},$$

kde  $u_{x,y} = 0,14$  m a je pro třetí třídu přesnosti. Koeficient  $\omega_{2N}$  má při volbě hladiny významnosti  $\alpha = 5 \%$  hodnotu rovnou  $\omega_{2N} = 1,10$  pro výběr  $N$  od 100 do 300 bodů

### 9.3.2 Testování přesnosti výškové složky

Při testování výšek podrobných bodů se pro body výběru vypočetly rozdíly výšek:

$$|\Delta H| = H_m - H_k$$

kde  $H_m$  je výška podrobného bodu a  $H_k$  je výška bodu z kontrolního určení.

Dosažení stanové přesnosti se testuje pomocí směrodatné výškové odchylky  $s_h$  vypočtené podle vztahu:

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

Hodnota koeficientu  $k$  je rovna 2 vzhledem k tomu, že výšky u obou nezávislých měření mají stejnou přesnost určení a  $N$  je počet výběrových bodů. Přesnost určení výšek se pokládá za vyhovující, když:

1. Hodnoty rozdílů výšek  $\Delta H$  vypočtených podle vzorce uvedeného výše vyhovují kritériu

$$s_h \leq 2 \cdot u_h \cdot \sqrt{k}$$

2. Je přijata statistická hypotéza, výběr přísluší stanovené přesnosti, tj. výběrové směrodatné výškové odchyly  $s_h$ , vyhovuje kritériu

$$s_H \leq 3 \cdot \omega_N \cdot u_H$$

Vztah je aplikován jen pro nezpevněný povrch

kde  $u_h = 12$  je dána třetí třídou přesnosti, ve které se mapa vyhotovila. Koefficient  $\omega_N$  má při volbě hladiny významnosti  $\alpha = 5 \%$  hodnotu rovnou  $\omega_N = 1,10$ , v rozmezí  $N$  od 80 do 500 bodů.

### 9.3.3 Zhodnocení dosažené přesnosti

Pro zhodnocení přesnosti bylo kontrolně zaměřeno 103 VB. Všechny body splnily podmínky v testování jak v polohové, tak i ve výškové složce. Hodnoty odchylek u jednotlivých kontrolních bodů jsou uvedeny v příloze č. 3.6, taktéž jsou zde uvedeny i maximální odchyly. Díky testování byla ověřena přesnost určení podrobných bodů ve třetí třídě přesnosti.

