

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA GEOMATIKY**



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**2024**

**JAKUB  
TUREK**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Turek	Jméno: Jakub	Osobní číslo: 506341
Zadávací katedra: katedra geomatiky		
Studijní program: Geodézie a kartografie		
Studijní obor:		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Doplnění podrobného polohového bodového pole pro účely výuky v terénu v katastrálním území Kruh

Název bakalářské práce anglicky: Addition of a detailed point array for field training purposes in the cadastral territory of the Kruh

Pokyny pro vypracování:  
Proveďte rekognoskaci stávajícího polohového bodového pole v katastrálním území Kruh a navrhnete rozmístění nových bodů PPBP v souladu s Návodem pro obnovu katastrálního operátu a převod. Využijte již stabilizované body PPBP, které se v dané lokalitě nacházejí pro potřeby výuky v terénu, zaměřte všechny nové body a očíslejte je v rámci jednotné číselné řady. Dodržujte všechny požadavky na určení nových bodů PPBP stanovené Návodem pro obnovu, proveďte potřebné výpočty a vyhotovte dokumentaci v souladu s předpisy. Pro potřeby dalšího využití v rámci výukových materiálů vyhotovte grafické přehledky polohového bodového pole ve vhodných měřítkách.

Seznam doporučené literatury:  
zákon č. 256/2013 Sb. o katastru nemovitostí  
vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí  
návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Martin Tauchman

Datum zadání bakalářské práce: 20.02.2024

Termín odevzdání BP v IS KOS: 20.05.2024  
*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Doplnění bodového pole pro účely výuky v terénu v katastrálním území Kruh“ vypracoval samostatně, za použití uvedené literatury a zdrojů.

V Praze dne 10.5.2024

.....

Jakub Turek

## **Poděkování**

Chtěl bych v první řadě poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinovi Tauchmanovi za poskytnutí důležitých informací, rad a svého času při zpracování této práce. Dále prof. Karlovi Pavelkovi za zapůjčení GNSS přijímače. Albertovi Čihákovi za pomoc při terestrickém měření a firmě Geotronics Praha za bezplatné zapůjčení korekčních dat.

## **Abstrakt**

Předmětem této práce je doplnění podrobného polohového pole v katastrálním území Kruh. V práci je popsán rekognoskace dosavadního bodového pole, přečíslování bodů do jednotné číselné řady, postup měřičských prací pomocí GNSS přijímače i terestrického měření. Při následném kancelářském zpracování byly vyhotoveny grafické přehledky, seznam souřadnic a další součásti výsledného elaborátu.

## **Klíčová slova**

Podrobné polohové bodové pole, polygonový pořad, doplnění a revize bodového pole, stabilizace bodů, polární metoda, S-JTSK, katastrální území Kruh

## **Abstract**

The subject of this work is the addition of a detailed location field in the cadastral territory of Kruh. The thesis describes the reconnaissance of the existing point field, the renumbering of points into a uniform number of series, the progress of measurement works using a GNSS receiver and terrestrial measurement. During subsequent office processing, graphic overviews, a list of coordinates and other components of the resulting elaboration were made.

## **Key words**

Detailed position point array, polygon order, completion and revision of point field, stabilization of points, polar method, S-JTSK, cadastral unit Kruh

# Obsah

<b>2</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Teoretická část.....</b>	<b>9</b>
3.1	Bodová pole .....	9
3.2	Rozdělení bodových polí .....	9
3.2.1	Polohové bodové pole .....	9
3.2.2	Výškové bodové pole .....	9
3.2.3	Tíhové bodové pole .....	10
3.3	Základní polohové bodové pole.....	10
3.3.1	Technické požadavky na body základního polohového bodového pole.....	10
3.3.2	Údaje o trigonometrických bodech.....	11
3.3.3	Přesnost souřadnic trigonometrických bodů.....	11
3.4	Zhušťovací body .....	12
3.4.1	Hlavní rozdíly od trigonometrických bodů.....	13
3.5	Podrobné polohové bodové pole PPBP .....	13
3.5.1	Stabilizace.....	13
3.5.2	Číslování bodů PPBP.....	14
3.5.3	Charakteristika a přesnost zaměření bodů PPBP.....	14
3.5.4	Terestrické metody pro určení bodů PPBP .....	15
3.5.5	Technologie GNNS pro určení bodů PPBP .....	17
3.5.6	Geodetické údaje bodů PPBP .....	17
<b>4</b>	<b>Praktická část.....</b>	<b>18</b>
4.1	Obec Kruh.....	18
4.2	Rozvržení prací .....	18
4.3	Přípravné práce .....	19
4.4	Rekognoskace .....	19
4.5	Přečíslování stávajících a volba nových bodů PPBP .....	21
4.6	Použité měřičské přístroje.....	21
4.6.1	GNNS přijímač Trimble R2 (vyr. č.: 5849S10870).....	21
4.6.2	Měřičská metoda RTK.....	22
4.6.3	Síť Trimble VRS Now .....	23
4.6.4	Totální stanice Leica TS02 (vč. 1348837).....	23
4.7	Měření metodou GNNS .....	24
4.8	Stabilizace nového bodu 625 .....	25
4.9	Terestrické měření.....	25
<b>5</b>	<b>Zpracování naměřených dat.....</b>	<b>27</b>
5.1	Zpracování měření GNSS .....	27
5.2	Zpracování terestrických měření.....	28

5.2.1	Zhodnocení přesnosti terestrického měření .....	29
5.3	Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole.....	30
5.4	Geodetické údaje o bodech PPBP.....	31
5.5	Uživatelská přehledka.....	31
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>35</b>
<b>11</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>36</b>

## 2 Úvod

Cílem bakalářské práce je revize a doplnění podrobného polohového bodového pole. Toto pole je vybudováno v obci Kruh pro potřeby výuky katedry Geomatiky fakulty stavební ČVUT.

V první části bakalářské práce se zabývám teoretickým rozdělením bodových polí na území České republiky, jejich vlastnostmi a technickými požadavky na jejich vytváření.

V druhé části se věnuji měřičským pracím v obci Kruh, které probíhaly ve třech etapách. Nejprve v lokalitě proběhla rekognoskace, při které jsem zjišťoval stav dosavadního bodového pole v obci. Následovalo měření technologií GNSS metodou RTK, kterou jsem zaměřil všechny již stabilizované body. V místě centra výuky bylo potřeba bodové podle doplnit o nově stabilizovaný bod. K určení jeho souřadnic jsem použil polygonový pořad.

V poslední části se zabývám výpočtem naměřených hodnot, tvorbou grafických výstupů podle Návodu pro obnovu katastrálního operátu a tvorbou dalších příloh.

V závěru shrnuji dosažené výsledky



## 3 Teoretická část

### 3.1 Bodová pole

„Soubory bodů vytvářejí bodová pole, která se dělí podle účelu na polohová, výšková a tíhová bodová pole. Bod jednoho bodového pole může být současně i bodem jiného bodového pole.“

Body takových polí jsou systematicky číslovány, trvale stabilizovány a podle potřeby i chráněny. Informace o bodech se vedou v databázi bodových polí, kterou spravuje Zeměměřičský úřad. Údaje v databázi o bodech základního polohového bodového pole, zhušťovacích bodech, bodech výškového a tíhového bodového pole zapisuje do databáze bodových polí správce značky. Informace o bodech podrobného polohového bodového pole se získávají ze systému katastru nemovitostí. Údaje o bodech jsou poté volně distribuovány uživatelům. [1]

### 3.2 Rozdělení bodových polí

#### 3.2.1 Polohové bodové pole

Základní polohové bodové pole (ZPBP)

- body referenční sítě nultého řádu
- body Astronomicko-geodetické sítě (AGS)
- body České státní trigonometrické sítě (ČSTS)
- body geodynamické sítě

Zhušťovací body (ZhB)

- zhušťovací body
- ostatní body podrobného polohového bodového pole

Podrobné polohové bodové pole (PPBP)

#### 3.2.2 Výškové bodové pole

Základní výškové bodové pole

- základní nivelační body
- body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (ČSNS)

