

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
**Zemědělská fakulta**

**Studijní program:** Zemědělská specializace

**Studijní obor:** Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

**Katedra** Krajinného managementu

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů  
jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu dané  
lokality**

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Magdalena Maršíková

**Autor:** Vladimír Čtvrtník

České Budějovice, duben 2015

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vladimír ČTVRTNÍK**  
Osobní číslo: **Z12013**  
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
Název tématu: **Návrh, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu dané lokality**

Zadávací katedra: **Katedra krajinného managementu**

### **Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :**

Cílem práce je navrhnout, stabilizovat a zaměřit síť polohových bodů, tyto doplnit nadmořskými výškami a vyrovnat. Měření bude provedeno metodou geodetickou a metodou GNSS.

1. Podrobná rekognoskace lokality, vyhledání a ověření stávajícího bodového pole.
2. Volba, stabilizace a zaměření bodového pole.
3. Bodové pole zaměřit geodeticky a metodou GNSS.
4. Zpracování výpočetních prací.
5. Vyhotovení grafických příloh s příslušnými náležitostmi.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **35 stran textu**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

Hánek, P., a kol.: Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí. České Budějovice 2008  
Ratiborský, J.: Geodézie 10. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005, 2. vydání.  
Skořepa, Z.: Geodezie 10, 20. (Návody na cvičení) Doplňkové skriptum. Praha, 1999 Vydavatelství ČVUT  
Novák, Z., Procházka, J.: Inženýrská geodézie 10, Nakladatelství ČVUT, Praha, 1998  
Vitásek, J., Nevošád, Z.: Geodezie I (Měření směrů a úhlů), Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1999  
Nevošád, Z., Vitásek, J., Bureš, J.: Geodézie IV. Souřadnicové výpočty. CERM Brno, 2002  
Láska Z., a kol.: Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi, Učební texty k semináři, VUT v Brně, 2010  
Rapant P.: Družicové polohové systémy. VŠB-TU Ostrava, 2002  
Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod. ČÚZK, Praha  
Zákon č. 256/2013 Sb. o katastru nemovitostí  
Pravidla ČÚZK pro přejímání a hodnocení výsledků určení bodů PPBP a podrobných bodů technologií GPS ze dne 20. 1. 2004

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Magdalena Maršíková**  
Katedra krajinného managementu


Datum zadání bakalářské práce: **17. března 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2015**

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ④  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 17. března 2014

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Ing. Magdaleně Maršíkové za odborné vedení práce a cenné rady k danému tématu bakalářské práce.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to- v nezkrácené podobě- v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 15. dubna 2015

.....  
Vladimír Čtvrtník

## **Abstrakt**

Projekt je prováděn v kontextu s budoucími projekty v dané lokalitě. Cílem této práce je navržení, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů tak, aby následně sloužily jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu. Práce představuje souhrn teoretických a praktických technických postupů směřujících k získání výsledků pomocí metod terestrických a GNSS. Práce se také zaměřuje na porovnání těchto metod. Provedené geodetické práce zajistily všechny podklady pro budoucí práce v požadované kvalitě. Výsledkem je hotové bodové pole vyhovující požadavkům pro následné podrobné měření v dané lokalitě.

## **Klíčová slova**

Geodezie, měření, výškopis, polohopis, lokalita, GNSS

## **Abstract**

The project proceed in the context of future projects in the examined locality. The main aim of this work is to design, build and do a geodetic survey of network of triangulation, and also secure geodetic base for the future topographic and altimery measurements. The project is comprised of the theoretical and practical technical process of obtaining results by terestrial and GNSS methods. The project is also focused on the comparison of these methods. All needed materials for the following measurements was secured by the surveying work, and of the required quality. The final product of this project is the complete network of triangulation, which fulfil the requirements of the subsequent geodetic measurements in the examined locality.

## **Key words**

Geodesy, surveying, altimetry, topography, locality, GNSS

## Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	11
<b>2 Budování a doplnění podrobného bodového polohového pole</b> .....	11
2.1 <i>Měřická síť a pomocné body</i> .....	12
<b>3 Geodetické základy</b> .....	12
3.1 <i>Polohopisné geodetické základy</i> .....	13
3.1.1. Česká státní trigonometrická síť .....	13
3.1.2 S – JTSK .....	14
3.2 <i>Výškopisné geodetické základy</i> .....	15
3.2.1 Nivelační síť .....	15
3.2.2 Metody určování výšek .....	16
<b>4 Číslování bodů polohových polí</b> .....	17
4.1 <i>Obecná pravidla</i> .....	17
4.2 <i>Číslování pomocných bodů</i> .....	18
<b>5 Přípravné práce</b> .....	18
5.1 <i>Přehledný náčrt</i> .....	19
5.2 <i>Rekognoskace a volba nových bodů</i> .....	20
5.3 <i>Zřízení a ochrana měřické značky</i> .....	21
<b>6 Zaměřovací práce</b> .....	22
6.1 <i>Přesnost bodů PBPP</i> .....	22
6.2 <i>Zaměření bodů</i> .....	23
6.3 <i>Polygonový pořad</i> .....	23
6.4 <i>Měření délek</i> .....	25
6.4.1 Přesnost .....	25
6.4.2 Fyzikální redukce měřené délky .....	25
6.4.3 Matematické redukce .....	25
6.5 <i>Určení výšky</i> .....	27
6.6 <i>Výpočet souřadnic bodů v polygonových pořadech</i> .....	27
<b>7 Technologie GNSS</b> .....	28
7.1 <i>GPS</i> .....	29
7.1.1 Pokrytí signálem GPS .....	30
7.1.2 Určení polohy pomocí GPS .....	30
7.1.3 WGS – 84 .....	31
7.1.4 Přesnost systému GPS .....	31
<b>8 Geodetické údaje</b> .....	32
<b>9 Návrh, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu dané lokality</b> .....	33
9.1 <i>Přípravné práce</i> .....	33
9.1.1 Lokalita .....	33



<b>9.1.2</b>	<b>Rekognoskace</b> .....	33
9.1.2.1	Klasifikace a rozsah území.....	33
9.1.2.2	Charakter území .....	34
9.1.2.3	Podklady pro práci .....	35
9.1.2.4	Vyhledávání dříve určených bodů .....	36
9.1.2.5	Volba nových bodů.....	39
<b>9.2</b>	<b>Zaměření bodů</b> .....	44
9.2.1	Zaměření nových bodů orientací metodou GNSS .....	44
9.2.2	Zaměření zbylých nově určovaných bodů metodou GNSS.....	45
9.2.3	Zaměření bodů PBPP polygonovým pořadem.....	46
9.2.4	Kontrola výšky ZB2-226.2 nivelací.....	49
<b>9.3</b>	<b>Zpracování výsledků</b> .....	49
9.3.1	Záznam výsledků měření.....	49
9.3.2	Zpracovatelské práce .....	50
9.3.2.1	Souřadnice získané metodou GNSS .....	50
9.3.2.2	Ověření daných bodů metodou GNSS .....	50
9.3.2.3	Výpočet polygonového pořadu .....	51
<b>9.4</b>	<b>Porovnání použitých metod</b> .....	55
<b>9.5</b>	<b>Geodetické údaje</b> .....	56
<b>9.6</b>	<b>Práce v software Microstation v8</b> .....	57
9.6.1	Přehledný náčrt podrobného bodového polohového pole .....	57
9.6.2	Měřický náčrt.....	57
9.6.3	Tvorba místopisů .....	58
<b>10</b>	<b>Závěr</b> .....	58

## **Seznam použitých zkratk**

Bpv	Balt po vyrovnání
ČR	Česká Republika
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
ČUZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DKM	digitální katastrální mapa
ETRS	evropský terestrický referenční systém
GNSS	global navigation satellite system
GPS	global positioning system
JČU	Jihočeská univerzita
KN	katastr nemovitostí
NAVSTAR	navigation systém using time and ranging
PBPP	podrobné bodové polohové pole
PDOP	position dilution of precision
S-JTSK	systém – jedná trigonometrická síť katastrální
TL	triangulační listy
WGS 84	world geodetic system 1984
ZhB	zhušřovací body
ZPBP	základní polohové bodové pole
ZTL	základních triangulačních listech

## **1 Úvod**

Předmětem mé bakalářské práce bylo navržení, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů tak, aby sloužily následně jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu. Příprava bodového pole pro podrobné zaměření dané lokality a ve velkém měřítku (1:500) které je obsahem BP kolegy Filipa Trapka.

Veškeré práce probíhaly v areálu Jihočeské univerzity a jejím blízkém okolí. Jihočeská univerzita se nachází v Českých Budějovicích. Univerzita je lokalizována mezi sídlištěm Šumava severně a parkem Stromovka jižně od univerzity, přičemž ji od sídliště dělí ulice Branišovská, táhnoucí se ve směru východ/západ. Celý tento areál se pak nachází v katastrálním území České Budějovice 2. Práce probíhaly v severní části areálu univerzity (v okolí nově vystavěné vědecké knihovny a taktéž nové budovy filozofické fakulty). Právě na tuto lokalitu byl kladen největší důraz a právě zde má být nově vybudované bodové pole využito ke svému účelu, tedy býti podkladem pro následné podrobné měření.

Teoretické zásady pro navržení, budování a zaměření sítě podrobných polohových bodů je řešeno v kapitolách 2 až 8. Část 9 se pak věnuje praktickému zpracování bakalářské práce. Závěru se věnuje kapitola 10.

## **2 Budování a doplnění podrobného bodového polohového pole**

Pro potřeby podrobného měření při obnově katastrálního operátu a při jeho následném vedení se z bodů ZPBP (základní polohové bodové pole), ZhB (zhušťovací body), bodů PBPP (podrobné bodové polohové pole) a bodů referenční sítě permanentních stanic určují body PBPP. Z těchto bodů se dále při podrobném měření určují pomocné měřické body. (Návod pro obnovu, 2015)

Územní technickou jednotkou obnovy operátu katastru nemovitostí (KN) je katastrální území. Určení souřadnic PBPP a předmět obsahu souboru geodetických informací se provádí geodeticky, fotogrammetricky nebo pomocí GPS (global positioning system). Podrobnému měření musí předcházet zjišťování průběhu hranic, které může probíhat zcela nezávisle na pracích v podrobném polohovém poli. (Fišer, 2005)

Hustota bodů základního bodového pole (ZPBP) nedostačuje pro účely polohopisného měření ve velkých měřítkách, ani potřebám mapování. Z těchto důvodů je nutné ZPBP doplnit o další body určené nejenom polohově, ale i výškově.

Jinými slovy, vybudovat tzv. podrobné bodové polohové pole. Za současného stavu se PBPP dělí na zhušťovací body a ostatní body podrobného bodového polohového pole. (Nevosád, 2005)

Dokumentace o zřízení obnovení nebo přemístění PBPP obsahuje technickou zprávu s protokolem, jejíž přílohou je zápisník měření, protokol o výpočtech a seznam souřadnic a geodetické údaje o bodu PBPP a přehledný náčrt. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

Pokud není revize a doplnění PBPP součástí projektu obnovy katastrálního operátu, zpracuje se pro každé katastrální území nebo jeho část, popř. pro více katastrálních území (lokalitu), projekt budování nebo revize a doplnění PBPP. Nadmořské výšky bodů PBPP se určují pouze tehdy, nedojde-li tím k nepřiměřenému navýšení časové náročnosti pracovního postupu. Výška se uvádí na dvě desetinná místa. (Návod pro obnovu, 2015)

Zhušťovací body jsou dnes převážně určovány technologiemi GPS. Mohou být také připojovány terestrickými metodami na vybrané body trigonometrické body a body sítě DOPNUL. (Nevosád, 2005)

## **2.1 Měřická síť a pomocné body**

Pro podrobné měření se polohová bodová pole doplní pomocnými body. Síť pomocných bodů se volí v hustotě nezbytné pro zaměření podrobných bodů. Pomocné body se určují mimo jiné polygonovými pořady. Největší přípustná délka volného polygonového pořadu (nejvýše tří na sebe navazujících rajónů) je 250 m. Délka měřické přímky a polygonového pořadu tvořeného pomocnými body nesmí být větší než 2000 m. Při zaměřování bodů měřické sítě se využívají zpravidla elektronické dálkoměry s optickými odraznými systémy. Určení bodů měřické sítě lze provést také technologií GNSS (global navigation satellite system) využitím měření v reálném čase nebo měření s následným zpracováním. (Návod pro obnovu, 2015)

## **3 Geodetické základy**

Při zaměřování větších územních celků je potřeba si uvědomit, že při všech měřeních se vyskytují nevyhnutelné chyby. Proto se musí při měřických pracích zejména většího rozsahu, dodržovat takový postup, který omezuje hromadění chyb nebo alespoň snižuje jejich vliv na nejmenší míru. Zásadně se musí postupovat z velkého do malého, tj z celku do podrobností. Každé měření se proto musí opírat

o předem vybudovanou síť základních polohově a výškově (případně tíhově) určených bodů, které tvoří tzv. geodetické základy. (Ratiborský, 2000)

### **3.1 Polohopisné geodetické základy**

Polohopisné geodetické základy tvoří trigonometrické (trojúhelníkové) sítě. Vrcholy těchto trojúhelníků se nazývají trigonometrické body a tvoří tzv. základní polohové bodové pole. Trojúhelník byl zvolen za základní prvek proto, že je nejjednodušším tvarem, který nejlépe zaručuje tuhost sítě, přičemž měření a výpočty v něm jsou mnohdy jednodušší než u kteréhokoliv jiného n-úhelníku. Souřadnice bodů se určují v souřadnicových systémech. Souřadnicový systém je systém určený údaji o referenční ploše, o orientaci sítě na ní, jejím měřítku, referenčním bodu a užitím kartografického zobrazení. (Ratiborský, 2000)

Závaznými polohovými referenčními systémy jsou v současné době světový geodetický referenční systém 1984, označovaný zkratkou WGS 84 (World Geodetic System 84), evropský terestrický referenční systém ETRS, souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a souřadnicový systém 1942. (Vitásek, 1998)