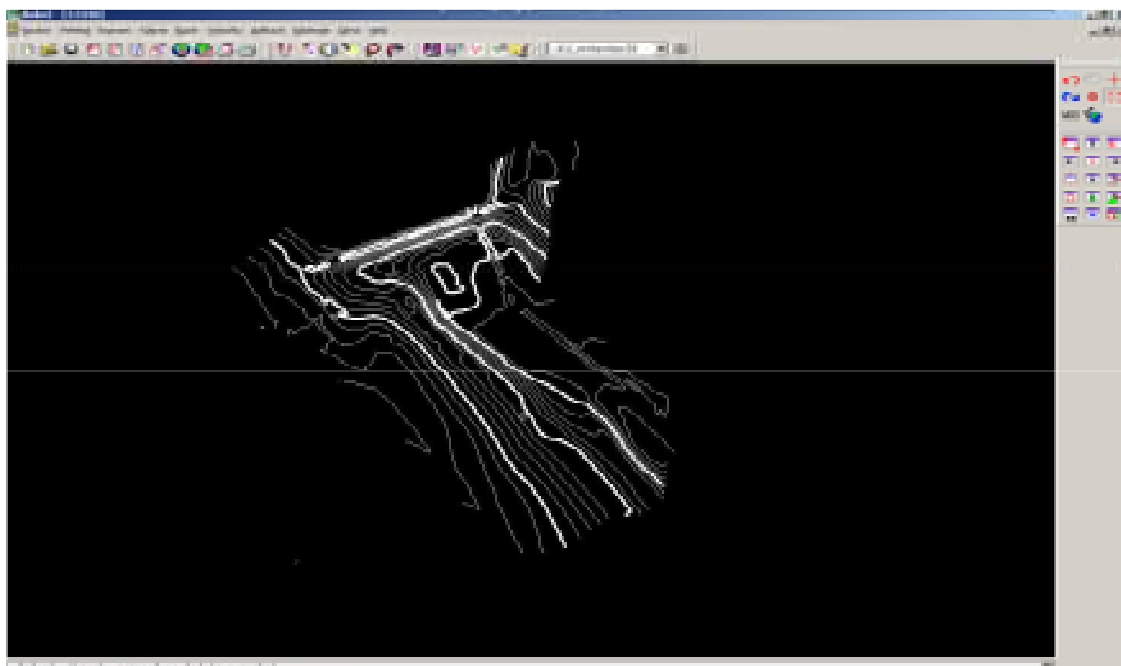


## 10 GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Finálním krokem bylo vyhotovení digitální mapy podle tabulky atributů převzaté z *Pokynů pro tvorbu účelové mapy* (KALVODA, 2011). Dále byl převeden do digitální podoby přehledný náčrt pomocných měřických bodů (viz příloha č. 3.2). Kresba polohopisu byla provedena v programu Microstation PowerDraft V8i a MGEO. Vektrizace budov proběhla v programu VKM5. Pro tvorbu vrstevnic byl využit program Kokeš v. 11 s nástavbou Atlas v 6.0. Grafické zpracování bylo v souladu s normou ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – kreslení a značky.

### 10.1 Tvorba vrstevnic

Pro tvorbu vrstevnic byl vybrán program Kokeš v. 11 s nástavbou Atlas DTM v 6.0. Prvním krokem bylo založení výkresu, kde se zadávalo měřítko 1 : 500, počet desetinných míst, (v tomto případě na dvě desetinná místa) a v neposlední řadě souřadnicový systém S-JTSK. Aby bylo možné nahrát PB do programu Kokeš musel být vytvořen soubor souřadnic bodů s příponou *.csv*. K tomu byl využit program Groma V 11.0. Po nahrání bodů došlo k definování hran, kde byly použity předdefinované hrany lomové a ostrovní. Ostrovní hrana byla použita u hran terénu a obvodu budov, aby zde nedocházelo k interpolaci vrstevnic, viz obrázek č. 20. Hrana lomová byla využita u cest, a to z důvodu, že dochází v podélném směru k vyhlazení.