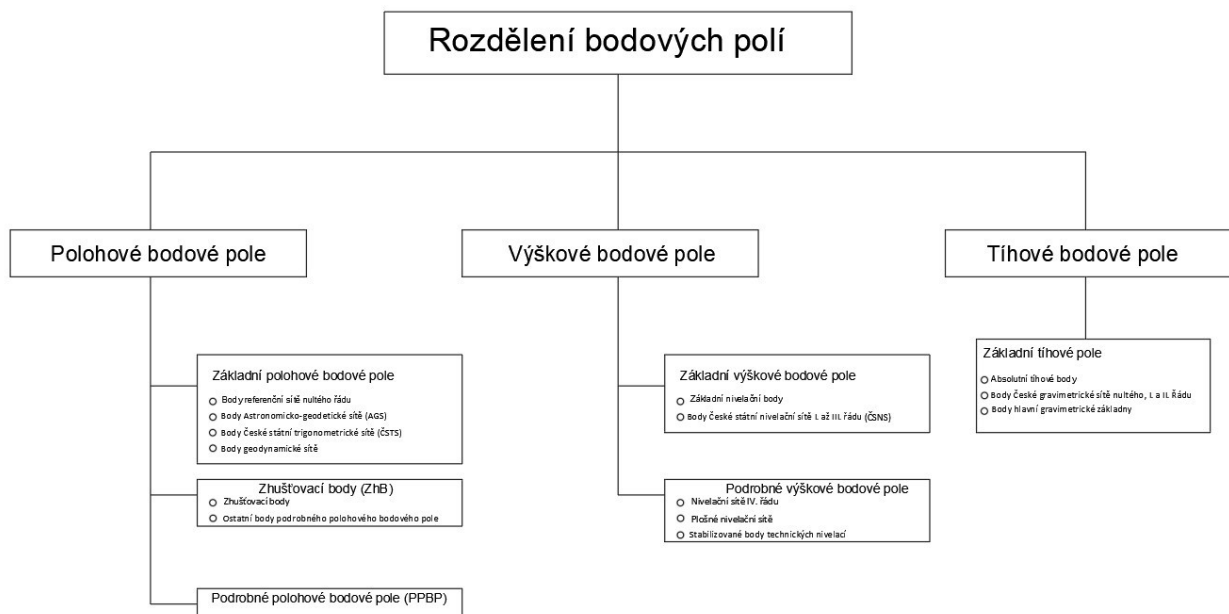
Podrobné výškové bodové pole

- nivelační sítě IV. Řádu
- plošné nivelační sítě
- stabilizované body technických nivelací

### 3.2.3 Tíhové bodové pole

Základní tíhové bodové pole

- absolutní tíhové body
- body České gravimetrické sítě nultého, I. a II. Řádu
- body hlavní gravimetrické základny



Obr. č. 1 - Rozdělení bodových polí

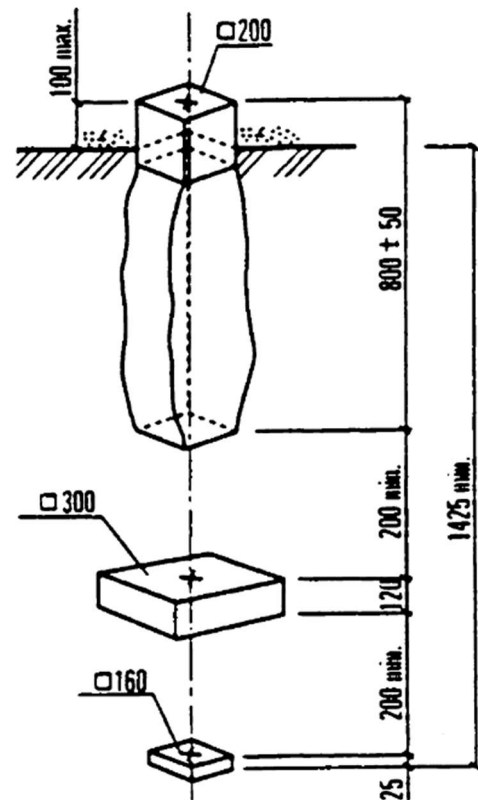
## 3.3 Základní polohové bodové pole

### 3.3.1 Technické požadavky na body základního polohového bodového pole

Poloha bodů základního polohového bodového pole, častěji označovaných jako body trigonometrické, je volena v terénu tak, aby bod nebyl nijak ohrožen, aby byl vhodně využitelný pro připojení bodů a byla jednoduchá jeho signalizace. V praxi se můžeme setkat s jedním z následujících způsobů stabilizace trigonometrických bodů, a to kamenným hranolem se dvěma podzemními značkami, kovovým čepem usazeným v ploché střeše, konzolovými značkami ve svislé ploše staveb nebo kamennou deskou ve skále. Často jsou také k stabilizaci trigonometrických bodů využívány stavby jako jsou věže kostelů, vysílače a jiné vhodně trvale stabilizované objekty. Každý takto stabilizovaný bod musí být opatřen dvěma zajišťovacími body, mezi kterými musí být vzájemná viditelnost. U trigonometrických bodů, které jsou zajištěny povrchovými značkami musí být z výšky přístroje viditelná orientace na jiný trigonometrický bod, zhušťovací bod nebo zřízený orientační bod. V případě potřeby bývají trigonometrické body opatřeny ochrannými a signalizačními zařízeními, jako například červenobílé ochranné tyče, betonové skruže, sloupky, třiboké pyramidy nebo výstražné cedule s nápisem "STÁTNÍ TRIANGULACE. POŠKOZENÍ SE TRESTÁ". [1]



Obr. č. 2 - Stabilizace a ochrana trigonometrického bodu



Obr. č. 3 – Stabilizace bodu s dvěma podzemními značkami [1]

### 3.3.2 Údaje o trigonometrických bodech

- Číslo trigonometrického bodu závisí na čísle triangulačního listu, na jehož území se bod nachází, číslování poté probíhá podle následujícího vzoru:

**9 EEEE CCC 0**

EEEE – číslo triangulačního listu

CCC – pořadové číslo, pro trigonometrické body je to 1–199

0 – číslo pro přidružený bod [2]

- Lokalizační údaje o územních jednotkách, název triangulačního listu, informace o parcele nebo objektu, kde se bod nachází.
- Souřadnice trigonometrického bodu, jeho výšku vztaženou k určenému místu a popis jeho orientací.
- Místopisný náčrt, se zajišťovacími mírami
- Informace o zřízení bodu, vlastníku stavby, na které je bod stabilizován, informace o stabilizaci a signalizaci. [1]

### 3.3.3 Přesnost souřadnic trigonometrických bodů

„Základní střední souřadnicová chyba (relativní přesnost mezi sousedními trigonometrickými body) je stanovena hodnotou 0,015 m. Mezní odchylka nesmí překročit 2,5násobek této hodnoty. Střední chyba v trigonometrickém určení nadmořské výšky je stanovena hodnotou 0,1 m.“ [1]



### 3.4.1 Hlavní rozdíly od trigonometrických bodů

Od trigonometrických bodů se body zhušťovací odlišují v číslování a v přesnosti souřadnic. Číslování probíhá podle stejného vzoru jako u trigonometrických, ale pořadové číslo na šesté až osmé pozici je z intervalu 201–499. „Pro základní střední souřadnicovou chybu (relativní přesnost vztažená k nejbližším trigonometrickým a zhušťovacím bodům) je stanovena hodnota 0,02 m. Mezní odchylka nesmí překročit 2,5násobek této hodnoty. Střední chyba v určení nadmořské výšky je stanovena hodnotou 0,1 m.“ [1]

## 3.5 Podrobné polohové bodové pole PPBP

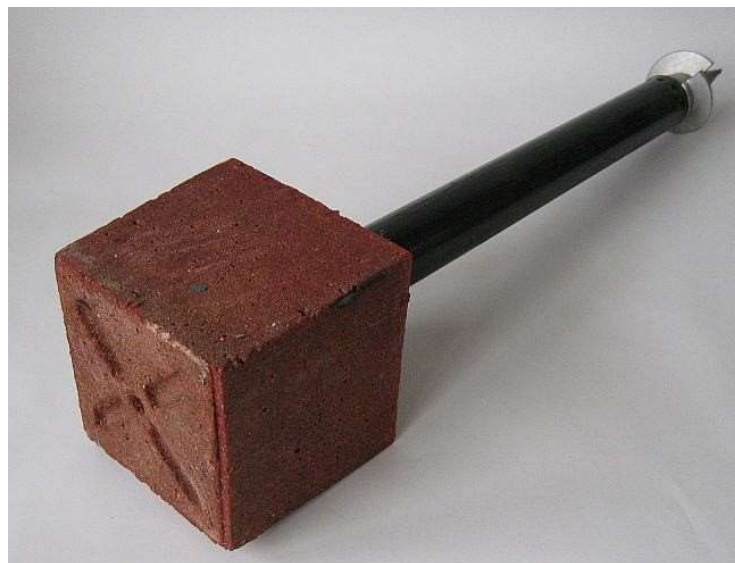
„Poloha bodů podrobného polohového bodového pole se volí tak, aby body nebyly ohroženy, aby jejich signalizace byla jednoduchá a byly využitelné pro připojení podrobného měření. Body podrobného polohového bodového pole se volí v hustotě s přihlédnutím k technickým možnostem měření pro účely správy katastru, především na objektech trvalého rázu nebo na jiných místech tak, aby co nejméně omezovaly vlastníka v užívání pozemků, například v obvodu dopravních komunikací.“ [4]