#### **3.1.1 Česká státní trigonometrická síť**

Česká státní trigonometrická síť (ČSTS) dříve označovaná jako JTSK vznikla z plošné trojúhelníkové sítě I. až V. řádu. Sousední trigonometrické body mají průměrnou vzdálenost 1,5 až 2,5 km v závislosti na hustotě osídlení, členitosti terénu a zalesnění. Všechny body jsou stabilizovány buď žulovými kameny s vytesaným křížkem a dvěma podzemními značkami nebo jsou to věže kostelů, zámků apod., zejména u bodů IV. Řádu a V. řádu. Kamenné stabilizace ve volném terénu jsou opatřeny ochrannými červenobílými tyčemi. (Vitásek, 1998)

Její tvar ovlivňují vyvýšená a vzájemně na velkou vzdálenost viditelná místa na zemském povrchu, která dávají jednotlivým trojúhelníkům tvar. Ideální by byly trojúhelníky rovnostranné, ale nepravidelné členění terénu v nejvyšších místech krajiny je vytváří jen přibližně a zřídka. Správné rozměry základní trigonometrické sítě zaručuje a kontroluje několik přímo měřených geodetických základen. Na odvozené základny se napojí trojúhelníkové řetězce ve směru poledníků a rovnoběžek tak, že měřené kontrolní a geodetické základny se volí v průsecích

řetězců. Prázdná pole mezi řetězci se postupně vyplní dalšími trojúhelníky, napojenými na určené délky stran a na body řetězců. (Císař, 1970)

Veškeré výpočty budou uvažovány v souřadnicovém systému JTSK. Synonymem pro tento souřadnicový systém je Křovákův systém. Tento systém je konformní, to znamená, že směry a úhly se nemění. Délky je nutno převést do roviny a to v pořadí (spojnice středů stabilizačních značek, na vodorovnou, do nulového horizontu a do S – JTSK). Hodnota redukce může dosáhnout značné hodnoty. (Ratiborský, 2000)

### **3.1.2 S – JTSK**

Po roce 1918 měly geodetické základy na našem území 4 sítě počítané v 9 souřadnicových soustavách na 2 elipsoidech, při čemž vojenská síť měla jen zeměpisné souřadnice. Požadavek rychlého vybudování nové jednotné sítě nepřipouštěl klasický postup od měření základen k vybudování základní sítě. (Císař, 1970)

Budování S – JTSK probíhalo v letech 1920 – 1957 ve třech etapách:

- Budování základní trigonometrické sítě 1920 – 1927
- Zaměření a zpracování S – JTSK I. Řádu
- Zaměření, výpočet a vyrovnání souřadnic ostatních bodů JTSK, tj. bodů II., III., IV., a -V. řádu 1928 – 1957.

S – JTSK byl vypočten z měření I – V řádu a jeho měřítko a orientace byly odvozeny z výsledků měření tzv. II rakousko-uherské vojenské triangulace z let 1862 – 1898. (Fišer, 2004)

Trigonometrická síť byla nejprve převedena na povrch referenčního Besselova elipsoidu a z něho na náhradní kouli. Z náhradní koule byla síť zobrazena na kužel. Vzhledem k protáhlosti území Československa a jeho pootočení ve směru jihovýchodním, byl kužel přiložen na náhradní kouli v obecné šikmé poloze a pak rozvinut do roviny. Kužel je velmi plochý a jeho vrchol je nad Finským zálivem ve vzdálenosti asi 131 km. Přitom kužel protíná zobrazené území Československa na kouli ve dvou kružnicích tak, aby délkové zkreslení bylo minimální. Mezní hodnoty zkreslení pro 1 km délky dosahují -0,10 m až +0,14 m, což je v katastrálních mapách v měřítku 1 : 2000 menší hodnota, než grafická přesnost 0,1 mm. V rozvinuté rovině kuželového zobrazení je zaveden pravotočivý souřadnicový systém y, x s počátkem ve vrcholu kužele. Osa x byla zvolena v poledníkové rovině procházející vrcholem kužele a má kladný směr na jih. Osa y

je orientována na západ. Souřadnicový systém JTSK je záměrně umístěn tak, aby celé Československo leželo v jednom kvadrantu s kladnými souřadnicemi. Souřadnice x, y trigonometrických bodů jsou uváděny zpravidla v centimetrech. (Vitásek, 1998)

Budování JTSK, která je na území Česka v podstatě totožná s ČSTS, se projektovalo na základních triangulačních listech (ZTL) o rozměrech 50 km x 50 km a triangulačních listech (TL) s rozměry 10 km x 10 km. (Nevosád, 2005)

Body základního bodového pole - trigonometrické body a body podrobného bodového pole - zhušťovací body jsou vedeny databázově a jsou bezplatně přístupné na internetu. Evidenční jednotkou zůstává jeden triangulační list. Ostatní body podrobného bodového pole jsou k dispozici na odpovídajících katastrálních úřadech. (Bárta, 2005)

## **3.2 Výškopisné geodetické základy**

Výšky jsou důležitým údajem o geodetických bodech v ZPBP a v PBPP při zaměřování mapových podkladů pro projektování staveb a terénní úpravy pro konstrukci vrstevnic v mapování, ve vytyčování staveb a terénní úpravy, pro konstrukci vrstevnic v mapování, ve vytyčovacích pracích a v inženýrské geodezii. (Nevosád, 2000)

Výškové základy představuje na území ČR Česká státní nivelační síť vypočítaná ve výškovém systému baltském s označením Bpv (Balt po vyrovnání). Výchozím výškovým bodem je nula stupnice mořského vodočtu v Kronštadu. (Vitásek, 1998)

### **3.2.1 Nivelační síť**

Nivelační síť byla na území ČR budována už za Rakouska – Uherska a to ve výškovém systému jadranském, který se liší více jak o 0,4m od systému baltského. Teprve po vzniku Československa začala výstavba Československé jednotné nivelační sítě. Jejím základem je nivelační síť I. Řádu. Tato síť byla postupně zhušťována nivelačními sítěmi a pořady II., III., a IV. Řádu. Body sítě jsou stabilizovány nivelačními značkami, které se prakticky dělí na čepové, hřebové a nivelační kameny. Nacházejí se nejhustěji ve městech a větších obcích kde jsou osazeny na domech a jsou od sebe vzdáleny jen několik stovek metrů. Mimo obce jsou zpravidla stabilizovány podél komunikací (silnic, cest, řek, potoků a železnic) ve

vzdálenosti od několika set metrů až do 1 km, případně 1,5 km. Výškový bod tvoří nejvyšší místo kovové značky, na kterou se klade při měření spodek nivelační latě. Výšky nivelačních bodů jsou uváděny v milimetrech. (Vitásek, 1998)

Základní nivelační body které jsou vhodně rozmístěny po celém území ČR. Z celkového počtu jedenácti bodů je nejznámější základní výchozí bod pro Českou republiku I Lišov, který se nachází cca 10 km od Českých Budějovic. Výšky všech základních nivelačních bodů byly určeny a pravidelně se ověřují pomocí velmi přesné nivelace. (Blažek, 1997)

Body České státní jednotné nivelační sítě I. a. IV. řádu jsou vedeny databázově a jsou bezplatně přístupné na internetu. Nivelační body jsou číslovány v rámci nivelačních pořadů označením rozlišených podle jednotlivých řádů. Podrobná výšková bodová pole jsou k dispozici na odpovídajících katastrálních úřadech. (Bárta, 2005)

### **3.2.2 Metody určování výšek**

K hlavním metodám měření a určování převýšení a výšek patří zejména geometrická nivelace, trigonometrické určování převýšení a měření výšek družicovými přístroji. Pro přesné výškové práce i pro běžné technické práce se používá a je vhodná rozšířená metoda geometrické nivelace, pomocí níž lze dosáhnout středních chyb v určení převýšení až pod 1 mm nivelovaného převýšení v oddílu dlouhém 1 km. Pro různé technické geodetické práce, mapování a vytyčování, je nejrychlejší metodou trigonometrické určování převýšení. Její přesnost je charakterizována zpravidla na vzdálenost několika set metrů střední chybou vypočítaného převýšení do 10 mm a na vzdálenost 2 km střední chybou pohybující se v rozmezí 20 až 30 mm. Družicová měření umožňují určit výšky s přesností až několika centimetrů. (Nevosád, 2000)

Výškové rozdíly určujeme buď nivelací, nebo trigonometrickým způsobem. Trigonometrického způsobu použijeme tehdy, postačí li nám nižší přesnost tohoto způsobu, nebo když není možné v daných podmínkách použít nivelaci. (Buršík, 1979)



- **Geometrická nivelace:**

Principem metody geometrické nivelace je měření výškového rozdílu dvou bodů A,B pomocí vodorovné záměry, realizované nivelačním přístrojem, umístěným uprostřed mezi body A, B. Na bodech se umístí svislé latě (nivelační), opatřené stupnicí. Urovnaná vodorovná záměra umožňuje jednak čtení  $z$  na lati umístěné na bodě A (záměra vzad) a čtení  $p$  na lati umístěné na bodě B (záměra vpřed). Rozdíl čtení na latích dává výškový rozdíl mezi body A,B

$$H_{AB} = H_A - H_B = z - p$$

Nivelační sestavy mají omezenou délku závisující na reliéfu terénu a požadované přesnosti. (Nevosád, 2000)

V případě nutnosti nivelovat s nestejnými délkami záměr v sestavě se vždy zavádějí opravy ze sklonu horizontu přístroje. Hodnota aktuální hodnoty sklonu záměrné osy se zjišťuje testovacím měřením na základně nejlépe před a po vykonání měření. (Švábeský, 2006)

- **Trigonometrické určení výšky:**

K trigonometrickému určení výškových rozdílů dvou bodů na fyzickém povrchu Země je nejvhodnější změřit šikmou vzdálenost a zenitový úhel, což je úhlová odchylka záměry na cíl od směru tížnice k zenitu. Zenitový úhel se měří nad teodolitem, jehož vodorovná točná osa je od fyzické stabilizační značky na svislici ve vzdálenosti, která se nazývá výška přístroje a zaměřuje se na cílový znak, umístěný na svislici v bodě ve vzdálenosti, která se nazývá výška cíle. (Blažek, 1997)

## **4 Číslování bodů polohových polí**

Jednotkou pro číslování bodů ZPBP a ZhB je triangulační list, jednotkou pro číslování bodů PBPP je katastrální území. Body se označují devítimístným úplným číslem. U bodů PBPP se vždy uvádí příslušnost ke katastrálnímu území. (Návod pro obnovu, 2015)

### **4.1 Obecná pravidla**

Číslo bodu je dvanácticiferné. Prvních osm cifer je číslo skupinové a zbývající čtyři jsou číslo vlastní. (Ratiborský, 2000)

- **Vlastní číslo bodu:**

Body ZPBP, nebo-li body trigonometrické se číslují od 1 do 199 v rámci triangulačního listu (10x10 km).

ZhB se číslují v intervalu od 199 do 499 v rámci triangulačního listu (10x10 km).

Při zpracování na počítači se uvede jako čtvrtá cifra 0. U bodů přidružených (zajišťovací a orientační body, neuvádí-li se úplné číslo je pořadí příslušného přidruženého bodu uvedeno jako číslo desetinné s tečkou) se jako čtvrtá cifra uvede pořadové číslo přidruženého bodu. Ostatní body PBPP se číslují v intervalu od 501 do 3999 v rámci katastrálního území.

Pomocné body zpravidla stabilizované dočasně kolíky nebo trubkami pro podrobné měření se číslují v intervalu od 4001 v rámci katastrálního území. (Ratiborský, 2000)

- **Skupinové číslo:**

Každý bod musí mít jednoznačné číslo. Proto se k výše uvedeným číslům předřazují skupinová čísla, která body jednoznačně zařadí do výše uvedených území, kterými jsou TL (evidenční jednotky, nomenklatura) nebo KÚ.

Pro body ZPBP a ZhB má tvar 0009ZLTL, kde ZLTL je číslo evidenční jednotky. ZL představuje číslo základního triangulačního listu (50x50 km) a TL číslo triangulačního listu (10x10 km) v rámci ZTL.