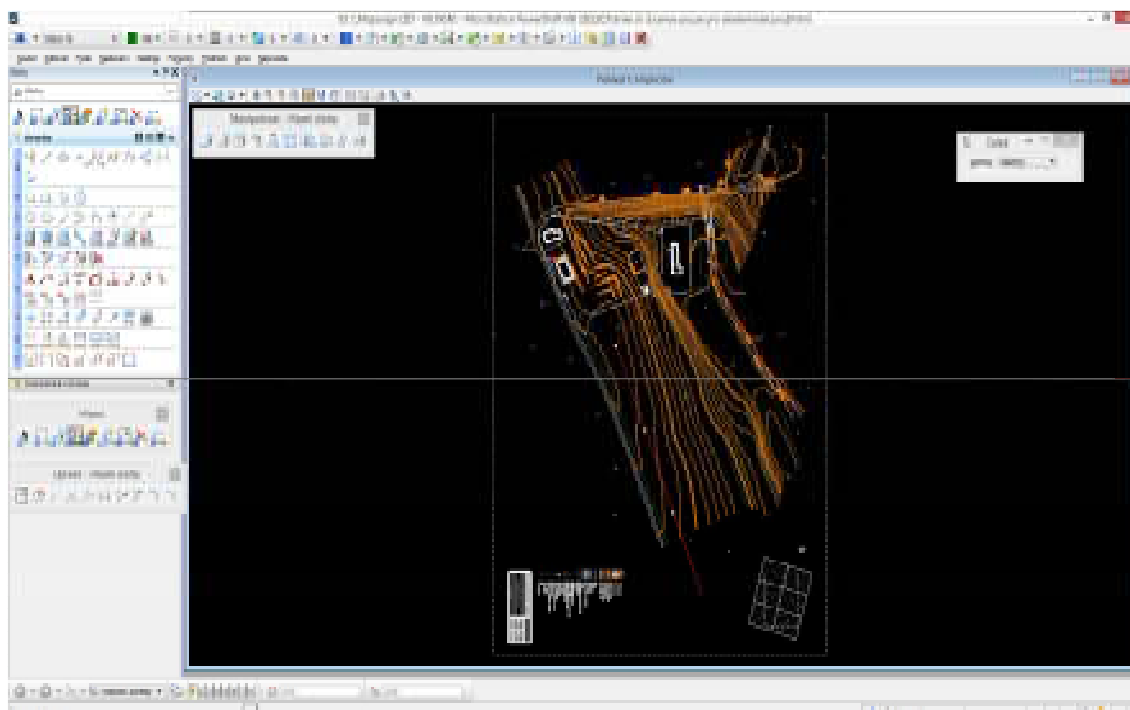


Obr. č. 14 Prostředí v programu Kokeš v.11 (vlastní)

Pro tvorbu vrstevnic byla využita nástavba Atlas DTM v. 6.0, která se v programu Kokeš nachází pod záložkou *Aplikace*. Zde se nadefinoval interval generovaných vrstevnice  $i = 1$  m. Interval zdůrazněných vrstevnic byl volen v pětinasobku intervalu základní vrstevnice. Po vygenerování vrstevnic bylo zjištěno, že některé body zkreslují průběh terénu a došlo tak k jejich vyloučení. Samozřejmě byla stále dodržena zásada pro měřítko 1 : 500, a to rozestup dvou bodů na mapě ve vzdálenosti 3 cm. Po opětovném vyinterpolování se vrstevnice exportovaly do formátu *.dgn*. V nastavení exportu byl zvolen typ čáry křivka, a to z důvodu, aby bylo možné s vrstevnicemi pracovat.