### 3.5.1 Stabilizace

Body podrobného polohového bodového pole se zřizují na technických objektech poskytujících trvalou signalizaci, zejména na rozích budov, na objektech se stabilizační značkou, například na nivelačních kamenech, stabilizacích tíhových bodů, znacích lomových bodů na hranicích obcí, na mostcích a propustcích s nivelační hřebovou značkou. Pokud nejsou pro umístění bodů podrobného polohového bodového pole vhodné objekty na hranici pozemku se potom se výjimečně stabilizují kamennými hranoly o celkové délce nejméně 500 mm a s opracovanou hlavou o rozměrech nejméně 120 mm × 120 mm × 70 mm. Byl-li již v místě pevně osazen k jinému účelu opracovaný kámen o stejných rozměrech, použije se po doplnění křížkem nebo důlkem. Body podrobného polohového bodového pole je možno také stabilizovat vysekáním křížku na opracované ploše skály, hřbovými značkami zabetonovanými do skály, kovovými konzolami, čepovými značkami pevně osazenými na budovách, železnými trubkami nebo čepy v betonových blocích o velikosti nejméně 200 mm × 200 mm × 700 mm, železnými trubkami o průměru nejméně 30 mm a tloušťce stěny nejméně 3 mm, délky nejméně 600 mm (nebo nejméně 500 mm, je-li trubka opatřena závitem proti vytažení znaku) a pevně připojenou hlavou z plastu velikosti nejméně 120 mm × 120 mm × 120 mm, kovovými značkami o průměru nejméně 8 mm s plochou hlavou o průměru nejméně 25 mm. [4]



Obr. č. 6 - Podrobný bod jako roh budovy



Obr. č. 5 - Závrtný znak [7]

### 3.5.2 Číslování bodů PPBP

Body podrobného bodového pole jsou tvořeny patnáctimístným číslem, které začíná šestimístným číslem katastrálního území a devítimístným číslem vlastního čísla bodu, ve kterém jsou na prvních pěti pozicích nuly, číslo je z intervalu 501–3999, dočasně stabilizované body se označují čísly od 4001 včetně. Bod PPBP se může přečíslovat, pokud jsou v katastrálním území dva stejně očíslované body, v případě změny se bod nepřechíslovává, ale mění se jeho verze, číslo bodu, který byl zrušen nemůže být znovu použito. [2]

### 3.5.3 Charakteristika a přesnost zaměření bodů PPBP

„Souřadnice a výšky bodů podrobného polohového bodového pole se určují geodetickými metodami a zaokrouhlují se na 2 desetinná místa. Zaměření každého bodu podrobného polohového bodového pole se provede nezávisle nejméně dvakrát. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů. Charakteristikou přesnosti určení souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole je základní střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$ , daná vztahem:

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{m_x^2 + m_y^2}{2}}$$

Hodnoty  $m_x$  a  $m_y$  jsou střední chyby určení souřadnic X a Y. Podrobné polohové bodové pole se tvoří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou 0,06 m a vztahuje se k nejbližším bodům základního polohového bodového pole a zhušťovacím bodům. Mezní souřadnicová chyba  $u_{xy}$  se stanoví dvojnásobkem základní střední souřadnicové chyby  $m_{xy}$ .“ [4]

### 3.5.4 Terestrické metody pro určení bodů PPBP

„Body PPBP se zaměřují polygonovými pořady oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými. Polygonové pořady kratší než 1,5 km mohou být jednostranně orientované, popř. neorientované (vetknuté). Neorientované pořady mohou mít nejvýše 4 strany a jeli to možné, alespoň na jednom z jeho vrcholů se zaměří orientační úhel a porovnají se mezní odchylky v úhlech a v délkách.

Připojovací body	Mezní délka strany [m]	Mezní délka pořadu [m]	Mezní odchylka v uzávěru pořadu	
			úhlová [mgon]	polohová [m]
ZPBP, ZhB	200-1500	5000	$2,5.(n)^{1/2}$	$0,0025.(Σd)^{1/2}$
ZPBP, ZhB	50-400	3000	$5,0.(n)^{1/2}$	$0,004.(Σd)^{1/2}$
PPBP, ZPBP, ZhB	50-400	1500	$10,0.(n)^{1/2}$	$0,006.(Σd)^{1/2}$

Tabulka 1- Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů [2]

V Tabulce 1 proměnná  $n$  značí počet bodů polygonového pořadu včetně bodů připojovacích a  $Σd$  je součet délek stran polygonového pořadu, polygonový pořad má nejvýše 15 nových bodů a mezní poměr délek sousedních stran v polygonovém pořadu je 1:3. “ [2]

„Používá se i protínání vpřed z úhlů nebo protínání z délek nebo kombinované protínání nejméně ze tří bodů ZPBP, ZhB nebo z jiných bodů odpovídající přesnosti. Úhel protínání na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 gon až 170 gon. Vzdálenost od daného bodu k bodu určovanému v určovacím trojúhelníku nesmí být větší než 1500 m. Směry na body vzdálené od stanoviska více než 500 m se měří ve dvou skupinách.“ [2]

„Rajóny do délky 1500 m, se rozdělují na 2 případy. Rajón s orientací na daném bodě na dva body ZPBP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m nebo s orientací na daném i určovaném bodě, pro který platí, že jeho délka nesmí být větší než délka nejvzdálenější orientace. Pro rajóny do délky 1500 m s orientací na určovaném bodě na nejméně tři body ZPBP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m, platí podmínka, že úhel protínání mezi směrem s měřenou délkou a ostatními orientačními směry na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 gon až 170 gon. Pokud je délka rajónu větší než 800 m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. Vychází-li rajón z bodu se střední souřadnicovou chybou mezi 0,04 m až 0,06 m, nesmí být delší než 300 m, body na technických objektech se zaměřují rajony, zpravidla do vzdálenosti 50 m od pomocného bodu.“ [2]

Používanou metodou jsou také plošné sítě s vodorovnými úhly a délkami, u kterých se používá vyrovnání metodou nejmenších čtverců. [2]

„Vodorovné úhly se měří ve skupinách (nejméně v jedné) teodolitem zajišťujícím přesnost měřených směrů 0,0006 gon, při délkách do 500 m je možné použít teodolit s přesností 0,002 gon. Délky se měří dvakrát, dálkoměrem s přesností na 0,01 m a obousměrně, není-li to vyloučeno, a vždy s využitím optických odrazných systémů na cílových bodech. Krátké délky lze měřit pásmem. Naměřené délky se opravují o fyzikální redukce (z teploty a tlaku vzduchu), o matematické redukce (do vodorovné roviny, z nadmořské výšky) a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02 m u délek kratších než 500 m, 0,04 m u délek od 500 m.“ [2]

„Při měření mezi body polohových bodových polí nesmějí rozdíly mezi změřenými a ze souřadnic vypočtenými nebo původně určenými hodnotami vodorovných úhlů a délek překročit tyto mezní odchylky: “

		mezní odchylka	
		v úhlu [gon]	v délce [m]
a)	mezi body ZPBP nebo mezi jejich orientačními body OB1 a OB2	0,0015	0,03
		0,0015	0,05
b)	mezi bodem ZPBP a ZhB	0,0020	0,05
c)	mezi ZhB	0,0030	0,05
d)	mezi body podle písm. a), b), c) a orientačním bodem OB3	0,0060	-
e)	mezi body podle písm b) a bodem podle písm. f)	0,0100	0,13
f)	mezi body PPBP	0,0300	0,15
g)	mezi body podle písm. f) na technických objektech přidružených k těmž určujícím bodu do vzdálenosti 50 m od něj	0,0500	0,04

Tabulka 2 - Mezní odchylky pro měření mezi body bodových polí [2]



### 3.5.5 Technologie GNSS pro určení bodů PPBP

„Při měření a zpracování výsledků měřických prací za použití technologií využívajících GNSS se musí používat takové přijímače GNSS, zpracovatelské výpočetní programy a měřické postupy, které zaručují požadovanou přesnost výsledků provedených měřických a výpočetních prací. K měření je možné využít signály všech zprovozněných a správně fungujících družic všech dostupných globálních navigačních družicových systémů, které jsou založeny na obdobném principu jako americký systém GPS-NAVSTAR. Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření jinou geodetickou metodou.“ [1]

### 3.5.6 Geodetické údaje bodů PPBP

O každém z bodů PPBP se evidují údaje o jeho čísle, lokalizačních údajích, o obci a katastrálním území, ve kterém se nachází a o označení listu Státní mapy v měřítku 1: 5000, jeho souřadnicích v Systému jednotné trigonometrické katastrální (S-JTSK), zaokrouhlené na dvě desetinná místa a jeho výšce, také zaokrouhlené na dvě desetinná místa ve výškovém systému Balt po vyrovnání (BpV). Ke každému bodu se také vyhotoví místopisný náčrt s vyhledávacími mírami v centimetrech, které slouží k vyhledání bodu v terénu, místopis je opatřen také detailem nebo nárysem, často se používají fotografie bodu, důležitou částí je také slovní popis bodu o jeho stabilizaci a způsobu určení. [4]

Bod <b>612</b>	Bod zřídil (jméno,rok): Jakub Turek 2024	y	661453.58	SM5 Jičín 4-0
Verze: 1	Platnost od:	x	1000507.59	Místopisný náčrt
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod je stabilizován měřičským hřebem v asfaltu silnice. Souřadnice byly určeny metodou GNSS.		Nadm. výška (BpV)	420.02	
Poznámka: Na fotografii je bod demonstrován červeným pásmem.		Nárys nebo detail		