Pro ostatní body PBPP a body pomocné má tvar PPP00000, kde PPP je číslo KÚ v okrese podle souboru popisných informací. (Ratiborský, 2000)

## **4.2 Číslování pomocných bodů**

Jednotkou číslování pomocných bodů je KÚ a podrobných bodů měřický náčrt. Pomocné body se označují příslušností ke KÚ a devítimístným číslem ve tvaru 00000CCCC, kde CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001 včetně. Přitom je nutno zajistit, aby nedošlo k duplicitě s body určenými při budování či revizi a doplnění PBPP. Pomocný nebo podrobný bod může mít jen jedno číslo. (Návod pro obnovu, 2015)

## **5 Přípravné práce**

Na základě dostupných podkladů k bodům polohových bodových polí se připraví přehledný náčrt. Do přehledného náčrtu ve vhodném měřítku se zakreslí

body polohových bodových polí, včetně bodů, které dosud nemají určeny souřadnice v S-JTSK. Jako podklad pro přehledný náčrt lze využít digitální grafické mapové podklady [orientační mapa parcel, ZABAGED, ortofotografické zobrazení]. Pořídí se kopie geodetických údajů (GÚ) o bodech zakreslených v přehledném náčrtu. (Návod pro obnovu, 2015)

## **5.1 Přehledný náčrt**

Náčrt je jen přibližným obrazem menší části zemského povrchu, který naznačuje polohu bodů, průběh hranic, nebo terénních tvarů (pracovní schématické zobrazení mapového obsahu) Správná poloha bodů se na něm vyjadřuje buď číselně délkovými, směrovými či jinými údaji, nebo jen čísla bodů, k nimž se vztahují měřené údaje, zaznamenané jinde, například v polních zápisnicích, na digitálních médiích apod. Poměr zmenšení se v náčrtu nemusí dodržovat, i když se na něm uvádí. (Plánka, 2006)

Přehledný náčrt se vyhotoví ve vhodném měřítku. Jako podklad je možné využít zmenšeninu obrazu katastrální mapy, orientační mapy parcel. Přehledný náčrt obsahuje zejména nadpis „Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole“, zákres správních hranic, názvy v rámci lokality dotčených a sousedních KÚ, legendu s vysvětlivkami, zákres bodů polohových bodových polí včetně jejich čísel (černě) a vyznačení jejich případného zrušení (červeně), zákres nových ZhB a bodů PBPP včetně jejich čísel (červeně), vyznačení polygonových pořadů (červeně) s určením jejich počátku a konce značkami (červeně), měřítko přehledového náčrtu, datum vyhotovení a jméno zpracovatele. V případě, že jsou pro měření využity i body mimo zájmové území, jsou rovněž zakresleny v přehledném náčrtu. (Návod pro obnovu, 2015)

Projekt sítě vychází vždy ze známých (daných) bodů, ležících v zhušťované lokalitě, tj. z bodů trigonometrických, z dříve určených ZhB a bodů orientačních (s méně přesnými souřadnicemi). Připojovací body mají být rozloženy na celém zhušťovaném území. Je žádoucí, aby se všechny ZhB nacházely uvnitř mnohoúhelníku, tvořeném z okrajových daných bodů v zájmovém území. V přípravných pracích se nejprve sestrojí předběžný projekt ZhB. Na mapě se zvýrazní poloha daných (připojovacích) bodů a předběžně se navrhne poloha nových bodů. Přitom vzdálenost sousedních bodů nemá překročit 1 km nebo 1500 m. Pro vybrané dané body se zhotoví výpisy GÚ. Současně se připraví i nivelační

údaje těch nivelačních bodů, které jsou vhodné buď jako dané výškové body nebo k nivelačnímu připojení zaměřovaných bodů. (Nevosád, 2005)

## **5.2 Rekognoskace a volba nových bodů**

Před zahájením vlastního mapování provedeme pochůzkou rekognoskaci zájmového území. Zde porovnáváme založený náčrt se skutečností. Náčrt doplňujeme o aktuální změny polohopisu a rozvažujeme doplnění bodového pole pomocnými body. Pomocné body většinou zaměřujeme během podrobného měření. (Fišer, 2005)

Body PBPP se vyhledají v terénu a jejich poloha se ověří podle GÚ. Při pochybnosti o totožnosti těchto bodů se jejich poloha ověří kontrolním měřením a výpočtem. Je-li obnova katastrálního operátu prováděna jen na části katastrálního území, rozsah budování nebo revize a doplnění PBPP se omezí pouze na tuto část. (Návod pro obnovu, 2015)

Poloha bodů PBPP se volí tak, aby body nebyly ohroženy, aby jejich signalizace byla jednoduchá a aby body byly využitelné pro připojení podrobného měření. Body PBPP se volí v hustotě s přihlédnutím k technickým možnostem měření pro účely správy katastru. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

Rekognoskace na bodech ZBPB a ZhB a údržba ZhB se provádí pouze v rozsahu nezbytném pro rozvržení a zaměření bodů PBPP. U stávajících bodů PBPP, které budou v PBPP ponechány, se ověří a podle potřeby opraví nebo doplní GÚ, popř. se vyhotoví nové. V případě nedostatečné hustoty se PBPP doplní o nové body. Přehledný náčrt se upraví podle výsledku rekognoskace a doplnění PBPP. Provedení rekognoskace u nalezených a nerušených bodů se zaznamená do poznámky v GÚ těchto bodů. (Návod pro obnovu, 2015)

Ze značek pevných PBPP, které jsou použitelné jako stanoviště, musí být z výšky měřického přístroje realizovatelné orientace na body základního nebo PBPP téže nebo vyšší přesnosti. Hustota trvale stabilizovaných bodů polohového bodového pole (základního i podrobného) je stanovena vzájemnou vzdáleností bodů v zastavěném území 150 a. 300 m a v nezastavěném území hustotou nejméně jeden bod na km<sup>2</sup>. Určovací prvky (délka a směr) bodů PBPP se měří nezávisle nejméně dvakrát. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů. (Fišer, 2005)

U každého daného bodu se kontroluje povrchová stabilizace (značka) a ochranné zařízení. Nevhodné body se ze zhušťování vyřadí. Výběr polohy nových

bodů se řídí několika požadavky, k nim zejména patří využitelnost bodu pro geodetické práce, snadné zaměření bodů, umístění stabilizace bodů na nejméně ohrožených místech, přístupnost bodů a souhlas majitele nemovitosti se stabilizací. Současně se stanoví druh stabilizace a ochrany bodů. Na základě rekognoskace vznikne konečný projekt sítě ZhB a jejich očíslování. (Nevosád, 2005)

### **5.3 Zřízení a ochrana měřické značky**

V případě nové měřické značky bodu PBPP při pozemkové úpravě se její zřízení projedná s vlastníkem nemovitosti evidovaným v katastru nemovitostí ke dni zřízení měřické značky. (Návod pro obnovu, 2015)

Body PBPP se zřizují na technických objektech poskytujících trvalou signalizaci, zejména na rozích budov, na hranici pozemku, na objektech se stabilizační značkou, například na nivelačních kamenech, stabilizacích tíhových bodů, znacích lomových bodů na hranicích obcí, na mostcích a propustcích s nivelační hřbovou značkou. Body podrobného polohového bodového pole je možno také stabilizovat vysekáním křížku na opracované ploše skály, hřbovými značkami zabetonovanými do skály, kovovými konzolami, čepovými značkami apod., pevně osazenými na budovách, železnými trubkami nebo čepy apod. v betonových blocích o velikosti nejméně 200 mm x 200 mm x 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 x 120 mm x 120 mm, kovovými značkami o průměru nejméně 8 mm s plochou hlavou o průměru nejméně 25 mm a délce značky nejméně 100 mm, zatlučenými do zpevněného povrchu, nebo 40 mm s hmoždinkou, zapuštěnými do pevných konstrukcí. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

Pomocné body se mohou označovat dočasně dřevěným kolíkem, kovovou trubkou, hřebem, vyrytým křížkem apod. Zaměřují se před zahájením podrobného měření nebo současně s podrobným měřením. (Návod pro obnovu, 2015)

## 6 Zaměřovací práce

### 6.1 Přesnost bodů PBPP

Při určení bodů PBPP plošnými sítěmi a pomocí GNSS se použije výpočet souřadnic bodů s vyrovnáním metodou nejmenších čtverců. (Návod pro obnovu, 2015)

Charakteristikou přesnosti určení souřadnic  $x$ ,  $y$  bodů podrobného polohového bodového pole je střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$ , daná vztahem:

$$m_{xy} = \sqrt{0,5 * (m_x^2 + m_y^2)}$$

kde  $m_x$ ,  $m_y$  jsou střední chyby určení souřadnic  $x$ ,  $y$ . PBPP se vytváří 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. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

Uvedená kritéria se vztahují k nejbližším bodům ZPBP, které má základní střední souřadnicovou chybu 0,015 m. Uvedená kritéria je možné považovat za splněná, jestliže nebyly překročeny mezní odchylky uzávěrů určujících obrazů (polygonových pořadů apod.), stanovené technickými předpisy pro tyto práce. Mezní odchylka se stanoví 2,5 násobkem základní střední souřadnicové chyby. (Ratibořický, 2000)

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 (Návod pro obnovu, 2015):

		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 určujícímu bodu do vzdálenosti 50 m od něj	0,0500	0,04

Tab. č. 1.: Mezní odchylky mezi body. (Návod pro obnovu, 2015)

Vzhledem ke kvalitě současných přístrojů je možno v přesnosti určení PBPP dosáhnout až řádově lepších výsledků, než prozatímní návod povoluje. Předpokladem pro to je ovšem dodržování měřických postupů a v neposlední řadě zkušenost měřičů. (Kubricht, 1997)

## **6.2 Zaměření bodů**

Souřadnice a výšky bodů PBPP se určují geodetickými metodami (např. početním zpracováním měřených určovacích prvků, využitím družicových systémů, aerotriangulací). Zaokrouhlují se na 2 desetinná místa. Zaměření každého bodu PBPP se provede nezávisle nejméně dvakrát. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

K zaměřování místních sítí ve městech, na poddolovaných územích apod. jsou vhodné kombinace družicových přijímačů s přesnými terestrickými systémy a přístroji. Obvyklým znakem rozsáhlejších místních sítí je vedle vysoké relativní polohové přesnosti i větší hustota bodového pole, kdy průměrná vzdálenost sousedních bodů je kratší než u bývalé trigonometrické sítě V. řádu. Hustota bodů bývá často větší než u sítě ZhB.

Konfigurace bodů sítě a její struktura jsou různé a závislé na účelu sítě. Všechny body mají být spolehlivě určeny z nadbytečného počtu měřených veličin. Projekt sítě vychází z požadované relativní polohové přesnosti zaměřovaných bodů a tuhosti sítě. Velkou pozornost je třeba věnovat nejen projektu místních sítí, stabilizaci bodů, metodice a technologii určení posunů a deformací, ale i matematickému zpracování výsledků. (Nevosád, 2005)

Ověření souřadnic stávajícího bodu PBPP se provádí pomocí nezávislého kontrolního určení souřadnic. Skutečná souřadnicová chyba nesmí překročit hodnotu mezní souřadnicové chyby  $u_{xy}$  vypočtenou jako dvojnásobek základní střední souřadnicové chyby  $m_{xy}$ . (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

## **6.3 Polygonový pořad**

Polygonový pořad je definován jako průmět prostorové lomené čáry do roviny. Jeho vrcholy jsou polygonové body. Spojnice polygonových bodů se nazývají polygonové strany. K určení polohy polygonových bodů se měří na polygonových bodech osnovy směřů, z nichž se určí vrcholové úhly. Orientace pořadů se děje

směrovým připojením z koncových bodů pořadů na body ZPBP, ZhB a body PBPP. Z naměřených osnov směrů se na koncových bodech vypočítají orientované jižníky. (Nevosád, 2005)

Určování bodů polygonovými pořady je nejrozšířenější a může se k němu přikročit pouze při využití a převzetí některých pořadů a bodů dřívějších polygonových sítí v zájmovém prostoru, ale až po přezkoušení se zřetelem k jejich přesnosti. Polygonové pořady spojují vzájemně body trigonometrické, ZhB a polygonové, již dříve určené souřadnicemi. (Císař, 1970)

Polygonovými pořady se určují body PBPP. ZhB body se přitom připojují výhodně na body ZPBP. Ostatní body PBPP se připojují na body ZPBP, ZhB a na ostatní PBPP. Polygonový pořad musí být oboustranně připojený a oboustranně orientovaný. (Ratiborský, 2000)

Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů jsou:

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

Tab. č. 2.: Geometrické parametry polygonových pořadů. (Návod pro obnovu, 2015)

Pořady mají být pokud možno přímé, po krátké straně nemá následovat dlouhá nebo naopak. Za přímý pořad se považuje ještě pořad, v němž součet stran nepřekračuje délku přímé spojnice počátečního a koncového bodu pořadu více než o 50%. (Císař, 1970)

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. Mezní odchylka v uzávěru skupiny (v opakovaném prvním směru) a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003 gon. Délky se měří s přesností na 0,01 m. K potlačení vlivu chyb z centrace se v polygonových pořadech používá trojpodstavcová soustava. (Návod pro obnovu, 2015)

Souřadnice nově stabilizovaných bodů se vypočtou vyrovnáním polygonového pořadu rovnoměrným rozdělením úhlové odchylky na jednotlivé vrcholy pořadu a rozdělením odchylek v souřadnicích úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů při dodržení mezní odchylky v uzávěru polygonového pořadu. (Pažourek, 1992)



## **6.4 Měření délek**

Používáme komparované měřické pomůcky zajišťující dodržení střední chyby jednoho měření menší než 0.02 m. Délky v měřické síti měříme vždy dvakrát, ostatní délky stačí měřit jednou. Naměřené délky opravujeme o redukce fyzikální (teplota a tlak vzduchu), redukce matematické (redukce do vodorovné roviny a redukce z nadmořské výšky) a dále o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. Redukce zavádíme do výpočtu pouze tehdy, přesáhne-li jejich celkový součet pro danou délku hodnotu 0.02 m. (Fišer, 2005)

Délky se měří vždy s využitím optických odrazných systémů na cílových bodech. Krátké délky lze měřit pásmem (zpravidla na jeden klad). Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02 m u délek kratších než 500 m, 0,04 m u délek od 500 m. Centrační prvky se nezavádějí při excentricitě menší než 0,01 m. (Návod pro obnovu, 2015)

### **6.4.1 Přesnost**

U elektronických dálkoměrů je obvykle udávána ve tvaru  $a + b$  ppm.  $a$  je konstantní součást směrodatné odchylky,  $b$  je proměnná podle velikosti měřené délky. Příkladem může být charakteristika přesnosti:

$$m_d = a + b * s * 10^{-6} \text{ [mm]},$$

$s$  je poté měřená délka. (Ratiborský, 1996)

### **6.4.2 Fyzikální redukce měřené délky**

Délky měřené elektronickými dálkoměry je potřeba redukovat o tzv. fyzikální redukce. Tyto redukce redukují naměřenou délku o vliv prostředí. Hodnota opravy se zpravidla určuje pomocí nomogramů, tabulek nebo jiných pomůcek dodávaných výrobcem. Redukce se zpravidla zavádí přímo do paměti dálkoměrů. (Ratiborský, 1996)