## 10.2 Tvorba mapy

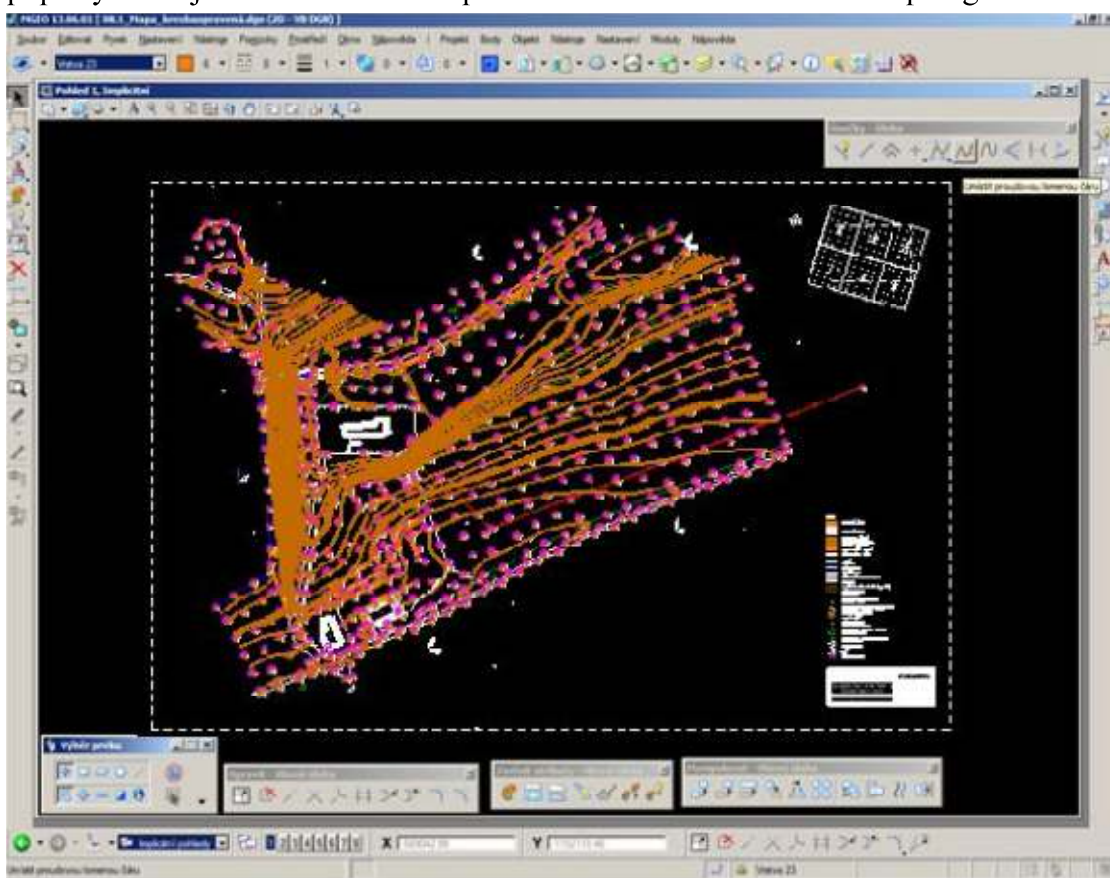
Mapa byla vytvořena v programu Microstation. První krok se zabíral nahráním souřadnic a čísel bodů podle atributové tabulky v měřítku 1: 500 (viz příloha č.9). Import se provedl na základě *aplikace MDL – Groma* v 11.0. Po nahrání bodů se přistoupilo k importu vrstevnic. Funkcí *referenční výkresy* byl připojen výkres vyexportovaný z programu Kokeš a zkopírován v dané vrstvě do výkresu. V následujícím kroku byly importovány výšky podrobných bodů obdobným způsobem jako u souřadnic. Vzhledem k přehlednosti byly výšky zredukovány o dvě stě metrů a u nezpevněného terénu zaokrouhleny na decimetry, na zpevněném terénu zůstaly v centimetrech. Jelikož se v mapě nacházely i kóty bez kresby (samotné body), byla k daným kótám nahrána buňka



Obr. č. 15 Prostředí v programu Microstation V8i (vlastní)

9.18. Na základě vyhotoveného náčrtu v terénu byly spojeny body dle dané vrstvy a atributu čáry. Před nahráním výkresu do programu MGEO se nastavil rozměr papíru, který odpovídal formátu A0 v měřítku 1 : 500

V posledním kroku se výkres otevřel v nadstavbě MGEO. Zde byly vytvořeny šrafy tak, aby byl výkres čitelný. Následně byly vytvořeny kladby mapových listů ZMVM 1 : 500 pomocí služby *Mapové listy*. Z vykreslených kladů byly převzaty křížky hektometrové sítě s popisem souřadnic rohů mapových listů. Dále byly kladby mapových listů zasahující do lokality zmenšeny a použity pro přehled kladů mapových listů v rámci popisných údajů. Finálním krokem proběhla kontrola křížení hran a topologie.



Obr. č. 16 Prostředí v programu MGEO (vlastní)

## 11 DISKUZE A VÝSLEDKY

Výsledkem této bakalářské práce bylo vytvoření mapového podkladu pro pozemkové úpravy. Vytváření účelové mapy se řídilo na základě vyhlášek a norem. Nejdůležitějším předpisem pro měření byl *Návod pro obnovu katastrálního operátu*, který stanovoval postup použité metody, číslování bodů, výpočet a zpracování naměřených výsledků. Dále byla použita ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek, na základě které byla testována přesnost souřadnic (viz kapitola 9.3) a rozměry kladů mapových listů. Poslední normou pro vytvoření mapy byla ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky. Tato norma přesně definuje použití daných značek, čar, popisu a jejich rozměry v měřítku 1 : 1 000.