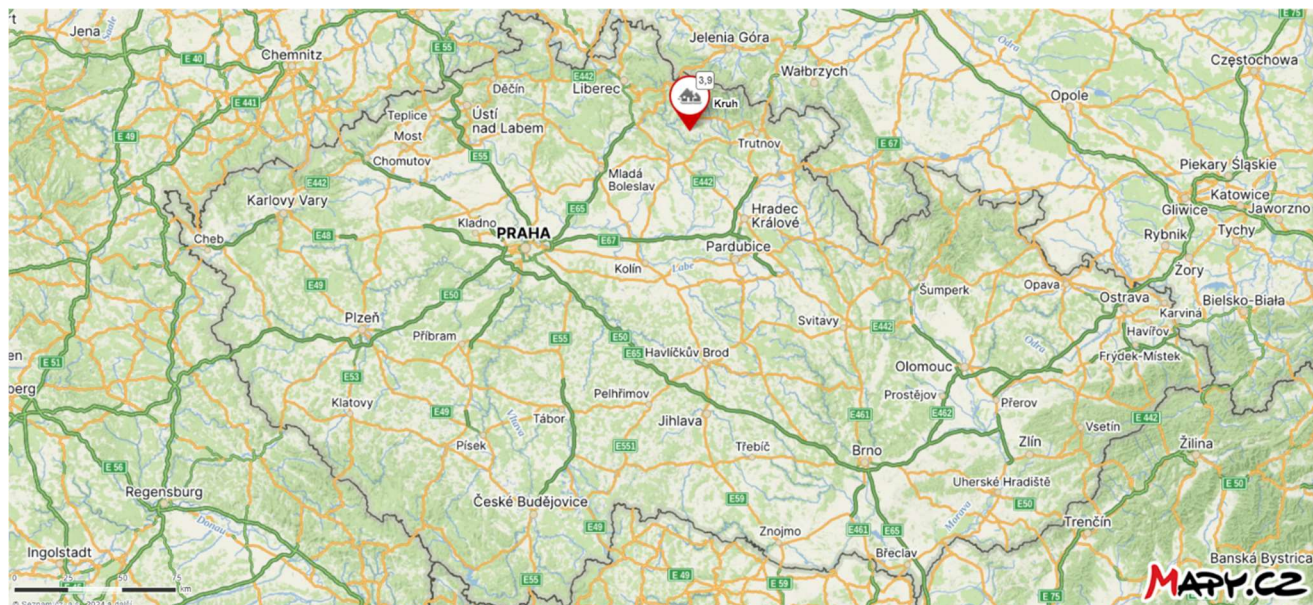
Obr. č. 7 – Geodetické údaje podrobného bodu 612

## 4 Praktická část

### 4.1 Obec Kruh

„Obec Kruh leží v západní části Podkrkonoší, v okrese Semily, k.ú. Kruh 675199. Kruh je obcí podhorského charakteru s rozptýlenou zástavbou. Osou výrazně protáhlého půdorysu obce je Kružský potok. První záznam o Kruhu je z roku 1386, kdy je zmiňován Jindřich z Kruhu.“ V současné době v obci žije 470 osob. [8]

Nejvýznamnější památkou obce je Tuláčkův statek. Jedná se o budovu postavenou v roce 1760, kterou v dnešní době vlastní fakulta architektury ČVUT a využívá ji pro účely výuky. „Bývalá hospodářská usedlost čp. 1, podle dřívějšího majitele zvaná Tuláčkův statek, stojí na malém návrší na východní straně obce při silnici odbočující do Roztok u Jilemnice. Statek představuje významnou ukázkou pozdně barokní lidové architektury, typickou roubenou konstrukcí a výzdobou štítů pro oblast severovýchodních Čech.“ [9]



Obr. č. 8 - Poloha obce Kruh na mapě ČR [10]

### 4.2 Rozvržení prací

V obci Kruh už bylo po dobu několika let budováno podrobné polohové bodové pole pro účely výuky v terénu z předmětů Mapování a Katastr nemovitostí (VYMK). Výuku organizuje katedra Geomatiky na fakulty stavební ČVUT v Praze. Toto bodové pole bylo budováno v průběhu několika let, proto číslování bodů není v současné době v jedné číselné řadě, body nejsou v jednotné přehledce a pole je potřeba doplnit v místech, kde je hustota bodového pole pro potřeby výuky nedostatečná. Proces kontroly a doplnění bodového pole se skládá ze tří částí, kterými jsou rekognoskace terénu, zaměření bodů, následné zpracování měření a tvorba grafických výstupů.



### 4.3 Přípravné práce

V prvním kroku práce bylo potřeba shromáždit všechny potřebné podklady. Od vedoucího VYMK pana inženýra Martina Tauchmana jsem obdržel geodetické údaje o PPBP, které byly vytvořeny v rámci výuky v letech 2021, 2022 a 2023. Z těchto údajů jsem v programu Microstation vytvořil pracovní přehledku pro snadnější orientaci v terénu. Jelikož se měření na VYMK také opírá o body státních bodových polí, bylo nutné zkontrolovat stav a přístupnost trigonometrických a zhušťovacích bodů v obci.

### 4.4 Rekognoskace

Rekognoskace proběhla na konci října roku 2023, každý bod bodového pole jsem v terénu vyhledal pomocí místopisů a zajišťovacích měř. U bodů školního bodového pole jsem také zkontroloval a doplnil původní místopisy, některé údaje se od jejich vytvoření změnilo nebo byly v původních místopisech vynechány. Bylo je proto potřeba pozměnit a doplnit. V této fázi jsem také všechny body nafotil, abych je mohl vložit jako detaily do nově vytvořených místopisů. Vzhledem k tomu, že velká většina bodů je v lokalitě stabilizována pomocí měřičských hřebů, které by nebyly na fotografiích vidět, demonstroval jsem body na fotografiích červeným pásmem, nebo hrotem výtyčky.



Obr. č. 9 - Fotografie bodu 615



Obr. č. 10 - Fotografie bodu 623

Podle zajišťovacích měř jsem našel všechny body školního PPBP, body byly v dobrém stavu. Pouze bod 615 jsem musel vykopat z pod nánosů štěrku a hlíny, bod se totiž nachází blízko sjezdu na štěrkovou cestu, takže jeho zahrnutí hlínou je pravděpodobné i v budoucnu. Bod je ale takto umístěn, aby nebyla narušena viditelnost mezi jednotlivými body.

Zkontroloval jsem také body ZPBP využitelné pro připojení během terestrického měření k doplnění PPBP. Stabilizace trigonometrických bodů 5 a 34 (oba na TL 1506) nebyla nijak poškozena. Bod 5 byl zarostlý v bezovém keři, který jsem musel vystříhat, aby byl použitelný jako orientace.

Zhušťovací bod 218 byl ve výborném stavu. Bod 277 měl ohnuté ochranné tyče a byl zavalený hlínou a trávou, ale samotný bod byl v pořádku. Zhušťovací bod 240 nebyl nalezen pomocí zajišťovacích měř. V místech, kde by se měl nacházet došlo k velkým změnám oproti místopisu z roku 1998, takže byl bod nahlášen na stránkách Zeměměřičského úřadu jako zničený.

V obci se také nachází podrobné polohové bodové pole vytvořené katastrálním úřadem, tyto body jsem také zkontroloval. Bod 523 se nachází na rohu budovy, která byla podle majitele čtyři roky po jeho stabilizaci rekonstruována, bod je potřeba znovu zaměřit. Bod 525 nebyl nalezen, v jeho okolí došlo ke značné zemědělské činnosti, bod byl pravděpodobně zničen. Bod 529 byl zničen při rekonstrukci chodníku. Změny na těchto bodech jsem nahlásil Zeměměřičskému úřadu.

Výsledky rekognoskace jsem vyplnil do formulářů o Oznámení závad a změn na bodech bodového pole podle vzoru desáté a jedenácté přílohy Návodů na obnovu katastrálního operátu, tyto formuláře jsou odevzdány jako přílohy této práce.

The screenshot shows the web interface of the Land Surveying Office (Zeměměřičský úřad). The header includes the logo and navigation links: CZEPOS, BODOVÁ POLE, Polohové bodové pole, Přehledy, and Kontakty. The main heading is 'Hlášení o závadách bodů bodového pole'. Below it, a note states: 'Formulář slouží k zaslání informací o zničení nebo poškození bodu, příp. k nahlášení nesouladu mezi geodetickými údaji o bodu a skutečnosti.' The current step is 'Krok 2 - vložení popisu a odeslání hlášení (vyplnění polí pro popis i e-mailovou adresu je povinné)'. The form contains the following fields and text:

- Adresát: lb.dataz@czuk.cz
- Předmět: Hlášení závad TB nebo ZhB - zničení bodu
- Typ bodu: zhušťovací bod
- Číslo TL: 0810 , číslo bodu: 240.0
- Katastrální území: Kruh, obec: Kruh, okres: Semily
- Bod spravuje: Katastrální úřad pro Liberecký kraj se sídlem v Liberci
- Popis zjištěných skutečností s datem zjištění závady: Bod 240 nebyl nalezen pomocí zajišťovacích měř. v místě kde by se měl nacházet došlo k hospodářské činnosti, takže byl bod pravděpodobně zničen. Zjištění závady: 27.10.2023
- kontaktní e-mailová adresa pro zaslání kopie hlášení: jakub.turek002@gmail.com
- kontrolní kód: DKqbl

Buttons for 'Pokračovat' and 'Zpět' are visible at the bottom. A note at the very bottom reads: 'V případě nečitelnosti kontrolního kódu lze vygenerovat nový klepnutím na obrázek s kódem.'