### **6.4.3 Matematické redukce**

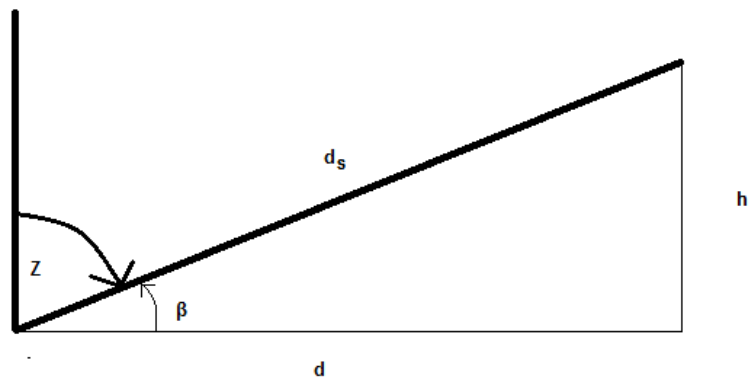
Pokud délky slouží k výpočtu souřadnic bodů v S – JTSK, převádějí se do zobrazovací roviny Křovákovy. (Foral, 2004)

- **Redukce šikmé délky na vodorovnou:**

Doporučuji použít osvědčený postup měření šikmých délek bez fyzikálních a matematických redukcí a exaktní výpočet bez interpolace v nomogramech provést v kanceláři, třeba až v rámci přípravy vstupních veličin do vyrovnání MNČ. Výsledné hodnoty i vstupní veličiny jsou samozřejmě dokumentovány a přiloženy k výpočetním protokolům. (Kubricht, 1997)

Každou šikmo měřenou délku  $d$ , musíme redukovat na vodorovnou podle vztahu:

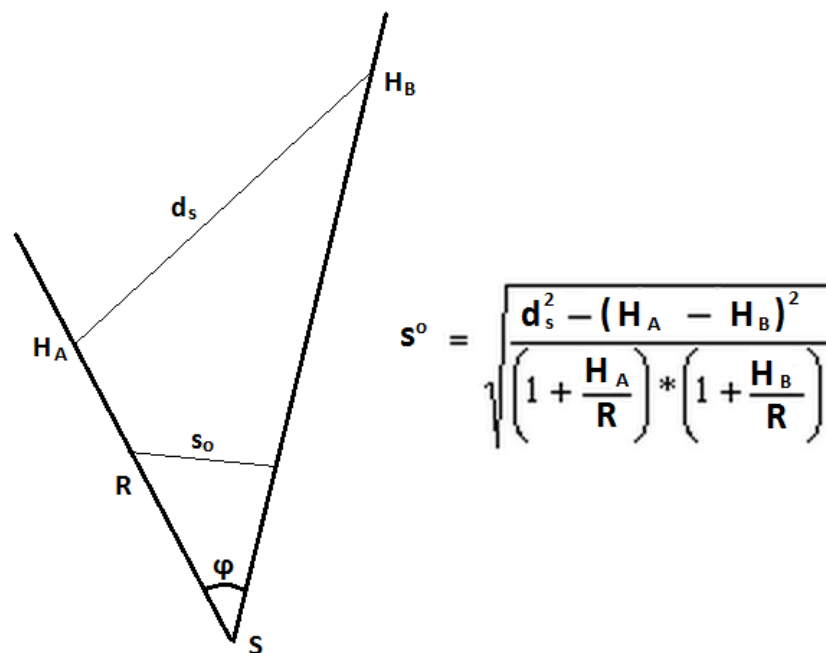
$$d = d_s \cos \beta$$



Obr. č. 1.: Redukce šikmé délky na vodorovnou. (Zdroj vlastní)

- **Redukce do nulového horizontu:**

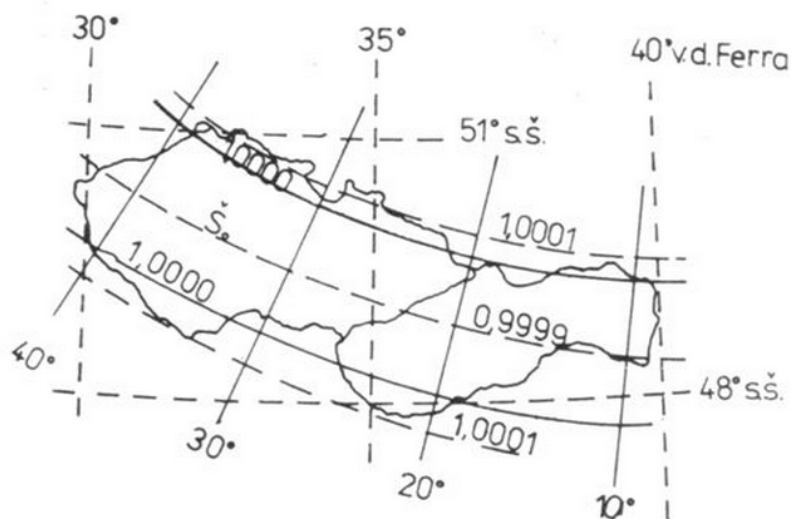
Redukci vodorovné délky do nulového horizontu určíme ze vztahu:



Obr. č. 2.: Redukce do nulového horizontu. (Zdroj vlastní)

- **Redukce délky do zobrazovací roviny S – JTSK:**

$$s = 0.5 * s_0 * (m_A + m_B)$$



Obr. č. 3.: Redukce délky do JTSK. (Zdroj vlastní)

Hodnotu délkového zkreslení  $m$  lze získat odečtením z mapy izochar kartografického zkreslení. (Ratiborský, 1996)

## 6.5 Určení výšky

Výšky jsou v polygonovém pořadu určeny trigonometricky. Výšky se obecně určují buď nivelací, nebo trigonometrickým způsobem. Při trigonometrickém způsobu určujeme výšku z vodorovné vzdálenosti a z měřeného výškového nebo hloubkového úhlu. Svislé úhly pro trigonometrické určení převýšení sousedních bodů polygonových pořadů stran se měří v jedné skupině na cílové značky. Výška přístroje se měří na 1/2centimetru. (Císař, 1970)

## 6.6 Výpočet souřadnic bodů v polygonových pořadech

Vychází se z bodu daného pravoúhlými souřadnicemi a u výpočtu souřadnic bodů polygonových pořadů se postupným výpočtem a připočítáváním souřadnicových rozdílů z polárních prvků ( $\sigma$ ,  $s$ ) dojde až na kontrolní souřadnice koncového bodu pořadu. (Císař, 1970)

Pořad oboustranně orientovaný a připojený má v obou koncových bodech orientace alespoň na 2 vzdálené body, dané souřadnicemi. Má první kontrolu v

úhlovém uzávěru, který se určí porovnáním koncového orientačního směrniku se součtem hodnoty počátečního směrniku a všech vrcholových úhlů. Odchylka nemá překročit hodnotu.

Oprava délky pro Křovákovo zobrazení se určí graficky z diagramu. Všechny tyto opravy se zavádějí vždy do měřických základen pro trojúhelníkové řetězce a do přímo měřených stran ve volných pořadech. (Císař, 1970)

Souřadnice bodů určené na základě terestrického měření se mohou vypočítat přibližným vyrovnáním polygonového pořadu rovnoměrným rozdělením úhlové odchylky na jednotlivé vrcholy pořadu a rozdělením odchylek v souřadnicích úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů. O průběhu automatizovaného výpočtu se zpracovává protokol. Ten musí obsahovat nejméně identifikační údaje o měření (lokality), vstupní údaje pro výpočet souřadnic a souřadnice vypočtených bodů, údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích sítě a při vícenásobném určení souřadnic bodů údaje o dosažených odchylkách, včetně porovnání dosažených a mezních odchylek a určení průměru z výsledných souřadnic. (Návod pro obnovu, 2015)

Poloha podrobných bodů se určí v S-JTSK z bodů geometrického základu, z údajů vedených v souboru geodetických informací a z údajů výsledků šetření a měření uložených v měřické dokumentaci. Souřadnice bodů se uvádějí v metrech na 2 desetinná místa. Vypočtené souřadnice bodů se zaokrouhlují tak, že je-li jejich hodnota na dalším neuváděném desetinném místě rovna 5 nebo větší, zaokrouhlí se výsledek výpočtu nahoru. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

## **7 Technologie GNSS**

Polohové základy se na území ČR budovaly až do osmdesátých let minulého století v rovinných souřadnicových systémech. S nástupem družicových metod na konci minulého století se začaly budovat prostorové polohové základy, které lze definovat třemi nejdůležitějšími faktory: zaměřenou prostorovou sítí polohových bodů, zemským elipsoidem a s ním souvisejícím geocentrickým souřadnicovým systémem. (Nevosád, 2005)

Při určení souřadnic měření a jeho zpracování se použijí takové přijímače GNSS a takové zpracovatelské výpočetní programy, které zaručují požadovanou přesnost výsledků provedených měřických a výpočetních prací. Při měření i početním zpracování je nutné dodržovat zásady uvedené ve firemních návodech

pro příslušné přístroje a použitý zpracovatelský výpočetní program. (Návod pro obnovu, 2015)

Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou. Souřadnice bodu musí vyhovět charakteristikám přesnosti stanoveným vyhláškou, pro trigonometrické body a ZhB a zvláštním právním předpisem pro body PBPP a podrobné body. Opakované měření GNSS musí být nezávislé a musí být tedy provedeno při nezávislém postavení družic.

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.

Náležitostmi dokumentace bodů podrobného polohového bodového pole zaměřených technologií globálního navigačního družicového systému jsou technická zpráva, jejíž nedílnou součástí je protokol určení bodů PBPP technologií GNSS včetně příloh, GÚ o bodech PBPP. (Vyhláška č. 31/1995 Sb)

K vybudování klasických trigonometrických sítí je nutná vzájemná viditelnost mezi jednotlivými body sítě. Tato nevýhoda mohla být odstraněna až v posledních letech s rozvojem kosmonautiky a kosmických metod geodezie. Bylo vyvinuto několik metod, které umožňují určovat nejen vzájemnou polohu bodů, ale i mnoho dalších geofyzikálních parametrů. K těmto metodám patří i globální polohový systém GPS. (Ratiborský, 2000)

## **7.1 GPS**

Družicový navigační systém globálního určování polohy GPS, nazývaný též NAVSTAR (Navigation System using Time and Ranging) – Navigační systém, užívající měření času (pseudovzdálenosti) a fázových rozdílů k určování vzdáleností mezi přijímačem a družicí. Buduje se od roku 1973. Je budován jako vojenský systém umožňující určení polohy libovolného počtu uživatelů i rychlých objektů v reálném čase za každého počasí. Z výše uvedených požadavků se naskytla i možnost určování poloh pomalých a statických objektů, tedy i pro zeměměřičtví. Systém GPS – NAVSTAR se úspěšně využívá v geodezii vyspělých zemí již řadu let před jeho plným dokončením. (Ratiborský, 1996)

Systém GPS je spravován ministerstvem obrany USA. Je tvořen třemi segmenty: Kosmickým, kontrolním a uživatelským. (Hánek, 2007)

Vlastní měření probíhá tak, že přijímač GPS automaticky registruje naměřené údaje od jednotlivých družic do registrátoru, které buď zpracovávají jako měřené veličiny v reálním čase nebo po skončení měření na počítačích s využitím vhodného software. Body je nutno volit tak, aby byl, pokud možno, zaručen volný horizont nad 15°. K dosažení vyšších přesností je výhodnější využívat dvoufrekvenční aparaturu. Doba měření ovlivňuje také přesnost výsledku. Minimální počet sledovaných družic při měření jsou 4 družice. Počet viditelných družic je zobrazen na displeji. (Ratiborský, 1996)

### **7.1.1 Pokrytí signálem GPS**

Pod pojmem pokrytí se rozumí procento daného časového intervalu, po který je kdekoli na Zemi nebo v její blízkosti při zvolené elevační masce viditelný dostatečný počet družic s vyhovující geometrií určení polohy. Počet viditelných družic se během dne pohybuje mezi 4 – 12, nejčastěji je možné přijímat signály od osmi z nich. Pokud by se pohybovaly na vypočtených drahách bez jakýchkoliv odchylek, bylo by zajištěno téměř stoprocentní pokrytí povrchu Země alespoň 4mi družicemi s hodnotou PDOP (Position Dilution of Precision) < 6. V důsledku nepřesnosti při vynesení družic na oběžnou dráhu a běžného posunu jejich drah se však skutečné dráhy liší od nominálních. Tyto odchylky pak vedou ke zhoršení pokrytí signálem GPS. Oblasti se zhoršeným pokrytím se posouvají. V okamžiku, kdy odchylka dráhy družice překročí stanovené meze, se provede korekční manévř. (Hánek, 2007)

### **7.1.2 Určení polohy pomocí GPS**

Poloha přijímače GPS je určena geometrickým protínáním z měřených vzdáleností mezi satelity a aparaturou, které se určují zpracováním družicového signálu. Pro výpočet existuje několik metod a výpočetních postupů. (Hánek, 2007)

Výsledkem zpracování družicových měření je 3D vektor udávající vztah dvou bodů v prostorovém systému obvykle WGS-84. Uvažovaný vektor můžeme rozložit na horizontální a vertikální složku. Horizontální složku i s odpovídající kovarianční maticí převedeme do zvoleného kartografického zobrazení, kde sestavíme úlohu a provedeme vyrovnání družicové sítě. (Bárta, 2005)

Aparatury GPS se využívají zejména při budování geodetických základů, při zhušťování polohového bodového pole, geodynamice, při zaměřování a vytyčování

liniových staveb (komunikace, plynovody, ropovody atd.), navigaci, leteckém měřickém snímkování a tvorbě informačních systémů, přičemž se řeší problematika transformací výsledků měření s aparaturami GPS z WGS – 84 do S-JTSK. (Ratiborský, 1996)

### **7.1.3 WGS – 84**

Vznik, vývoj a zpřesňování prostorových geodetických geocentrických systémů souvisí s rozvojem družicové geodézie a jejich navigačních aplikací. Od transformačního WGS 60, spojujícího existující klasické trigonometrické sítě do jednoho globálního systému, přes WGS 66 k dopplerovskému WGS 72 až k soudobému WGS 84 a jeho aktualizovaným verzím. (Fišer, 2005)

Pro účely GPS je v současnosti definován souřadnicový systém WGS – 84 definovaný geometrickými a dynamickými parametry. (Ratiborský, 1996)

Jedná se o vojenský souřadnicový systém používaný státy NATO. Referenční plochou je elipsoid WGS – 84. Použité kartografické zobrazení se nazývá Univerzální Transverzální Mercatorovo. Systém má počátek v hmotném středu země ( s přesností cca 2 m) – jedná se o geocentrický systém. Počátek a orientace jeho os X, Y, Z jsou realizovány pomocí 12ti pozemních stanic se známými přesnými souřadnicemi, které nepřetržitě monitorují dráhy družic systému GPS – NAVSTAR. (Plánka, 2006)

Ve WGS 84 jsou měřeny všechny družicové body nových geodetických polohových základ a ZhB. Družicové sítě jsou vedeny v ETRS 89 a jsou zpravidla transformovány do S-JTSK. Družicový systém WGS 84 slouží krom vojenských aplikací především k navigaci v letecké, lodní a pozemní dopravě. (Nevosád, 2005)

### **7.1.4 Přesnost systému GPS**

Přesnost družicových měření se udává obdobně jako u délek měřených elektrooptickými dálkoměry. (Bárta, 2005)

Jako každé měření je i měření GPS ovlivňováno systematickými a náhodnými chybami. Systematické působení vykazují chyby vznikající při šíření signálu ionosférou a troposférou. V těchto vrstvách atmosféry samozřejmě není vakuum a tak zde dochází ke zpoždění signálu. K minimalizaci tohoto jevu se používají opravy vypočtené na základě troposférických a ionosférických modelů.