Při měření bylo celkově zaměřeno 809 podrobných bodů v třídě přesnosti 3 a z toho pro interpolaci vrstevnic bylo použito 763 bodů. Aby se zajistila přesnost mapy v kódu kvality 3, bylo provedeno testování 103 nezávislých souřadnic na základě směrodatné souřadnicové odchylky, která byla vypočítána  $s_{x,y} = 0,046$  m. U nadmořských výšek byla vypočítána směrodatná odchylka  $s_h = 0,06$  m.

Při mapování území bylo zjištěno několik nedostatků, které ohrožují jak půdu, tak i hydrologické poměry. Konkrétní nedostatek u půdy byla stojící voda na poli v oblasti u potoka. Zde byly jasné známky utužení půdy a nevhodný zásah agrotechniky. Proto by zde mělo být použito protierozní opatření, a to ve formě technického (odvodnění) nebo organizačního opatření (travní pásy nebo trvalý travní porost). Dalším rizikem je potok Křepička, u kterého je napřímeno a vybetonováno koryto. Z důvodu toho by měla v měřeném úseku proběhnout revitalizaci koryta.

## 12 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vyhotovení účelové mapy jako podklad pro projekt pozemkových úprav v katastrálním území Horní Dunajovice a Mikulovice.

V první etapě proběhla rekognoskace terénu a bodového pole. Na základě zjištěných skutečností byla vytvořena pomocná měřická síť s celkovým počtem 8 bodů. Pomocí metody RTK bylo zaměřeno 7 bodů. Jeden z bodů byl zaměřen terestrickou metodou. Pro určení výšek byla použita metoda trigonometrické měření. Po vytvoření měřické sítě následovalo měření podrobných bodů. Celkově změřená plocha byla větší než 11,5 ha. Pro ověření přesnosti měření byly zaměřeny výběrové body v celkovém množství 103 bodů.

Po měřických pracích následovala kancelářská etapa. Naměřená data byla zpracována v programu Groma v 8. Na základě zpracovaných dat byla vytvořena kresba v prostředí programu Microstation PowerDraft V8i, kde už byly nahrány vrstevnice vygenerované v programu Kokeš s nastavbou Atlas DTM v.6.0. Posledním krokem etapy byla kontrola duplicity a topologie ve výkresu za pomoci programu MGEO.

Výsledná účelová mapa je v měřítku 1 : 500 v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Výsledná práce splňuje kritéria dle norem ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek a ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky.

## 12 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

**CULEK M.**, 1996: *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, ISBN 80 - 85368-80-3.

**ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek**, 1990: Základní a účelové mapy. Praha: Vydavatelství norem.

**FIŠER Z. aj. VONDRÁK**, 2005: *Mapování I: Průvodce předmětem Mapování I*. Brno.

**HUML M. a M. JAROSLAV.**, 2006: *Mapování 10*. Praha: ČVUT, ISBN 9788001031667

**KALVODA P.**, 2011: *Pokyny pro tvorbu účelové mapy*. Poslední aktualizace 2013. Brno

**KALVODA P.**, 2009: *Přednáškové texty z Mapování I* [online]. Brno [cit. 2016-04-14]  
Dostupné z: [http://moodle1x.fce.vutbr.cz/file.php/281/Prednasky/01\\_GE10\\_Mapovani](http://moodle1x.fce.vutbr.cz/file.php/281/Prednasky/01_GE10_Mapovani)

**LÁSKA Z., M. TEŠNAR, J. SLABÝ a J. SOUKUP**, 2010: *Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi - Učební texty k semináři* [online]. [cit. 2016-04-17].  
Dostupné z: [http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura\\_08\\_1009.pdf](http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_08_1009.pdf)