Obr. č. 11 – Nahlášení zničení bodu 240

## 4.5 Přechíslování stávajících a volba nových bodů PPBP

Původní číslování bylo vedeno ve dvou číselných řadách, které začínaly body 701 a 801. V těchto řadách byly již také některé body zrušeny, z tohoto důvodu jsem obdržel pokyny od vedoucího práce, že již stabilizované přechíslované body budou číslovány v číselné řadě od bodu 601 do bodu 624, nově vytvořené body pak budou začínat bodem 625. Tím by mělo být zaručeno, že současné ani případně další nově vytvořené body, nebudou mít shodné číslo jako body, které byly již zrušeny.

Nové číslo	Původní číslo	Způsob stabilizace	Popis bodu
601	803	hřeb	U Odbočky
602	807	hřeb	U Louky
603	714	hřeb	U Školy
604	811	hřeb	V Uličce
605	808	hřeb	U Sokolovny
606	809	hřeb	U Hřiště
607	810	hřeb	V Ulici
608	712	hřeb	U Koupaliště
609	711	hřeb	U Továrny
610	710	hřeb	U Křižovatky
611	709	hřeb	U Hřbitova
612	804	hřeb	U Popelnice
613	805	hřeb	V Zatáčce
614	806	hřeb	U Transformátoru
615	706	hřeb	U Mostku
616	704	kamenný mezník	Za Hřbitovem
617	703	kamenný mezník	U Statku v Louce
618	618	roh budovy	Roh Statku
619	701	hřeb	Hřeb v Cestě
620	801	hřeb	U Přejezdu
621	802	hřeb	U Zahradnictví
622	707	hřeb	U Roubenky
623	717	hřeb	Na Hrázi
624	716	kamenný mezník	U Rybníka

Tabulka 3 - Přechíslování bodů školního PPBP

## 4.6 Použité měřičské přístroje

Po konzultaci s vedoucím práce bylo rozhodnuto, že zaměření stávajících bodů bude provedeno pomocí GNNS přijímače Trimble R2 metodou RTK. Nově určený bod 625 bude zaměřen polygonovým pořadem totální stanicí Leica TS02 ultra 7" s využitím trojpostavcové soupravy. Společně s ním byl zaměřen bod 618, který se nachází na rohu hospodářské budovy Tuláčkova statku a také se využívá pro měření v rámci výuky.

### 4.6.1 GNNS přijímač Trimble R2 (vyr. č.: 5849S10870)

Jedná se o moderní přístroj americké firmy Trimble, který využívá všech dostupných družicových systémů, kterými jsou americký systém GPS, ruský GLONNAS, evropský systém Galileo nebo čínský Beidou. Přístroj umožňuje přijímat korekce z různých zdrojů, jako například Trimble VRS Now nebo korekce CZEPOS. Při použití metody RTK má

přístroj horizontální přesnost 10 mm + 1 ppm a vertikální přesnost 20 mm + 1 ppm. Ke komunikaci s přijímačem byl použit kontroler Trimble TSC3 a výtyčka k přijímači Trimble. [11]



Obr. č. 12 - Trimble R2 [11]

#### 4.6.2 Měřičská metoda RTK

„V základní konfiguraci se měřicí aparatura skládá z přijímače po dobu měření umístěného na bodě o známých souřadnicích, tzv. „base“, a z přijímače, který se pohybuje po určovaných nebo vytyčovaných bodech, tzv. „rover“. Měření je počítáno v reálném čase, mezi base a rover musí být permanentní datové spojení. Base může být nahrazen sítí virtuálních stanic, pak měření probíhá pouze s jedním přijímačem s trvalým připojením na internet k poskytovateli korekcí. Toto řešení je v současné době jednoznačně nejpoužívanější.“ [11]



Obr. č. 13 - Síť referenčních stanic Trimble VRS Now [6]



#### 4.6.3 Sít' Trimble VRS Now

Pro měření RTK jsem využil sít' referenčních stanic Trimble VRS Now Czech poskytovanou společností Geotronics Praha. Této firmě bych chtěl poděkovat za poskytnutí bezplatných korekcí pro mé měření. Sít' VRS Now má v České republice 29 referenčních stanic a 10 stanic v okolních státech pro pokrytí celého území České republiky. Sít' umožňuje přijímat signály ze všech čtyř hlavních satelitových systémů. [6]

#### 4.6.4 Totální stanice Leica TS02 (vč. 1348837)

Terestrické měření jsem prováděl totální stanicí TS02 ultra 7“ od výrobce Leica, jedná se o přístroj pro standardní měřické práce střední až nižší přesnosti. Totální stanice dosahuje přesnosti v 1.5 mgon v měření směru a 2 mgon v měření zenitového úhlu. Totální stanice je vybavena dálkoměrem, který při měření s hranolem dosahuje přesnosti 1.5 mm + 2ppm, měření bez odrazného hranolu lze provádět do vzdálenosti 500 m a v tomto případě výrobce uvádí přesnost dálkoměru 2 mm + 2 ppm. Totální stanice je vybavena dalekohledem s třicetinasobným zvětšením, jednoduchou alfanumerickou klávesnicí a černobílým displejem. [12] Při měření trojpodstavcovou soupravou jsem používal odrazné hranoly Leica typu GPR111 a stavivy Leica WILD GST20 a GST05. Všechny měřičské pomůcky jsem dostal zapůjčeny z katedry Geomatiky. Totální stanice byla v listopadu roku 2023 ratifikována, kopie ratifikačního protokolu je přílohou této práce.



Obr. č. 15 - Totální stanice Leica TS02



Obr. č. 14 - Odrazný hranol Leica GPR111

## 4.7 Měření metodou GNSS

Před samotným měřením jsem musel vyřešit dva problémy s GNSS přijímačem. Po vložení SIM karty, která byla chráněna PIN kódem jsem tento kód zadal do kontroleru, který se připojil k internetu, anténa přijímače se však nedokázala připojit k internetu s takto zabezpečenou kartou. Druhým problémem bylo, že v přijímači vypršelo předplatné korekčních dat a bylo potřeba ho obnovit. Oba tyto problémy mi pomohl vyřešit zákaznický servis firmy Geotronics Praha.

Tabulka PDOP a časového odstupu měření					
č.b	První měření		Druhé měření		časový odstup
	PDOP	satelity	PDOP	satelity	
601	1.13	19	1.17	19	2:51:01
602	1.14	19	1.13	20	2:52:00
603	1.18	19	1.31	18	2:45:00
604	1.52	17	1.37	18	2:45:58
605	1.54	17	1.28	18	2:46:00
606	1.12	20	1.26	19	2:47:01
607	1.46	18	1.35	18	2:46:01
608	1.23	20	1.14	21	2:30:01
609	1.63	16	1.33	18	2:29:02
610	1.36	19	1.21	20	2:28:02
611	1.49	19	1.16	22	2:27:00
612	1.19	19	1.51	20	1:44:57
614	1.61	13	1.39	21	2:05:02
615	1.81	15	1.29	20	2:16:00
616	1.35	20	1.16	22	2:22:01
617	1.61	17	1.53	18	2:48:59
619	1.30	19	1.20	20	2:30:00
620	1.09	20	1.31	19	2:49:58
621	1.17	19	1.24	19	2:41:59
622	1.55	18	1.41	20	2:24:59
623	1.26	17	1.21	18	2:41:00
624	1.70	13	1.21	18	2:56:02

Tabulka 4 - Porovnání kvality měření metodou RTK

Měření jsem prováděl 6. 1. 2024. Založil jsem novou zakázku, kterou jsem vhodně pojmenoval a připojil jsem se k referenční síti Trimble VRS Now. Výška antény byla při měření na všech bodech nastavena na hodnotu 2 metry, měřenou k spodku závitů antény. Na každém bodě jsem měření prováděl po dobu 30 sekund.

Většina bodů je umístěna na volném prostoru, takže měření bylo fixováno a nebyl problém dosáhnout dostatečného počtu družic, kromě bodu 624, který se nachází pod stromem. Abych zajistil nezávislé výsledky měřených souřadnic, tak jsem po dokončení měření na všech bodech jsem opakoval, minimální časový odstup v měření dvou bodů byl 1 hodina a 45 minut. Po dokončení měření jsem vyplnil Technickou zprávu o měření GNSS, která je odevzdána jako příloha této práce.



## 4.8 Stabilizace nového bodu 625

Nový bod 625 jsem stabilizoval tak, aby odpovídal Návodu pro obnovu katastrálního operátu. Použil jsem proto závrtný znak, který jsem obdržel od vedoucího bakalářské práce. Znak jsem umístil k stožáru transformační stanice, toto místo jsem zvolil tak, aby na bod byla dobrá viditelnost z areálu okolo Tuláčkova státního, umístění k trafostanici by také mělo zajistit, že bod nebude zničen zemědělskou činností. O stabilizaci bodu 625 jsem vyplnil protokol o oznámení zřízení a ochraně měřičské značky.