Nahodilou chybou je tzv. multipath. Jedná se o vícenásobné šíření signálu GPS, způsobené odrazem o zemský povrch, střechy budov nebo jiné předměty.

Přesnost určení polohy ovlivňuje geometrická konfigurace použitých družic během seance. Čím lepší konfigurace, větší přesnost. (Hánek, 2007)

V současnosti se maximální dosahovaná přesnost v určení relativní horizontální polohy pohybuje v rozmezí 1 – 3 mm (v závislosti na vzdálenosti referenční stanice a době observace). (Švábeský, 2006)

## **8 Geodetické údaje**

Pro body PPBP se zpracují GÚ. Mají-li body PBPP orientační směry, uvádějí se pouze v místopisném náčrtu GÚ. (Návod pro obnovu, 2015)

GÚ o bodu PBPP se vyhotovují na tiskopisech úřadu ČUZK (český úřad zeměměřický a katastrální) nebo jako tiskový výstup z počítače, který je obsahově shodný a úpravou přiměřený tiskopisu úřadu. (Vyhláška č. 357/2013 Sb)

GÚ trigonometrických bodů a ZhB obsahují zejména tyto údaje: Číslo a název bodu, lokalizační údaje o územních jednotkách, označení listu (TL, evidenční jednotky), základní mapy ČR 1 : 50 000, Státní mapy 1 : 5000 číslo parcely, souřadnice y a x, výška bodu a místo, ke kterému se vztahuje, výškový systém (od roku 2000 se musí používat BpV), stručný místopisný popis, včetně schématického náčrtu obrázku cíle pro jednoznačné cílení při měření zenitových úhlů a údaje o orientaci, údaje o stabilizaci a signalizaci bodu, údaje o vlastníku pozemku nebo stavby, a kde je bod umístěn, údaje o zřízení bodu (zřizovatel a rok zřízení) a jeho údržbě.

Při vyhotovení místopisného náčrtu se použijí předměty, které jsou uvedeny v bodu 10 přílohy katastrální vyhlášky č. 357/2013 Sb. K bodům se zaměří s přesností na centimetry vyhledávací míry vztažené k blízkým trvalým předmětům, zejména staničení a kolmice, u bodu při pozemní komunikaci (s výjimkou dálnice, železnice), nejsou-li poblíž vhodné předměty, jeho vzdálenosti od středu a okraje vozovky s přesností na decimetry. Od ostatních bodů nejednoznačně identifikovatelných se měří vyhledávací míry rovněž na decimetry. Míry nesmí omezovat přehlednost údajů místopisného náčrtu, nárysu nebo detailu. (Návod pro obnovu, 2015)

Geodetické údaje je možné získat v dokumentačních odděleních. Trigonometrických a zhušťovacích bodů v ústřední dokumentaci Zeměměřického



úřadu v Praze. Trigonometrických a ZhB a ostatních bodů PBPP v dané oblasti (okres) ve všeobecné dokumentaci katastrálních úřadů. (Ratiborský, 2000)

Současná databáze může poskytovat geodetické údaje ve formě tisku nebo výstupu do grafického souboru pro požadované body. Jedním z výstupů je i zápis vybraných bodů do souborů. Jsou poskytovány hromadné výpisy souřadnic do souborů. Databáze je zálohována exportem dat na pracovní stanici jeho uložením na disk. Databáze je systematicky aktualizována. (Nevosád, 2005)

## ***9 Návrh, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu dané lokality***

### ***9.1 Přípravné práce***

#### ***9.1.1 Lokalita***

Veškeré práce probíhaly v areálu Jihočeské univerzity (JČU) a jejím blízkém okolí. Jihočeská univerzita se nachází v Českých Budějovicích. Je lokalizována mezi sídlištěm Šumava na severu a parkem Stromovka na jihu, přičemž ji od sídliště dělí ulice Branišovská, táhnoucí se ve směru východ/západ. Celý tento areál se pak nachází v katastrálním území České Budějovice 2.

#### ***9.1.2 Rekognoskace***

##### ***9.1.2.1 Klasifikace a rozsah území***

Při plánování geodetických prací bylo nutné se seznámit s danou lokalitou před tím, než vlastní práce započnou a to zejména kvůli přípravě celkové strategie a nalezení možných překážek, které lze odhalit pouze podrobným fyzickým průzkumem zasaženého území. Bylo potřeba zjistit celou řadu informací, které by mohly zásadním způsobem ovlivnit volby metod měření a určení nových bodů. Mimo jiné z tohoto důvodu byl při rekognoskaci velký důraz kladen na účelnost průzkumu a to zejména s přihlédnutím k požadavkům vyplívajícím ze zadání a předpokládaným následným geodetickým pracím, které přímo navazují na výsledky prací tohoto projektu. Proto byla velmi ovlivněna nejen samotná rekognoskace, ale také následná volba pomocných bodů. Ty však mají v tomto projektu charakter bodů PBPP a tak je na ně také dále v průběhu celé práce nahlíženo zejména z hlediska

legislativního a hlediska praktického zaměření. Bylo naplánováno, že veškeré práce proběhnou v okolí ulice Branišovská, která od sebe odděluje JČU a sídliště Šumava. Dále jsou pak pracemi zasaženy právě tyto dvě zmíněné lokality, přičemž areál JČU ve své severní části a sídliště Šumava ve své části jižní.

### **9.1.2.2 Charakter území**

Charakter zájmového území může být popsán jako intravilán. Terén je na celém pracemi dotčeném území nesklonitý bez výrazných terénních tvarů. Areál JČU je v této části charakterizován poměrně řídkou zástavbou s častým výskytem nezastavěných, volných ploch ve formě parků, či jen travnatých ploch, poskytujících příznivé podmínky pro rozhled a tedy také měření. Díky těmto volným plochám byla proto celkově usnadněna volba stanovisek i následné měření. Okrasná zeleň je zde rozmístěna na většině území řídkce. Jen v některých místech zabraňuje dobrému výhledu. Jediné místo s větší hustotou výskytu okrasné zeleně je část přiléhající k západní straně ekonomické fakulty. Tato zeleň ztěžuje práci také svým zastíněním prostoru. Se zhoršenými světelnými podmínkami se práce výrazně zpomalují. Významnou roli zde hrají také uměle vytvořené prvky, jako jsou informační cedule, lavičky, sloupy veřejného osvětlení, dopravní značky a podobně. Nej hustší výskyt těchto prvků je v okolí nově vystavěných budov akademické knihovny a filozofické fakulty, zejména pak v prostoru nacházejícím se mezi nimi. Další problém vytvářejí prostory dvou parkovišť, která leží mezi ulicemi Branišovská a právě zmíněnými budovami. Samotná parkoviště problém neznámají, avšak ve všedních dnech jsou zaplněna stojícími vozidly, která již dokáží bránit požadovanému výhledu. Tato překážka vrcholí v určitých denních dobách. Na to musel být brán zřetel při plánování časového harmonogramu prací. Betonové hřiště, které se zde nachází, je vymezeno několika kovovými sloupy, na kterých je upevněna ochranná provazová síť s malými oky, které v některých místech brání čistému průhledu. Největší překážku námi prováděným geodetickým pracím však v tomto prostoru představovaly právě probíhající zemní práce. Zřetel musel být brán také na hustotu pohybu lidí v místě měření. Intenzita pohybu lidí se také mění s denní dobou.

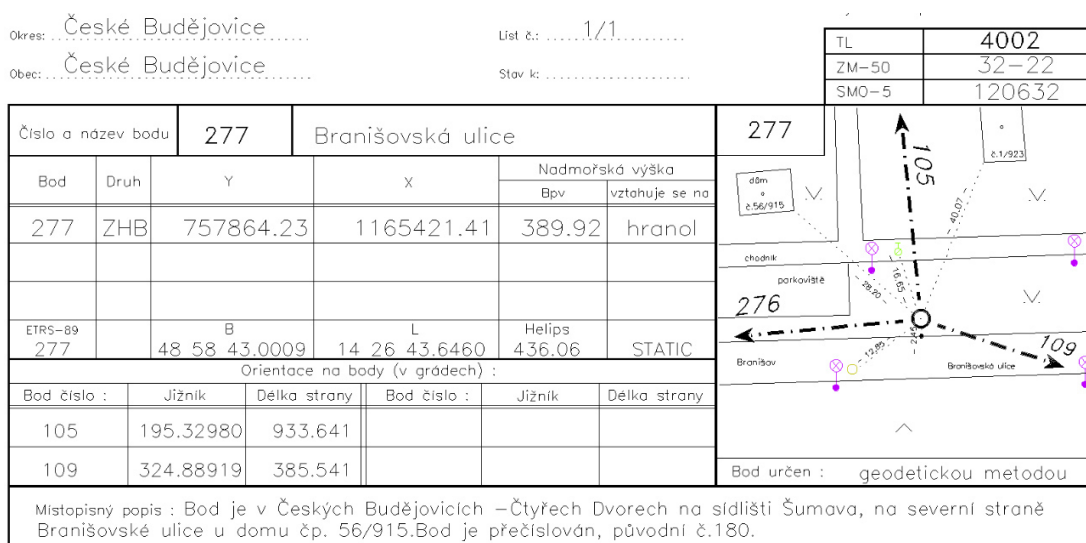
Okolí areálu JČU, pokud uvažujeme pouze námi využívanou a zkoumanou část, tedy území ležící severně od ulice Branišovská, pokrývá již poměrně hustá zástavba. V této lokalitě se nachází panelákové sídliště Šumava vybudované v 80. a 90. letech 20. století. Jednotlivé čtvrtě a ulice v této lokalitě jsou prostorově velmi stísněné a proto nejsou příliš vhodné pro geodetické práce. Podobné prostory

vytváří svým charakterem zástavby, nebo volbou okrasné zeleně nepříznivé podmínky pro některé (hlavně orientační) požadavky geodetů. Hustota zmíněné okrasné zeleně je zde celkově vysoká. Volně by se dalo říci, že co není zastíněno budovami nebo jinými umělými objekty, je zastíněno právě okrasnou zelení ve formě stromů či keřů. Překážku zde představuje také výrazný pohyb lidí a vozidel. Vozidla stojící podél ulice Branišovská jsou také v některých místech překážkou.

### 9.1.2.3 Podklady pro práci

K tomuto účelu jsem si zajistil vytištěnou kopii části digitální katastrální mapy (DKM), viz příloha č. 7. Tuto mapu jsem upravil v programu Microstation V8 tak aby odpovídala měřítku klasické katastrální mapy, tedy 1:2000. DKM jsem zvolil, neboť u klasických katastrálních map dochází v místě zkoumaného území k přechodu dvou mapových listů, zhruba ve středu území (viz příloha č. 3). Tímto způsobem bylo možné zachytit celou danou lokalitu a předejít tak komplikacím spojeným s přechody z jedné katastrální mapy na druhou. Toto řešení také značně zjednodušilo celkovou orientaci v mapě.

Dalším podkladem byly GÚ (viz příloha č. 1). Ty byly staženy z internetového portálu ČÚZK, kde jsou veřejně dostupné a poskytované zdarma. K vyhledání vlastních bodů jsem využil místopisné náčrty v GÚ, které graficky zobrazují místní situaci. Pomocí uvedených měřených délek jsem pak snadno mohl dohledat jednotlivé body v terénu. K přesnější lokalizaci také posloužil místopisný popis, který slovně popisuje umístění bodů. Obsah geodetických údajů je podrobněji vysvětlen v kapitole 8.



Obr. č. 4.: Ukázka GÚ jednoho z daných bod. (ČÚZK, 2015)

Geodetické údaje bodu na obrázku X obsahují mimo jiné také geocentrické souřadnice v systému ETRS-89, který využívá geocentrického světového souřadnicového systému WGS-84.