**NEVOSÁD Z. a J. VITÁSEK**, 2005: *Geodézie III: Průvodce předmětem Geodézie III*. Brno, 2005.

**PLÁNKA L.**: *Podkladové materialy pro přednášky z Kartografie a základy GIS: Výškopis* [online]. [cit. 2016-04-18].

Dostupné z: [http://moodle1x.fce.vutbr.cz/file.php/392/Prednasky/kartografie\\_4\\_VYSKO PIS.pdf](http://moodle1x.fce.vutbr.cz/file.php/392/Prednasky/kartografie_4_VYSKO PIS.pdf)

**Předpis 357/2013 Sb.: Zákony pro lidi** [online]. [cit. 2016-03-30].  
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-357>

**QUITT E.**, 1971: *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia,.

**SOUKUP F.**, 2004: *Výuka v terénu I: Výškopis*. 1. vyd. Brno.

**www.cuzk.cz**, 2013: *Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod*, [online]. [cit. 2016-04-17] Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod-pro-OKOP\\_ve-zneni-dod-c-1-2c2-2c3-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod-pro-OKOP_ve-zneni-dod-c-1-2c2-2c3-(1).aspx)

**www.daniz.cz**, 2005: *Povodí* [online]. [cit. 2016-04-09], 2005. Dostupné z: <http://www.daniz.cz/clenske-obce/horni-dunajovice/historie-obce-horni-dunajovice/>

**www.geoportal.cuzk.cz**, 2015: *Aplikace pro mobilní zařízení* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(hx0um30tlczfxdeucslc1cdf\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&text=Mobilni\\_aplikace&news=yes&menu=20](http://geoportal.cuzk.cz/(S(hx0um30tlczfxdeucslc1cdf))/Default.aspx?mode=TextMeta&text=Mobilni_aplikace&news=yes&menu=20) 2015

**www.geoserver.cz**: *Geoserver* [online]. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: [http://www.geoserver.cz/zbozi\\_files/919/totalni-stanice-topcon-GPT-3000LN.pdf](http://www.geoserver.cz/zbozi_files/919/totalni-stanice-topcon-GPT-3000LN.pdf)

**www.gis.fzp.ujep.cz**: *Zobrazení reliefu* [online]. [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: [gis.fzp.ujep.cz/files/DTM\\_kap2\\_v0a.pdf](http://gis.fzp.ujep.cz/files/DTM_kap2_v0a.pdf)

**www.gis.muznojmo.cz**, 2012: *Územní plán* [online], [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [http://gis.muznojmo.cz:8080/mapserv/znojmo/vyhlasiky/hdunajovice\\_up\\_n\\_vj\\_text\\_odu\\_v.pdf](http://gis.muznojmo.cz:8080/mapserv/znojmo/vyhlasiky/hdunajovice_up_n_vj_text_odu_v.pdf)

**www.hornidunajovice.cz**: *Historie* [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.hornidunajovice.cz/>

**www.meteoblue.com**: *Směr větru* [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/p%C5%99edpov%C4%9B%C4%8F/modelclimate/znojmo\\_%C4%8Cesk%C3%A1-republika\\_3061344](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/p%C5%99edpov%C4%9B%C4%8F/modelclimate/znojmo_%C4%8Cesk%C3%A1-republika_3061344)

**www.nature.cz**, 2006: *Šibeniční kopec* [online]. RAGTOOLS, [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [http://www.nature.cz/natura2000-design3/web\\_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000104001](http://www.nature.cz/natura2000-design3/web_lokality.php?cast=1805&akce=karta&id=1000104001)

**www.skrener.cz**: *Klimatické poměry* [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [http://www.skrener.cz/doc/Klimaticke\\_pomery\\_NB.pdf](http://www.skrener.cz/doc/Klimaticke_pomery_NB.pdf)

**www.vdb.czso.cz**, 2015: *Sčítání lidu* [online]. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=profil-uzemi&uzemiprofil=31588&u=\\_\\_VUZEMI\\_\\_43\\_\\_594091](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=profil-uzemi&uzemiprofil=31588&u=__VUZEMI__43__594091)

**www.wds-us.com**: Trimble R4 3. Generace: *specifikace* [online]. [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: <http://www.wds-us.com/PDF/R4.pdf>