Obr. č. 15 - Stabilizace bodu 625



Obr. č. 16 - Stabilizovaný bod 625

## 4.9 Terestrické měření

K souřadnicovému určení bodů 625 a 618 jsem vedl polygonový pořad mezi body 619 a 617. Jelikož polygonový pořad je souřadnicově připojen na známé body a na obou koncích jsem měřil orientace, jedná se o oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad. Měření polygonového pořadu trojpodstavcovou soupravou by bylo velice náročné pro jednu osobu, proto mi s prací pomáhal spolužák Albert Čihák, kterému bych tímto chtěl poděkovat. Stejně jako u měření přijímačem GNSS i terestrické určení nových bodů PPBP bylo třeba udělat dvakrát. Při měření polygonových pořadů jsem dbal nařízení Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod.

Nejprve jsem založil novou zakázku, nastavil jsem do totální stanice hodnoty teploty a tlaku. Jelikož jsem měřil na standardní hranol Leica nastavil jsem také konstantu odrazného hranolu příslušnou na hodnotu.

První polygonový pořad jsem začal na bodě 619. Jako orientace jsem využil trigonometrický bod 5(1506), zhušťovací bod 277(1506) a bod 620, na tyto bylo možné

měřit směry i délky, využil jsem také zhušťovací bod 201(1501), kterým je makovice věže kostela v sousední obci Roztoky u Jilemnice. Při prvním polygonovém pořadu jsem použil tři nové dočasně stabilizované body 4001 a 4002 na louce mezi body 619 a 625 a bod 4003 na louce u Tuláčkova statku mezi body 625 a 617. Bod 618, kterým je roh budovy Tuláčkova statku jsem zaměřil polární metodou ze stanovisek 625 a 4003. Na posledním bodě 617 jsem opět zaměřil všechny dostupné orientace, kterými byly body 616, na který jsem zaměřil směr i délku, a bod 526, kterým je špička střechy hřbitovní kaple v Kruhu.

Při druhém zaměření jsem postupoval obdobně jako při prvním polygonovém pořadu. Opět jsem vycházel z bodu 619 a změřil všechny dostupné orientace. Změnil jsem počet dočasně stabilizovaných stanovisek a mezi body 619 a 625 jsem umístil jedno stanoviště 4004. Tímto krokem jsem neporušil poměr dvou po sobě následujících stran 1:3. Druhé přechodně stabilizované stanoviště 4005 jsem umístil do přibližně stejných míst jako bod 4003 při prvním měření. Bod 618 jsem zaměřil opět ze dvou stanovisek polární metodou.

Při zaměření bodu 613 metodou RTK jsem zaměřil bod, který se nachází ve stejných místech, jednalo se však o bod bodového pole, která bylo pravděpodobně vybudováno při rekonstrukci rodinného domu č.p. 90. V době terestrického měření jsem již neměl k dispozici GNSS přijímač, proto jsem zaměřil tento bod polární metodou ze dvou stanovisek 612 a 614. Na každém bodě jsem zaměřil jednu orientaci, pro bod 612 to byl bod 610 a pro bod 614 jsem jako orientaci využil bod 615.

## 5 Zpracování naměřených dat

### 5.1 Zpracování měření GNSS

Ke stáhnutí protokolu o měření GNSS měření jsem použil USB flash disk. Ke zhodnocení přesnosti výsledků jsem porovnal základní střední souřadnicovou chybu  $m_{xy}$  s mezní souřadnicovou chybou  $u_{xy}$ . Základní střední souřadnicovou chybu jsem vypočítal podle vzorce uvedeném v kapitole 3.5.3. Hodnoty  $m_x$ ,  $m_y$  a  $m_z$  jsem vypočítal jako kvadratický součet rozdílů prvního a druhého měření s aritmetickým průměrem hodnot. Mezní souřadnicová chyba se vypočítá jako dvojnásobek základní střední souřadnicové chyby určené pro PPBP, kterou je hodnota 0.06m. Výslednými hodnotami souřadnic je průměr prvního a druhého měření.

Žádná základní střední souřadnicová chyba nepřekročila mezní souřadnicovou chybu. Všechna měření tedy odpovídají požadované přesnosti pro práci v Katastru nemovitostí, navzdory tomu bylo po opětovném terestrickém zaměření bodů 623 a 624 studenty během výuky v terénu zjištěno, že bod 624 neodpovídá úhlovému uzávěru, to potvrzuje, že při měření metodou GNSS pod stromem došlo k nějaké chybě v příjmu signálu. Z toho důvodu jsem jako finální souřadnice bodu 624 použil souřadnice z původního terestrického měření, to samé jsem udělal i pro bod 623, aby oba body byly určeny stejnou metodou.

Průměrné hodnoty				Posouzení výsledků			
č.b.	Y [m]	X [m]	Z [m]	$m_y$ [m]	$m_x$ [m]	$m_z$ [m]	$m_{xy}$ [m]
601	660911,38	999559,49	430,80	0,01	0,00	0,00	0,01
602	660949,67	999628,22	431,03	0,01	0,00	0,00	0,01
603	660986,70	999749,93	428,82	0,00	0,01	0,00	0,01
604	661021,25	999921,77	429,87	0,00	0,01	0,00	0,01
605	661057,16	999973,60	426,13	0,01	0,00	0,01	0,01
606	661170,63	999848,39	428,23	0,00	0,00	0,01	0,00
607	661142,89	999810,35	430,21	0,00	0,01	0,02	0,01
608	661218,60	1000088,22	424,31	0,01	0,00	0,00	0,01
609	661355,88	1000190,81	422,67	0,01	0,00	0,01	0,01
610	661429,21	1000293,83	421,60	0,00	0,02	0,01	0,02
611	661520,48	1000260,59	429,29	0,01	0,01	0,01	0,01
612	661453,58	1000507,59	418,02	0,01	0,00	0,01	0,01
614	661437,67	1000741,85	414,69	0,01	0,01	0,00	0,01
615	661352,59	1000855,38	413,58	0,01	0,00	0,01	0,01
616	661744,76	1000210,79	447,70	0,00	0,01	0,00	0,01
617	661136,88	1000279,42	441,67	0,00	0,01	0,01	0,01
619	660581,78	1000251,05	450,75	0,00	0,01	0,01	0,01
620	660377,52	999699,21	447,48	0,01	0,00	0,01	0,01
621	660651,81	999709,01	442,37	0,00	0,01	0,01	0,01
622	661270,35	1001072,77	410,82	0,01	0,02	0,00	0,02
623	661335,11	998792,58	448,91	0,00	0,01	0,00	0,01
624	661500,63	998692,15	449,02	0,01	0,04	0,12	0,04

Tabulka 5 - Výsledky měření technologií GNSS

## 5.2 Zpracování terestrických měření

Zápisníky měření jsem stáhnul ve formátu .mes pomocí USB flash disku z totální stanice. Zápisník jsem nahrál do programu Groma společně se souřadnicemi všech připojovacích bodů.

Jelikož je měření prováděno na relativně velké vzdálenosti, v prvním kroku jsem pomocí funkce Křovák vypočítal měřítkový koeficient, jako vstupní argument funkce Křovák jsem použil souřadnice trigonometrického bodu 5.

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

Pravouhlé souřadnice:		Polární souřadnice:	
Y:	660823.700	Ro:	1199082.996 m
X:	1000555.880	Epsilon:	33.44302920 °
Z:	470.300	Kartografické souřadnice:	
		Šířka:	79.38863190 °
		Délka:	34.12816213 °

Měřítkový koeficient:	
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava z kartografického zkreslení	1.000023515972
<input checked="" type="checkbox"/> Oprava z nadmořské výšky:	0.999926298827
Výsledný měřítkový koeficient:	0.999949813066

Buttons: Nastavit, Výpočet

Obr. č. 16 - Výpočet zkreslení

Měření jsem prováděl ve dvou polohách dalekohledu, proto jsem využil funkci programu Groma na zpracování zápisníku. Tato funkce také umožňuje zavést do měření další opravy, vybral jsem tedy vhodné redukce a nechal jsem program zpracovat zápisník.

The screenshot shows the 'Zpracování zápisníku' window with the following settings:

- Soubor: H:\BP\Groma - screeny\měření1.mes
- Teodolit: Neznámý teodolit (Nastavení ...)
- Opravit:  Všechny,  Označené
- Opravy:
  - Redukovat šikmé délky na vodorovné
  - Zpracovat měření v obou polohách
  - Redukovat směry
  - Opravit indexovou chybu
  - Opravit refrakci (Nastavení refrakce...)
  - Vypočítat převýšení
  - Redukovat převýšení na spojnici stabilizačních značek
  - Zpracovat opakovaná měření
  - Zpracovat obousměrně měřené délky a převýšení
- Volby:  Pouze do protokolu
- Buttons: Návod, Opravit

Obr. č. 17 - Zpracování zápisníku

Po zpracování zápisníku a zavedení všech redukcí, jsem vypočítal polygonový pořad. Nejprve jsem do funkce Polygonový pořad zadal měření na všechny orientace jak začátku, tak na konci pořadu, pak jsem postupně vkládal všechna měřená data. Po vypočtení všech bodů pořadu jsem vypočítal souřadnice bodu 618 polární metodou ze dvou stanovisek. Výsledné souřadnice jsou aritmetickým průměrem měření z obou stanovisek. Následně jsem výpočet provedl i pro druhý polygonový pořad.