#### **9.1.2.4 Vyhledávání dříve určených bodů**

Body dané, určené k připojení nebo orientaci nového měření, jsem se při rekognoskaci v terénu pokusil vyhledat pomocí místopisu v geodetických údajích (viz příloha č. 1). Na vytištěné kopii mapy DKM byl vyznačen stávající stav bodového pole, tedy body již stabilizované a zaměřené, potřebné pro další geodetické práce. Tyto body mají být později využity pro polohové a výškové připojení. Body jsou v náčrtu zakresleny vlastní značkou (viz příloha č. 7). Celkem bylo do plánu vyhledání začleněno 6 bodů:

1. 277 – ZHB, stabilizován kamenným mezníkem s křížkem, plánované využití jako stanoviště
2. 105 – TB, stabilizován na střeše věžového domu, plánované využití jako orientace ze stanoviště 277
3. 109 – TB, bod je na střeše panelového domu kolejí „K3“, plánované využití jako orientace ze stanoviště 277 a ze stanoviště 226.1 eventuelně 226.2
4. 226.1 – ZB1, stabilizován kamenným mezníkem s křížkem, plánované využití jako stanoviště (1. možnost)
5. 226.2 – ZB2, stabilizován kamenným mezníkem s křížkem, plánované využití jako stanoviště (2. možnost)
6. 226 – ZHB, bodem je pata kříže na věži kostela sv. Vojtěcha ve Čtyřech Dvorech, plánované využití jako orientace ze stanoviště 226.1 eventuelně 226.2

Pro vyhledání bodů pomocí číselných údajů v místopisu jsem použil 30ti metrového pásma. Stabilizační značky bývají velmi často zarostlé trávou, drny, zanesené hlínou či pískem, zasypané kameny, zarostlé křovím apod. (k vyhledání stabilizační značky se běžně používá krompáč a lopata, železný bodec, někdy stačí opatrně využít výtyčku, v našem případě však nebylo toto vybavení zapotřebí).

- ZHB 277 – Bod byl nalezen (pomocí geodetických údajů a místopisu v nich uvedeném) bez problémů. Za pomoci pásma jsme odměřili kolmou vzdálenost 2,45m od vozovky, čímž nám vznikla fiktivní rovnoběžka s osou

vozovky. Na takto vzniklé přímce jsme již po pár krocích snadno našli bod 277. Bod je obrostlý trávou a je v důsledku dlouhodobého hromadění materiálu a růstu trávy v jeho okolí zapuštěn zhruba 8 cm pod úroveň terénu. Byl částečně zakryt spadáním listím a nahromaděným prachem. Tento bod jsme označili jako použitelný pro měření (počáteční bod polygonového pořadu)

- TB 105 – Bod měl sloužit jako orientace ze zhušťovacího bodu 277, jako orientace je k tomuto bodu také uveden v místopise. Bod jsme se pokusili vyhledat hrubým přezkoumáním viditelnosti pouze obyčejným dalekohledem. Po přezkoumání jsme usoudili na ztrátu této orientace z důvodu příliš husté zeleně. Po bližším zkoumání bylo zjištěno, že TB 105 byl stabilizován v době stavby sídliště Máj, kdy zde žádná zeleň ještě vysazena nebyla. Tento bod jsme tedy označili jako pro měření nepoužitelný.
- TB 109 – Bod měl sloužit taktéž jako orientace ze zhušťovacího bodu 277, v místopise je stejně tak jako TB 105 veden jako možná orientace k ZHB 277. Bod jsme se pokusili vyhledat hrubým přezkoumáním viditelnosti pomocí obyčejného dalekohledu. Po přezkoumání jsme museli bohužel usoudit na ztrátu orientace. Důvodem byla nejasnost případné záměry. Bod byl stabilizován jako kovová tyč na střeše budovy koleje „K3“. Na této střeše však v posledních letech přibilo několik velmi podobných tyčí, čímž bylo znemožněno stoprocentní určení bodu z důvodu možné záměny, která by byla nepřijatelná. Od této orientace jsme museli tedy nakonec upustit, aby byla potlačena chyba z chybné záměry na orientaci. Tento bod byl označen jako pro měření nepoužitelný.
- ZB1 226.1 – Tento bod byl původně uvažován jako možné stanovisko (koncový bod polygonového pořadu). Podle místopisu v geodetických údajích k tomuto bodu jsme pomocí pásma odměřili kolmou vzdálenost 4,25m od blízkého betonového plotu, poté jsme odměřili 13,00m od rohu paneláku (ostatní oměrné míry nebylo možné použít z důvodu ztráty připojovacích prvků z důvodu úprav které zde v minulosti proběhly). Bod měl být stabilizován kamenným mezníkem s vyrytým křížkem, ten se nám však ani po několikátém přezkoumání nepodařilo nalézt. Po pozdější konzultaci s Mgr. Maršíkovou jsme se dozvěděli, že tento bod už je delší dobu zničen. Z těchto důvodů jsme usoudili na ztrátu tohoto stanoviska a označili jsme tento bod jako pro měření nepoužitelný.

- ZB2 226.2 – Tento bod jsme zvolili jako náhradní za ZB1 226.1 z důvodu nutnosti zajistit si koncové výškově i polohově určené stanovisko (náhradní koncový bod polygonového pořadu). Podle místopisu v geodetických údajích jsme tento bod vyhledaly bez problémů a to už při prvotní pochůzce v místě jeho předpokládaného výskytu bez použití žádného přímého měření pásmem. Bod je snadno viditelný a jeho kamenná opracovaná hlava s vyrytým křížkem částečně vyčnívá nad terén. Z tohoto bodu byla rovnou hrubým pozorováním přezkoumána viditelnost na orientační ZHB 226. Po celkovém prošetření byl tento bod označen jako použitelný pro měření a nahradil tak ztracené stanovisko na bodě ZB1 226.1 .
- ZHB 226 – Zhušřovací bod je stabilizován jako pata kříže na věži kostela sv. Vojtěcha ve Čtyřech Dvorech. Tento bod jsme podle popisu v místopisu geodetických údajích jednoznačně našli a po překontrolování viditelnosti ze stanoviska ZH2 226.2 usoudili jako bod použitelný pro měření. Bod měl být využit jako orientace ze ZB2 226.2.

Po skončení místního šetření, měření využitelných požadovaných bodů stávajícího bodového pole, bylo rozhodnuto o převzetí pouze některých z původně zamýšlených bodů. Převzaty byly to body:

1. ZHB 227 (stanovisko)
2. ZHB 226 (orientace)
3. ZB2 226.2 (stanovisko)

Ostatní body byly z budoucího měření vynechány z uvedených důvodů. Takto nepříznivý vývoj vyhledávacích prací se však nedal jednoduše přejít. Takto malé množství dříve určených bodů bylo nepřijatelné, jelikož nezaručovalo minimální požadované podmínky pro následné určení bodů PBPP. Pro určení nových bodů PBPP je nutno využít legislativně stanovených metod a dodržet jejich požadované podmínky. V případě této práce byla zvolena metoda polygonového pořadu oboustranně polohově a oboustranně směrově připojeného, která (pro určení bodů PBPP) vyžaduje minimálně 2 orientace na každém (koncovém i počátečním) daném stanovisku. V tomto případě však bylo možné dosáhnout pouze jedné orientace na koncovém stanovisku ZB2 226.2 (viditelnost na ZHB226), a na počátečním stanovisku ZHB 227 dokonce orientace žádné. Z toho důvodu bylo rozhodnuto o nouzovém řešení tohoto problému založeném na principu nové volby a stabilizace bodů, které měly být určeny, dnes již běžně používanou, metodou

GNSS a následně měly sloužit jako chybějící body orientací vyžadované legislativou. Nově zvolené body pak budou splňovat svou přesností požadavky bodů využívaných pro tvorbu PBPP.

### **9.1.2.5 Volba nových bodů**

Umístění nových bodů PBPP se taktéž určilo při rekognoskaci v terénu, kdy jsem do výseku DKM v měřítku 1:2000 ve které již byly zakresleny dané body základního a podrobného pole, navrhl síť nových bodů. Tyto body byly do náčrtu zakresleny vlastní mapovou značkou (viz příloha č. 7). Při volbě nových bodů bylo dbáno na to, aby byly voleny účelně a to zejména s přihlédnutím k předpokládaným následným pracím v projektu, při kterém bude tyto body nutno použít. Pro důsledné a dostatečné pokrytí území novými polohovými a současně výškovými body bylo rozhodnuto o nové stabilizaci následujících bodů:

1. 277A – Bod orientace určený metodou GNSS. Bod na chodníku před vchodem do panelového domu č.p. 14 v ulici Větrná v Českých Budějovicích.
2. 277B – Bod orientace určený metodou GNSS. Bod na chodníku u parkoviště Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v ulici Branišovská v Českých Budějovicích.
3. 4001 – Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na chodníku poblíž zastávky městské hromadné dopravy „Jihočeská univerzita“ v ulici Branišovská v Českých Budějovicích
4. 4002 - Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na chodníku v areálu Jihočeské univerzity před hlavním vchodem Biologického centra Akademie věd České republiky v Českých Budějovicích.
5. 4003 - Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na chodníku poblíž auly „Bobík“ v areálu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.
6. 4004 - Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na chodníku v areálu Jihočeské univerzity za budovou Ekonomické fakulty v Českých Budějovicích.
7. 4005 - Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na chodníku ulice Branišovské u

parkoviště před Akademickou knihovnou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

8. 4006 - Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na chodníku za obytným domem č.p. 23 v ulici Branišovská v Českých Budějovicích.
9. 4007 - Bod podrobného bodového polohového pole určený metodou polygonového pořadu. Bod na objektu veřejné kanalizace za panelovým domem č.p. 7 v ulici Emy Destinové v Českých Budějovicích.
10. 226.2A - Bod orientace určený metodou GNSS. Bod na obrubníku parkoviště za domem č.p. 7 v ulici Emy Destinové v Českých Budějovicích.

Podrobný popis volby jednotlivých PBPP a bodů orientace z hlediska účelnosti a požadavků pro budoucí práce, bezpečnosti bodu a měřiče, stabilizace, viditelnosti a vzdálenosti k sousedním bodům, možnosti manipulace s měřickým přístrojem, vhodnosti polohy pro zvolenou metodu:

- 277A –Bod byl navržen z důvodu nedostatečného pokrytí místního území sítí daného bodového pole. Jeho určení je nutné kvůli dodržení legislativních podmínek pro tvorbu podrobného bodového polohového pole. Bod plní funkci jednoho ze dvou povinných orientačních směrů, na které je cíleno ze ZHB 277. Poloha bodu bude zaměřena metodou GNSS. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na asfaltovém chodníku, zatlučen do spáry mezi dvěma na sebe navazujícími povrchy asfaltu. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací. Měření z tohoto bodu je pro měřiče bezpečné. Postavení stroje na bodě je bezproblémové. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na ZHB277. Tento bod bude využit pouze pro jednorázové zaměření orientace.
- 277B - Bod byl navržen z důvodu nedostatečného pokrytí místního území sítí daného bodového pole. Jeho určení je nutné kvůli dodržení legislativních podmínek pro tvorbu podrobného bodového polohového pole. Bod plní funkci jednoho ze dvou povinných orientačních směrů, na které je cíleno ze ZHB 277. Poloha bodu bude zaměřena metodou GNSS. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na chodníku z dlažebních kostek, zatlučen do spáry mezi kostkami a obrubníkem. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací.



Měření z tohoto bodu je pro měřiče bezpečné. Postavení stroje na bodě je bezproblémové. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na ZHB277. Tento bod bude využit pouze pro jednorázové zaměření orientace.

- 4001 – Bod je prvním nově určovaným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na ZHB 277 vzdálený 167,047m a na bod 4002 vzdálený 127,222m. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na chodníku z dlažebních kostek, zatlučen do spáry mezi kostkami. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací. Postavení stroje je bezproblémové. V blízkosti bodu se nachází autobusová zastávka, proto zde bývá větší množství procházejících lidí, na které je třeba brát ohled a dbát také zvýšené opatrnosti při ochraně měřického vybavení. Bod se nachází v blízkosti komunikace, je proto třeba používat výstražnou vestu. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na ZHB 277 a současně na bod 4001, dále byl požadavek v návaznosti na budoucí projektované práce, aby bylo možné z tohoto bodu zmapovat určitou část území.
- 4002 - Bod je druhým nově určovaným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na bod 4001 vzdálený 127,222m a na bod 4003 vzdálený 119,950m. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na chodníku z dlažebních kostek, zatlučen do spáry mezi kostkami. Bod může být ohrožen probíhajícími zemními pracemi. Postavení stroje je bezproblémové. Bod se nachází na frekventovaném chodníku je proto třeba na to brát ohled a dbát také zvýšené opatrnosti při ochraně měřického vybavení. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na bod 4001 a současně na bod 4003, dále byl požadavek v návaznosti na budoucí projektované práce, aby bylo možné z tohoto bodu zmapovat určitou část území.
- 4003 - Bod je třetím nově určovaným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na bod 4002 vzdálený 119,950m a na bod 4004 vzdálený 149,993m. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na chodníku z dlažebních kostek, zatlučen do spáry mezi kostkami. Bod může být ohrožen probíhajícími zemními pracemi. Postavení stroje je bezproblémové.

Bod se nachází na frekventovaném chodníku je proto třeba na to brát ohled a dbát také zvýšené opatrnosti při ochraně měřického vybavení. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na bod 4002 a současně na bod 4004, dále byl požadavek v návaznosti na budoucí projektované práce, aby bylo možné z tohoto bodu zmapovat určitou část území.

- 4004 - Bod je čtvrtým nově určovaným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na bod 4003 vzdálený 149,993m a na bod 4005 vzdálený 78,516m. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na asfaltovém chodníku, zatlučen do spáry mezi asfaltem a obrubníkem. Bod může být ohrožen probíhajícími zemními pracemi. Postavení stroje je bezproblémové. Bod se nachází na frekventovaném chodníku je proto třeba na to brát ohled a dbát také zvýšené opatrnosti při ochraně měřického vybavení. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na bod 4003 a současně na bod 4005, dále byl požadavek v návaznosti na budoucí projektované práce, aby bylo možné z tohoto bodu zmapovat určitou část území.
- 4005 - Bod je pátým nově určovaným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na bod 4004 vzdálený 78,516m a na bod 4006 vzdálený 131,898m. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na chodníku z dlažebních kostek, zatlučen do spáry mezi kostkami a obrubníkem. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací. Postavení stroje je zde mírně zkomplikováno nedostatečnou šířkou chodníku, na kterém je bod stabilizován. Může zde při měření docházet k omezení chodců. Bod se nachází na frekventovaném chodníku je proto třeba na to brát ohled a dbát také zvýšené opatrnosti při ochraně měřického vybavení. Bod se nachází v blízkosti komunikace, je proto třeba používat výstražnou vestu. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na 4004 a současně na bod 4006, dále byl požadavek v návaznosti na budoucí projektované práce, aby bylo možné z tohoto bodu zmapovat určitou část území.
- 4006 - Bod je šestým nově určovaným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na bod 4005 vzdálený 131,898m a na bod 4007 vzdálený 92,976m. Bod je stabilizován měřickým

hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na chodníku z dlažebních kostek, zatlučen do spáry mezi kostkami a obrubníkem. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací. Postavení stroje je zde mírně zkomplikováno nedostatečnou šířkou chodníku, na kterém je bod stabilizován. Může zde při měření docházet k omezení chodců. Bod se nachází na frekventovaném chodníku je proto třeba na to brát ohled a dbát také zvýšené opatrnosti při ochraně měřického vybavení. Bod se nachází v blízkosti komunikace, je proto třeba používat výstražnou vestu. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na 4005 a současně na bod 4007.