**www.zakonyprolidi.cz**: *Pozemkové úpravy* [online]. Zlín: AION CS, s.r.o. [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-139>

### 13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bpv	Výškový systém baltský-po vyrovnání
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
GNSS	Globální navigační satelitní systém
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Globální polohový systém
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
LMS	Letecké měřické snímky
LTE	Long Term Evolution
NTRIP	Network transport of RTCM data over IP
PMS	Pomocná měřická síť
PPBP	Polohové podrobné bodové pole
ppm	Part per milion
RMS	Root Mean Square
RTK	Real time kinematic
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
THM	Technicko-hospodářská mapa
VRS	Virtuální referenční stanice
WMS	Webová mapová služba
ZABAGED	Základní báze geografických dat



## 14 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

### 14.1 Seznam obrázků

Obr. č. 1	<i>Katastrální území</i> .....	11
Obr. č. 2	<i>Větrná růžice</i> .....	12
Obr. č. 3	<i>Vodohospodářská mapa</i> .....	14
Obr. č. 4	<i>Princip metody rajón</i> .....	16
Obr. č. 5	<i>Princip tachymetrie</i> .....	18
Obr. č. 6	<i>Zadaná lokalita</i> .....	24
Obr. č. 7	<i>Ukázka stabilizace bodu 513</i> .....	25
Obr. č. 8	<i>Topcon GPT- 3003 N</i> .....	26
Obr. č. 9	<i>Trimble R4 – 3</i> .....	27
Obr. č. 10	<i>Kontroler TSC 2</i> .....	27
Obr. č. 11	<i>Přehledka PMS</i> .....	28
Obr. č. 12	<i>Měřítkový koeficient</i> .....	31
Obr. č. 13	<i>Prostředí v programu Groma v. 11.0</i> .....	32
Obr. č. 14	<i>Prostředí v programu Kokeš v.11</i> .....	36
Obr. č. 15	<i>Prostředí v programu Microstation V8i</i> .....	37
Obr. č. 16	<i>Prostředí v programu MGEO</i> .....	38

### 14.2 Seznam tabulek

Tab. č. 1	<i>Charakteristiky pro klimatické oblasti</i> .....	12
Tab. č. 2	<i>Výsledek rekognoskace polohového bodového pole dne 15. 10. 2016</i> .....	25
Tab. č. 3	<i>Výsledek rekognoskace výškového bodového pole dne 15. 10. 2016</i> .....	26
Tab. č. 4	<i>Specifikace použité totální stanice</i> .....	26
Tab. č. 5	<i>Parametry přijímače Trimble R4</i> .....	27

## 15 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č. 1: Účelová Mapa
- Příloha č. 2: Přehledka PMS
- Příloha č. 3: CD-ROM
  - 3.1 GNSS
    - 3.1.1 Porovnání GNSS.pdf
  - Přehledka PMS
    - 3.2.1 Přehled PMS.dgn
  - 3.3 Zápisníky
    - 3.3.1 Zápisník GNSS PMS.txt
    - 3.3.2.1 Zápisník GNSS PB.txt
    - 3.3.2.2 Zápisník GNSS PB.txt
    - 3.3.3 Zápisník GNSS VPB.txt
    - 3.3.4 Zápisník měření.zap
  - 3.4 Protokoly
    - 3.4.1 Protokol GNSS PMS.pdf
    - 3.4.2.1 Protokol GNSS PB.pdf
    - 3.4.2.2 Protokol GNSS PB.pdf
    - 3.4.3 Protokol GNSS VPB.pdf
    - 3.4.4 Protokol měření.pro
  - 3.5 Seznamy souřadnic
    - 3.5.1 PMS.txt
    - 3.5.2 PB.txt
  - 3.6 Testování přesnosti
    - 3.6.1 Testování XY.pdf
    - 3.6.2 Testování H.pdf
  - 3.7 Mapa
    - 3.7.1 Mapa.dgn
  - 3.8 Tabulka atributů.pdf
  - 3.9 Závěrečná práce.pdf