Obr. č. 18 - Výpočet polygonového pořadu

Po dopočítání polygonového pořadu jsem vypočítal v programu Groma souřadnice bodu 613 polární metodou a volným stanoviskem, jeho výsledné souřadnice jsou opět aritmetickým průměrem měření ze dvou stanovisek.

Výsledné souřadnice terestricky určených bodů		
č.b.	Y	X
625	661027,77	1000214,23
618	661086,02	1000223,89
613	661433,77	1000573,75

Tabulka 6 - Výsledné souřadnice terestricky určených bodů

### 5.2.1 Zhodnocení přesnosti terestrického měření

Abych mohl ověřit přesnost mého měření, vypočítal jsem mezní polohovou a úhlovou odchylku podle Návodu na obnovu a převod. Zjištěné hodnoty jsem následně porovnal s hodnotami, kterých jsem dosáhl při měření. Jelikož jsem se při měření připojoval i na podrobného polohového bodového pole, odchylky jsem počítal podle vzorců v posledním řádku Tabulky 1 na stránce 8 .

První polygonový pořad	
Mezní uhlová odchylka [mgon]	25
Měřená uhlová odchylka [mgon]	6
Mezní polohová odchylka [m]	0.144
Měřená polohová odchylka [m]	0.077

Tabulka 7 - Zhodnocení přesnosti prvního polygonového pořadu

Druhý polygonový pořad	
Mezní uhlová odchylka [mgon]	22
Měřená uhlová odchylka [mgon]	9,1
Mezní polohová odchylka [m]	0.144
Měřená polohová odchylka [m]	0.044

Tabulka 8 - Zhodnocení přesnosti druhého polygonového pořadu



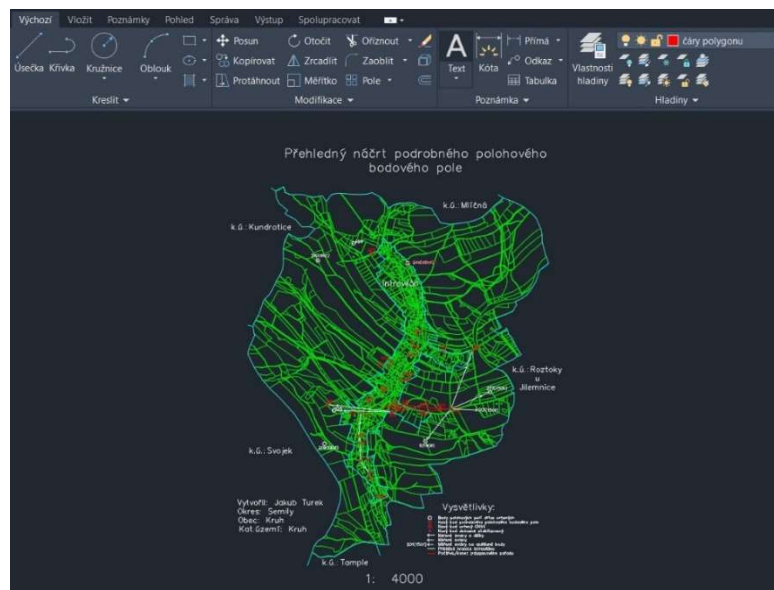
Všechny polohové i úhlové odchylky jsou menší než požadované mezní odchylky, měření polygonového pořadu tedy splnilo požadovanou přesnost a výsledné souřadnice bodů 625 a 618 odpovídají požadované přesnosti.

Zaměření bodu 613 také odpovídá požadované přesnosti, pro měření mezi body PPBP, protože splňuje mezní odchylku ve směru i délce

### 5.3 Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole

Po získání souřadnic všech bodů jsem začal s tvorbou grafických výstupů mé práce. Jako podklad přehledného náčrtu jsem využil katastrální mapu k.ú. Kruh, kterou jsem stáhnul z webu ČÚZK ve formátu .dgn, tato data jsou zdarma distribuována zeměměřičským úřadem na internetové adrese [13].

Výkres jsem zpracovával v programu AutoCAD LT 2024. Při zpracování jsem se řídil devátou přílohou Návodu pro obnovu a převod [2]. Nejprve jsem do programu nahrál souřadnice bodů, u kterých bylo nutno prohodit pořadí souřadnic Y a X, zároveň bylo také nutné, abych obě souřadnice zadával jako záporné. Následně jsem si vytvořil čtyři blokové značky pro body. Ve výkresu jsem odlišoval body polohových polí, které byly určeny již dříve, body nově určené metodou GNSS, nové body určené terestricky a nové body, které jsou pouze dočasně stabilizované. Po označení všech bodů, jsem do přehledky vyznačil oba polygonové pořady a orientace na počátečním a koncovém bodě. To samé jsem vyznačil i pro terestricky určovaný bod 613. Pro zpřehlednění výkresu jsem také vyznačil průběh intravilánu. Výkres jsem opatřil nadpisem, vysvětlivkami, a popisy okolních katastrálních území. Návod pro obnovu doporučuje měřítko výkresu 1: 5000, ale umožňuje tisknout přehledný náčrt i v jiném vhodném měřítku. Já jsem proto zvolil výkres tisknout v měřítku 1:10 000 na velikost papíru A3 a v měřítku 1 : 20 000 na velikost papíru A4. Vytvořil jsem také detail průběhu polygonového pořadu, protože polygonový pořad probíhá pouze na malé části území a v celkovém výkresu, by mohl být špatně čitelný.



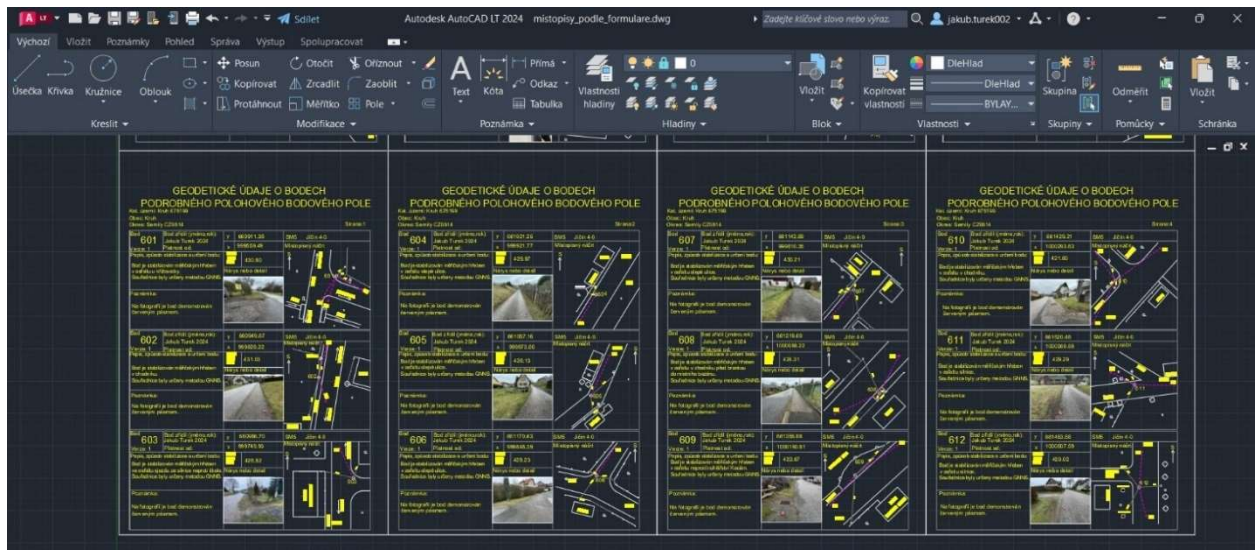
Obr. č. 19 – Ukázka tvorby přehledného náčrtu prostředí AutoCAD LT

## 5.4 Geodetické údaje o bodech PPBP

Dalším grafickým výstupem jsou výkresy s geodetickými údaji o bodech PPBP. Výkresy jsem vytvářel opět v programu AutoCAD LT 2024 a jako vzor jsem použil třináctou přílohu Návodu pro obnovu a převod [2]. Vycházel jsem z místopisných náčrtů, které jsem vytvořil v rámci rekognoskace na podkladě původních místopisů.

Jednotlivé geodetické údaje o bodech PPBP obsahují souřadnice bodu v S-JTSK, jeho výšku v systému BpV, pokud byla u bodu měřena, fotografii bodu, popis jeho stabilizace a metody určení.

Vytvořil jsem také tabulku použitých kartografických znaků, vytvořenou podle webu Databáze kartografických znaků [14], která je umístěna na konci údajů o bodech PPBP a umožňuje snazší orientaci v místopisných náčrtech. Geodetické údaje jsem vytisknul po třech bodech na jednu stránku A4.