- 4007 - Bod je sedmým nově určeným bodem podrobného bodového polohového pole. Poloha bodu bude zaměřena polygonovým pořadem, který je přes něj veden. Bod využívá orientací na bod 4006 vzdálený 92,976m a na ZB2 226.2 vzdálený 62,235m. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na betonové skruži veřejné kanalizace, zatlučen do spáry mezi dvěma betonovými moduly. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací. Postavení stroje je bezproblémové. Měření z tohoto bodu je pro měřiče bezpečné. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na 4006 a současně na bod ZB2 226.2.
- 226.2B - Bod byl navržen z důvodu nedostatečného pokrytí místního území sítí daného bodového pole. Jeho určení je nutné kvůli dodržení legislativních podmínek pro tvorbu podrobného bodového polohového pole. Bod plní funkci jednoho ze dvou povinných orientačních směrů, na které je cíleno ze ZB2 226.2. Poloha bodu bude zaměřena metodou GNSS. Bod je stabilizován měřickým hřebem o délce 5 cm s hlavou o průměru 26mm. Je umístěn na hraně parkoviště a zatlučen do spáry mezi vozovkou a obrubníkem. Bod není ohrožen zemními pracemi, ani dopravní situací. Postavení stroje vyžaduje volné parkovací místo v bezprostřední blízkosti bodu. Měření z tohoto bodu je pro měřiče bezpečné. Bod se nachází v blízkosti komunikace, je proto třeba používat výstražnou vestu. Bod bylo třeba volit tak, aby byla viditelnost na ZB2 226.2. Tento bod bude využit pouze pro jednorázové zaměření orientace.

## **9.2 Zaměření bodů**

### **9.2.1 Zaměření nových bodů orientací metodou GNSS**

Potřeba pomocných bodů orientací vyvstala ve chvíli, kdy bylo při rekognoskaci stávajícího bodového pole zjištěno, že nedostačuje svým charakterem a požadavky na kvalitní zaměření nových bodů podrobného bodového polohového pole metodou polygonového pořadu oboustranně připojeného a oboustranně orientovaného. Na počátečním (ZHB277) i koncovém bodě ZB226.2) byl požadavek na dvě orientace na každém z nich. V praxi však tato podmínka nebyla dodržena. Na počátečním bodě nebylo možné najít orientaci žádnou, na koncovém bodě pak orientaci pouze jednu (ZHB226). Bylo tedy navrženo toto řešení:

Bylo rozhodnuto o stabilizaci a zaměření tří nových pomocných bodů, které měly sloužit jako orientace, tím zhustit nedostačující síť daných bodů a to v místech jejich největší potřeby. V okolí ZHB 277 byly proto stabilizovány dva pomocné body a to body 277A a 277B, v blízkosti ZB2 226.2 byl pak zřízen bod 226.2A. K zaměření těchto tří bodů byla použita metoda zaměření bodů pomocí GNSS. Aparaturu GNSS jsme již měli zapůjčenou z geodetického skladu zemědělské fakulty díky tomu, že bylo plánováno její užití při ověřování nově určených bodů PBPP. Pro tento účel byla v softwaru stanice GNSS vytvořena nová zakázka „TCBAKALOR“ (viz příloha č. 6), do které se všechny měřené údaje v terénu automaticky ukládaly.

Poloha každého z tří bodů tedy musela být určena ze dvou nezávislých měření při rozdílném postavení družic. Toho bylo dosaženo tak, že bylo měření rozděleno na dva po sobě následující dny. K měření byla použita kalibrovaná soustava - Trimble R4-2 vyr. c.: 5238496940. Korekce byly přes mobilní telefon stahovány ze sítě CZEPOS. Hodnota PDOP nastavena na 7. Při měření byl po celou dobu jako podklad pro orientaci v terénu používán dříve zhotovený náčrt odvozený z DKM s vyznačenými zkoumanými body.

První etapa měření proběhla 9. 10. 2015 za pomoci Filipa Trapka na bodech 277A a 277B na ulici Branišovská v blízkosti přírodovědecké fakulty a na bodě 226.2A v ulici Emy Destinové poblíž kostela Sv. Vojtěcha. Druhá etapa měření proběhla 10. 10. 2015 opět za pomoci Filipa Trapka na stejných bodech jako při měření přechozího dne. Výsledky měření se po celou dobu ukládaly do interní paměti přístroje, nebylo tedy nutné vést jakýkoli ruční zápisník.

Při měření byl na každém bodě umístěn přístroj na výtyčce a změřila se inicializace, pak proběhlo podrobné měření v délce trvání 5 sekund. Hodnoty PDOP díky poměrně dobrému signálu, vyhovujícímu rozmístění družic a volbě polohy bodů po celou dobu nepřekročilo hodnotu 3. Pouze jednou byla překročena hodnota PDOP 2 a to při měření bodu 277A dne 10. 10. 2015. Inicializace tedy bylo dosaženo vždy. Této skutečnosti napomohla také vhodná volba polohy bodů v místech téměř s dobrým elevačním úhlem, téměř nezastíněných budovami ani stromy. Měření proběhlo bez problémů, které by mohli mít vliv na celkovou kvalitu určení bodů.

Získáním polohových i výškových souřadnic bodů 277A, 277B a 226.2A byl konečně umožněn začátek měření PBPP metodou oboustranně směrově a oboustranně polohově připojeného polygonového pořadu.

### **9.2.2 Zaměření zbylých nově určovaných bodů metodou GNSS**

Další částí bakalářské práce bylo zaměření nově stabilizovaných bodů PBPP - 4001, 4002, 4003, 4004, 4005, 4006, 4007 a současně připojovacích bodů 277 a 226.2 metodou GNSS. Toto měření mělo za úkol určit polohové a výškové souřadnice v systému JTSK a Bpv za pomoci GPS aparatury a následně porovnat tyto souřadnice s výslednými souřadnicemi získanými metodou polygonového pořadu. Toto dodatečné měření navíc slouží jako ověření souřadnic bodů 277 a 226.2, čímž je zajištěno ověření připojovacích bodů, které je podstatnou částí tvorby nového bodového pole. Je tím zajištěno bezpečné připojení polygonového pořadu na referenční síť bodových polí ČR. Pro tento účel byla v softwaru stanice GNSS vytvořena nová zakázka „TCBAKPOD“ (viz příloha č. 6), do které se všechny měřené údaje v terénu automaticky ukládaly.

Obdobně jako při předešlém měření nově stabilizovaných orientačních směrů 277A, 277B a 226.2A byla poloha každého z nich určena ze dvou nezávislých měření při rozdílném postavení družic. Toho bylo dosaženo tak, že bylo měření provedeno ve dvou rozdílných denních dobách, ve dvou po sobě následujících dnech. K měření byla použita kalibrovaná soustava Trimble R4-2 vyr. c.: 5238496940. Korekce byly přes mobilní telefon stahovány ze sítě CZEPOS. Hodnota PDOP nastavena na 7. Při měření byl po celou dobu jako podklad pro orientaci používán dříve zhotovený náčrt na podkladě DKM s vyznačenými zkoumanými body.

První etapa tohoto měření proběhla 10. 10. 2015. Došlo při ní k zaměření všech zkoumaných, nově určovaných bodů i ověření některých bodů stávajících. Druhá etapa proběhla následujícího dne 11. 10. 2015 na těch samých bodech. Výsledky měření se po celou dobu ukládaly do interní paměti přístroje, nebylo tedy nutné vést jakýkoli ruční zápisník.

Při měření byl na každém bodě umístěn přístroj na výtyčce a změřila se inicializace, pak proběhlo podrobné měření trvajícím 5 sekund. Hodnoty PDOP díky poměrně dobrému signálu, vyhovujícímu rozmístění družic a volbě polohy bodů po celou dobu nepřekročilo hodnotu 3. Pouze několikrát byla překročena hodnota PDOP 2. Inicializace tedy bylo dosaženo vždy. Této skutečnosti napomohla také vhodná volba polohy bodů v místech téměř s dobrým elevačním úhlem, téměř nezastíněných budovami ani stromy. Měření proběhlo bez problémů, které by mohli mít vliv na celkovou kvalitu určení bodů.

### **9.2.3 Zaměření bodů PBPP polygonovým pořadem**

Zaměření bodů podrobného bodového polohového pole proběhlo metodou oboustranně směřově a oboustranně polohově připojeného polygonového pořadu. Ten je pro určování polohy těchto bodů vyžadován vyhláškou. K zaměření polohy byly určeny předem stabilizované body 4001, 4002, 4003, 4004, 4005, 4006 a 4007. K tomuto účelu bylo použito předem vypůjčeného vybavení. Celá úloha byla vyhotovena pomocí totální stanice Leica TC 407 (v. č. 545 3549). Do té byla zadána hodnota teploty a tlaku pro automatické provedení fyzikálních redukcí.

Měření proběhlo dne 11. 10. 2015 za pomoci figurantů Filipa Trapka, Filipa Paclíka a Anny Robauschové. Výsledky měření byly po celou dobu průběžně zaznamenávány na ručně psaný zápisník měření vodorovných směrů, zenitových úhlů a délek (viz příloha č. 2). K zaměření byla použita trojpodstavcová soustava skládající se ze tří stativů, dvou odrazných hranolů a měřického přístroje. Vrcholové horizontální úhly se měřily levostranně. Měření vodorovných úhlů probíhalo po celou dobu ve dvou polohách a dvou skupinách. Zenitové úhly pouze ve dvou polohách. Délka byla taktéž měřena mezi body vždy dvakrát a to oboustranně. Před samotným měřením bylo do zápisníku uvedeno několik potřebných údajů: členové skupiny, datum, název a výrobní číslo přístroje a ostatního vybavení, atmosférické podmínky, místo měření. Do stroje také byly zadány údaje pro automatické fyzikální redukce délek. Celá měřická skupina byla mnou dostatečně poučena o bezpečnosti práce, taktéž o jednotlivých úkonech, které od nich budou v průběhu měření vyžadovány.

Všichni také obdrželi výstražné vesty, jelikož většinou práce probíhaly v blízkosti frekventované komunikace v ulici Branišovská. Při měření byl po celou dobu jako podklad pro orientaci používán dříve zhotovený náčrt na podkladě DKM s vyznačenými zkoumanými body.

Měření započalo na počátečním daném bodě 277. Zde byl stroj na stativu zcentrován a zhorizontován pomocí stavěcích šroubů a laserového centrovače tak, aby bylo dosaženo potřebných osových podmínek. Současně byl postaven stativ s odrazným hranolem na prvním určovaném bodě 4001, kde byl odrazný hranol taktéž zcentrován a zhorizontován a byl svou odraznou plochou nasměrován pomocí kolimátoru na stroj stojícím na bodě 277. Mezi orientacemi na bodech 277A a 277B v průběhu měření přecházel figurant s odrazným hranolem umístěným na výtyčce, který byl opět vždy při měření nasměrován na bod 277. Při práci s hranolem na výtyčce bylo taktéž třeba dbát na svislost výtyčky, které se docílí pomocí sledování krabicové libely na ní umístěné. Nejprve byl zaměřen směr na bod 277A, kam byla také nastavena nula horizontálního děleného kruhu. Zacíleno bylo co nejpřesněji na střed odrazného hranolu. Poté byla zaměřena osnova vodorovných směrů pravostranně, tedy ve směru hodinových ručiček, přes body 4001, 277B a uzávěr zpět na 277A. Zde byla také možnost hrubé kontroly, zda nedošlo k posunutí stroje a tím poškození celého dosavadního měření. Na každý bod byla také postupně odečtena přímo měřená délka a svislý (zenitový) úhel. Všechny tyto hodnoty byly průběžně ručně zaznamenány do zápisníku tak, aby bylo patrné, že jde o první polohu v první skupině měření. Poté byl stroj protočen do druhé polohy a opět co nejpřesněji zacíleno na hranol na bodě 277B a opět se odečetl svislý a vertikální úhel. Ve druhé poloze se však osnova směrů měřila levostranně, tedy protisměru hodinových ručiček. Postupně se tedy zaměřil bod 277B, 4001 a uzávěr na bod 277A, přičemž byly opět zaznamenány všechny potřebné hodnoty. Zde byla znovu možnost kontroly, zda nedošlo k posunutí stroje. Vše proběhlo v pořádku, a proto bylo možno přejít k měření druhé skupiny. Ve druhé skupině proběhlo měření stejně jako ve skupině první, nezaměřoval se však již svislý úhel ani přímo měřená vzdálenost. Také bylo, kvůli měření výšek jednotlivých určovaných bodů, třeba změřit výšku stroje a hranolu na stativu. To se bylo provedeno kapesním dvoumetrem. Hranoly na teleskopických výtyčkách byly vždy nastaveny na určitou výšku a při její změně se nová výška zaznamenala do zápisníku.