Obr. č. 20 - Ukázka tvorby geodetických údajů v programu AutoCad LT

## 5.5 Uživatelská přehledka

Posledním grafickým výstupem mé práce je přehledka bodového pole, kterou jsem vytvořil v softwaru ArcGIS Pro. V přehledce odlišuji body školního bodového pole a body trigonometrické a zhušťovací. Jako podkladovou mapu jsem využil jednu ze základních podkladových map softwaru, která je vytvořena na základě OpenStreetMap. Přehledka je opatřena legendou, grafickým i číselným měřítkem, nadpisem a tiráží. Přehledku bodového pole jsem vytisknul ve formátech A3 v měřítku 1 : 8000 a A4 v měřítku 1 : 12 000.

## 6 Závěr

Výsledkem bakalářské práce je polohové určení bodů podrobného polohového bodového pole pro potřeby výuky v terénu z mapování a katastru nemovitostí v obci Kruh. Byly zaměřeny již stabilizované body, kterým byly přiřazeny nové souřadnice. Body byly přečíslovány do jednotné číselné řady. Bodové pole bylo zhuštěno nově určeným a stabilizovaným bodě 625.

Před měřením byla provedena rekognoskace stávajícího bodového pole. Body byly vyhledány a připraveny k zaměření. Měření již stabilizovaných bodů bylo provedeno metodou GNSS, body byly zaměřeny dvakrát a bylo zkontrolováno nepřekročení mezní souřadnicové chyby, kterému všechny body vyhověly. Výsledné souřadnice metodou GNSS byly učeny jako aritmetický průměr dvou měření.

K určení souřadnic nově stabilizovaného bodu 625 a bodu 618 na budově výukového centra byly vedeny dva polygonové pořady. Polygonový pořad odpovídá požadované přesnosti polygonovému pořadu připojenému k bodů podrobného polohového bodového pole. Výsledné souřadnice bodů byly učeny aritmetickým průměrem souřadnic z obou polygonových pořadů.

Výpočty byly prováděny v programech Excel a Groma. Z vypočtených souřadnic byl v programu AutoCad LT 2024 vytvořen přehledný náčrt. Ke všem bodům, školního bodového pole byly z místopisných náčrtů a zjištěných souřadnic vytvořeny geodetické údaje.

Výsledky této práce nyní mohou sloužit jako podklad praktické výuky ve výukovém středisku Kruh.



## 7 Seznam použitých zkratek

ZPBP	Základní polohové bodové pole
AGS	Astronomicko – geodetická síť
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
ZhB	Zhušťovací bod
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
ČSNS	Česká státní nivelační síť
GNSS	Global navigation satellite system
GPS	Global positioning system
$m_{xy}$	Základní střední souřadnicová chyba
$m_y$	Střední chyba určení souřadnice Y
$m_x$	Střední chyba určení souřadnice X
$U_{xy}$	Mezní souřadnicová chyba
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
BpV	Výškový systém – Balt po vyrovnání
ČVUT	České vysoké učení technické
VYMK	Výuka v terénu z předmětů Mapování a Katastr nemovitostí
TL	Triangulační list
ppm	Pars per milion
RTK	Kinematické určování polohy v reálném čase
vyr. č.	Výrobní číslo
SIM	Účastnická identifikační karta (Subscriber identity module)
PIN	Osobní identifikační číslo (Personal identification number)
č.p.	Číslo popisné
.dwg	Nativní formát souborů programu AutoCad
USB	Univerzální sériová sběrnice
PDOP	Parametr přesnosti (position dilution of precision)

## 8 Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 - Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů [2]</i> .....	15
<i>Tabulka 2 - Mezní odchylky pro měření mezi body bodových polí [2]</i> .....	16
<i>Tabulka 3 - Přečíslování bodů školního PPBP</i> .....	21
<i>Tabulka 4 - Porovnání kvality měření metodou RTK</i> .....	24
<i>Tabulka 5 - Výsledky měření technologií GNSS</i> .....	27
<i>Tabulka 6 - Výsledné souřadnice terestricky určených bodů</i> .....	29
<i>Tabulka 8 - Zhodnocení přesnosti prvního polygonového pořadu</i> .....	29
<i>Tabulka 7 - Zhodnocení přesnosti druhého polygonového pořadu</i> .....	29

## 9 Seznam obrázků

<i>Obr. č. 1 - Rozdělení bodových polí</i> .....	10
<i>Obr. č. 2 - Stabilizace a ochrana trigonometrického bodu</i> .....	11
<i>Obr. č. 3 - Stabilizace bodu s dvěma podzemními značkami [1]</i> .....	11
<i>Obr. č. 4 - Geodetické údaje bodu 915060050 [3]</i> .....	12
<i>Obr. č. 5 - Závrtný znak [7]</i> .....	14
<i>Obr. č. 6 - Podrobný bod jako roh budovy</i> .....	14
<i>Obr. č. 7 - Geodetické údaje podrobného bodu 612</i> .....	17
<i>Obr. č. 8 - Poloha obce Kruh na mapě ČR [10]</i> .....	18
<i>Obr. č. 9 - Fotografie bodu 615</i> .....	19
<i>Obr. č. 10 - Fotografie bodu 623</i> .....	19
<i>Obr. č. 11 - Nahlášení zničení bodu 240</i> .....	20
<i>Obr. č. 12 - Trimble R2 [11]</i> .....	22
<i>Obr. č. 13 - Síť referenčních stanic Trimble VRS Now [6]</i> .....	22
<i>Obr. č. 14 - Odrazný hranol Leica GPR111</i> .....	23
<i>Obr. č. 15 - Totální stanice Leica TS02</i> .....	23
<i>Obr. č. 16 - Výpočet zkreslení</i> .....	28
<i>Obr. č. 17 - Zpracování zápisníku</i> .....	28
<i>Obr. č. 18 - Výpočet polygonového pořadu</i> .....	29
<i>Obr. č. 19 - Ukázka tvorby přehledného náčrtu prostředí AutoCAD LT</i> .....	30
<i>Obr. č. 20 - Ukázka tvorby geodetických údajů v programu AutoCad LT</i> .....	31

## 10 Seznam použité literatury

- [1] Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního ze dne 1. února 1995, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením [online]. 1995 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-31>
- [2] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod [online]. 2015 [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: [https://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod\\_150150022.aspx](https://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod_150150022.aspx)
- [3] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. Geoportál [online]. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [4] Vyhláška č. 357/2013 Sb. o katastru nemovitostí (katastrální vyhláška) [online]. 2013 [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-357>
- [5] PROF. ING. MARTIN ŠTRONER, PH.D. Globální navigační satelitní systémy (GNSS) [online]. In: [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: [https://k154.fsv.cvut.cz/wp-content/uploads/2022/01/GNSS\\_obs.pdf](https://k154.fsv.cvut.cz/wp-content/uploads/2022/01/GNSS_obs.pdf)
- [6] GEOTRONICS PRAHA. O síti VRS Now [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: <https://geotronics.cz/produkty/gnss-korekce/o-siti/>
- [7] ZÁVRTNÝ ZNAK. In: Geoobchod [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.geoobchod.cz/cs/zavrtny-znak-12x12x12-cm/product>
- [8] Obec Kruh [online]. [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: <https://www.obeckruh.cz/o-obci>
- [9] FAKULTA ARCHITEKTURY ČVUT. Výukové středisko kruh [online]. [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: <https://www.fa.cvut.cz/cs/fakulta/organizacni-struktura/pracoviste/4536-vyukove-stredisko-kruh>
- [10] Mapy.cz [online]. [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [11] GEOTRONICS PRAHA, S. R. O. R2-GNSS-Receiver [online]. [cit. 2024-04-11]. Dostupné z: [https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/06/022516-200B-CZE\\_R2-GNSS-Receiver\\_DS\\_A4\\_1115\\_LR\\_Geotronics\\_novy.pdf](https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/06/022516-200B-CZE_R2-GNSS-Receiver_DS_A4_1115_LR_Geotronics_novy.pdf)
- [12] Leica FlexLine TS02plus [online]. [cit. 2024-04-18]. Dostupné z: <https://pdf.directindustry.com/pdf/leica-geosystems/leica-flexline-ts02plus/14324-254223.html>
- [13] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ. Katastrální mapa [online]. [cit. 2024-04-24]. Dostupné z: <https://services.cuzk.cz/dgn/ku/>
- [14] Databáze Kartografických znaků [online]. [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://geo.niwi.cz/projekt>

# 11 Seznam příloh

## Přílohy podle vyhlášky

- 675199\_PPBP\_00601\_gu
- 675199\_PPBP\_00601\_nacrt
- 675199\_PPBP\_00601\_prot
- 675199\_PPBP\_00601\_ss
- 675199\_PPBP\_00601\_zap
- 675199\_PPBP\_00601\_zavady
- 675199\_PPBP\_00601\_umisteni

## Ostatní přílohy

- uzivatelska\_prehledka\_PPBP
- protokol\_urceni\_bodu\_metodou\_GNSS
- vykres\_detail\_polygon
- kalibracni\_list