Doměřením druhé skupiny na bodě 277 skončilo na tomto bodě celkové měření a bylo nutno se, podle principu polygonového pořadu, přesunout na

následující bod v pořadí, první určovaný bod, tedy bod 4001. Bylo tedy třeba přesunout na tento nově určovaný bod stroj a na bod 277 umístit správně (na stroj) nasměrovaný hranol. Díky trojpodstavcové soustavě je možné snadno zaměnit stroj za hranol na následujícím bodě. Umožňuje to také technické řešení stroje i hranolu, kdy je lze odejmout a zaměnit bez porušení centraxe a horizontace. To výrazně urychluje práci, protože je tím výrazně omezena potřeba opětovaně rušit a zakládat stanoviště stroje a hranolů. Také tím dojde k celkovému zkvalitnění práce. Stroj byl tedy tímto způsobem zaměněn s hranolem, pouze byla překontrolována horizontace a centraxe, zda nedošlo při výměně ke hnutí stativů. Dále byl postaven stativ s hranolem na další předem stabilizovaný, určovaný bod 4002. Byl zcentrován a zhorizontován a nasměrován na bod 4001, kde stál nyní stroj. Po změření výšky stroje a všech ostatních stanovišť se začalo s měřením. Měření probíhalo obdobně jako na prvním stanovišti ve dvou polohách a dvou skupinách, přičemž svíslé úhly byly zaměřeny ve skupině jedné. Také byla konečně změřená druhá potřebná vzdálenost na bod 277. Zápisník byl veden taktéž obdobně jako na prvním stanovišti s tím, že se měření na bodě 4001 celkově zapisovalo o řádek níže. Na tomto bodě již nebyly dva orientační směry, ale pouze jeden a to ve formě předchozího bodu 277. Na ten byl také po celou dobu měřen uzávěr. Ve výsledku v osnově směrů bylo tedy o jeden bod méně, lze z toho tedy logicky odvodit, že měření na určovaném bodě bylo rychlejší, než na bodě připojovacím.

Celý tento postup přestavby stroje a hranolů, následné měření všech údajů s průběžnými kontrolami a zápisem všeho potřebného do zápisníku, se obdobně opakoval na všech ostatních podrobných bodech 4002, 4003, 4004, 4005, 4006 a 4007. Metoda měření na každém z nich byla principiálně stejná, docházelo jen k menším odlišnostem v závislosti na jednotlivých charakterech těchto bodů, jejich okolí, viditelnosti a podobně. Na koncovém připojovacím bodě 226.2 pak proběhlo měření způsobem ne nijak odlišným od měření na počátečním připojovacím bodě 277. Bylo zde také třeba zaměřit navíc druhý orientační směr na (předem metodou GNSS určený) bod 226.2A. Uzávěrovým bodem byl v tomto případě samotný ZhB 226 stabilizovaný zde jako pata kříže na věži kostela Sv. Vojtěcha. Z důvodu jeho odlišné stabilizace bylo na tento bod cíleno jiným, způsobem než na všechny ostatní body stabilizované odrazným hranolem. Na tento bod navíc nelze, z důvodu nemožnosti umístění odrazného systému, změřit přímou vzdálenost. Z toho důvodu byla v tomto případě z měření vypuštěna, což díky naměřeným nadbytečným veličinám nemělo vliv na celkovou kvalitu práce a tím ani na kvalitu určení nově vzniklých bodů podrobného bodového polohového pole.



Doměřením na posledním bodě 226.2 bylo celkově ukončeno měření polygonového pořadu. V průběhu prací nedošlo k žádným závažným komplikacím. Jedinou překážkou byly zrovna probíhající zemní práce v okolí bodů 4002, 4003 a 4004. Ovlivněna byla hlavně viditelnost mezi body a na stanovisku 4003 bylo třeba zkoordinovat práci těžké techniky s naší prací. Po domluvě se stavbyvedoucím jsme dospěli ke společnému řešení a měření tak mohlo proběhnout ve výrazně zlepšených podmínkách. Skupina i přístroje pracovaly spolehlivě a bezproblémově. Měřický materiál byl překontrolován kvůli případnému poškození. K poškození nedošlo a tak byl materiál vrácen zpět do budovy zemědělské fakulty. Po skončení prací na polygonovém pořadu v terénu následovaly práce zpracovatelské, vyhodnocovací a výpočetní.

### **9.2.4 Kontrola výšky ZB2-226.2 nivelací**

Pro kontrolu proběhlo dodatečně dne 18. 3. 2015 kontrolní měření výšky bodu 226.2 metodou geometrické nivelace ze středu. K tomu účelu byl použit nivelační přístroj Topcon - AT22a, stativ a nivelační lať. Připojení bylo provedeno na nivelační bod Mf6-3 (389,30), stabilizovaný jako hřbová nivelační na severní straně kostela sv. Vojtěcha. Bod byl vyhledán podle nivelačních údajů náležícím k tomuto bodu. Byl vytvořen a vyhodnocen nivelační zápisník (viz příloha č. 2). K určení stačila z důvodu bezprostřední blízkosti obou bodů pouze jedna nivelační sestava. Po přezkoumání bylo a zjištěna kontrolní

výška bodu ZB2-226.2 v Bpv = 388,89 m

Z výsledku tohoto měření lze usoudit, že výška bodu 226.2 (388,90) odvozená z geodetických údajů se liší od této měřené výšky pouze o 1 cm. Z toho lze uvažovat na použitelnost této výšky.

## **9.3 Zpracování výsledků**

### **9.3.1 Záznam výsledků měření**

Výsledky měření, v tomto případě polygonového pořadu, byly po celou dobu zaznamenávány nejen do zápisníků (viz příloha č. 2), ale také do měřického náčrtu (viz příloha č. 7). Měřické náčrty současně s danými souřadnicemi bodů a se zápisníky podrobného měření tvoří podklady pro výpočty souřadnic určovaných bodů. Náčrtem je výřez z mapy DKM v místě zkoumaného území. Měřítka náčrtu dovolilo zřetelné zobrazení potřebných údajů.

## 9.3.2 Zpracovatelské práce

### 9.3.2.1 Souřadnice získané metodou GNSS

Hodnoty pomocných orientací byly uloženy v paměti aparatury GNSS pod názvem zakázky TCBAKALOR, všechny souřadnice nově určovaných bodů pak byly uloženy pod názvem zakázky TCBAKPOD. Z měření aparaturou GNSS jsme získali následující výsledky:

Číslo bodu	Y	X	Z
4001	757697,19	1165419,69	389,34
4002	757672,61	1165544,53	388,99
4003	757553,59	1165529,46	388,75
4004	757438,02	1165445,28	388,26
4005	757489,95	1165386,39	388,54
4006	757359,38	1165367,77	388,09
4007	757378,95	1165276,90	388,77

Tab. č. 3.: Souřadnice nových bodů PBPP získané metodou GNSS. (Zdroj vlastní)

Číslo bodu	Y	X	Z
277A	757896,25	1165341,43	390,35
277B	757762,52	1165442,84	389,77
226.2A	757403,30	1165275,96	388,71

Tab. č. 4.: Souřadnice pomocných orientačních směrů získané metodou GNSS. (Zdroj vlastní)

### 9.3.2.2 Ověření daných bodů metodou GNSS

Ověření daných bodů bylo provedeno metodou GNSS, přičemž byly na každém z obou bodů 277 a 226.2 změřeny polohové i výškové souřadnice v rámci zakázky „TCBAKPOD“.

Číslo bodu	Y	X	Z
277	757864,23	1165421,41	389,92
226.2	757318,36	1165262,87	388,90

Tab. č. 5.: Souřadnice bodů převzaté z geodetických údajů. (Zdroj vlastní)

Číslo bodu	Y	X	Z
277	757864,24	1165421,40	389,93
226.2	757318,34	1165262,86	388,90

Tab. č. 6.: Souřadnice bodů získané metodou GNSS. (Zdroj vlastní)

Při porovnání souřadnic daných připojovacích bodů 277 a 226.2 v tabulce číslo 5 se souřadnicemi těchto bodů v tabulce číslo 6 si lze všimnout, že polohově souřadnice obou bodů se v žádném případě neliší více než o 1 cm, stejně jako u výškového měření. Z toho lze usuzovat, že nedošlo k posunutí a body lze převzít k následujícímu měření.

### 9.3.2.3 Výpočet polygonového pořadu

Při měření polygonového pořadu byly všechny měřené hodnoty průběžně zapisovány do předepsaných tiskopisů (viz příloha č. 2). Po skončení měření byly tyto zápisníky převzaty k vyhodnocení a vypočtení podle daných vyhodnocovacích metod. Zápisník jsem vyplňoval vždy tužkou. Zápisníky jsem vyhodnotil a po ukončení výpočetních prací také adjustoval. Vyhodnotit zde bylo třeba vodorovné a svislé úhly, délku zprůměrovat aritmetickým průměrem. Program GROMA je schopen sám provést aritmetický průměr u délek, proto jsem je nechal vyhodnotit tento výpočetní program. Černě se adjustovalo záhlaví zápisníku, čísla vrcholů polygonového pořadu, výsledný vodorovný úhel, svislý úhel a šikmá délka.

- **Použitý software:**

Výpočet souřadnic nově určovaných bodů byl proveden pomocí výpočetního programu GROMA v 8.0. Polohové souřadnice byly vypočteny v souřadnicovém systému JTSC, výškové souřadnice v systému Bpv.

- **Nastavení programu GROMA:**

Před začátkem výpočtů bylo třeba nastavit několik funkcí tak, aby výpočty proběhly správně a výsledky měly požadovanou formu. V nastavení programu jsem nejprve v záložce „DXF“ zaškrtnul kolonky 3D, hlavička a zaměnit X a Y, koeficienty jsem pak nastavil na hodnoty Y: -1,000000, X:-1,000000 a Z: 1,000000. Tím byly zajištěny osové podmínky shodné s Křovákovým systémem JTSC. V záložce „prostředí“ jsem v kolonce „souřadnicová soustava“ zaškrtnul 3.kvadrant. Tím bylo

zajištěno, že podobně jako v JTSK budou všechny souřadnice kladné, kladný směr osy x směřuje k jihu a kladný směr osy y k západu. Nakonec jsem pak v záložce „vstup/výstup“ nastavil požadované počty desetinných míst: souřadnice na 2, délky na 2, výšky na 2 a úhly na 4 desetinná místa, v této záložce jsem také nastavil hodnotu délkového zkreslení křovákova zobrazení v závislosti na poloze. To jsem provedl jednoduchým přetažením souřadnic jednoho bodu do kolony měřítkového koeficientu, čímž se tento koeficient stanovil a automaticky opravil v následném výpočtu všechny délky. V oblasti Českých Budějovic je tento koeficient zkreslení téměř roven jedné, proto byly v tomto případě tyto redukce zanedbatelné.

- ***Vkládání dat:***

Pro práci ve výpočetním programu GROMA bylo před samotným výpočtem třeba nejprve do něj vložit všechny námi známé hodnoty. Těmito hodnotami se rozumí všechny výsledky získané při námi prováděných měřických pracích a všechny potřebné souřadnice získané převzetím z dřívějších měření, které jsme převzaly (geodetické údaje, námi vytvořené orientace). V programu byly vytvořeny dva nové soubory, do kterých se zjištěné hodnoty zadaly:

- První z nich byl „seznam souřadnic“. Sem se zaznamenaly výškové a polohové souřadnice daných bodů, tedy bodů, jejichž souřadnice byly známy před měřením vlastního polygonového pořadu. Těmi jsou body 277, 277A, 277B, 226, 226.2, 226.2B. Zde jsem vyplňoval vždy číslo bodu a souřadnice X, Y, Z.
- Druhým byl seznam „měření - polární data“. Zde byly postupně vkládány všechny mnou měřené hodnoty ze zápisníku tak, aby byly ve správném pořadí, tedy takovém, ve kterém byly zaměřeny. Při vkládání měření se u každého z bodů 4001, 4002, 4003, 4004, 4005, 4006, 4007 vždy na jeho stanovisku rozlišilo a zaznamenalo, zda se jedná o stanovisko či orientaci a napsalo se číslo bodu. Stanoviska se pak zobrazila v programu červeně, orientace černě. Dále se muselo u každé zadané délky zaškrtnout políčko „redukovat na vodorovnou“ a „opravit o měřítko“ čímž byly zajištěny potřebné matematické redukce. Nakonec se vždy vyplnil zenitový a vodorovný úhel.

Předč.	Číslo	Hz	Z	Vod.délka	dH	Signál	Pop
00000000	0277					1.80	
	0277A	0.0000	99.7180	86.12		1.75	
00000000	4001	123.6048	100.2595	167.05		1.71	
	0277B	137.4725	99.9780	103.95		2.00	
	0277A	399.9985	99.7158	86.12		1.80	
00000000	4001					1.75	
00000000	0277	0.0000	99.7795	167.05		1.73	
00000000	4002	288.2538	100.1990	127.22		1.70	
00000000	0277	0.0014	99.7817	167.05		1.73	
00000000	4002					1.63	
00000000	4001	0.0000	99.8370	127.22		1.71	
00000000	4003	104.3602	100.1595	119.95		1.67	
00000000	4001	0.0003	99.8385	127.22		1.71	
00000000	4003					1.69	
00000000	4002	0.0000	99.8798	119.95		1.70	
00000000	4004	167.9460	100.2310	142.99		1.71	
00000000	4002	0.0006	99.8782	119.95		1.70	
00000000	4004					1.72	
00000000	4003	0.0000	99.8082	142.99		1.67	
00000000	4005	94.0644	99.8318	78.52		1.64	
00000000	4003	399.9980	99.8033	142.99		1.67	

Obr. č. 5.: Seznam polárních souřadnic GROMA. (Zdroj vlastní)

- **Vlastní výpočet polygonového pořadu:**

Po zadání potřebných dat konečně následoval vlastní výpočet souřadnic nových bodů podrobného bodového polohového pole. K tomuto účelu bylo třeba použít metodu výpočtu „polygonový pořad“, která je v programu GROMA možná.

Počáteční bod	Koncový bod	Měřená data	Výsledky	Vstupy/Výstupy
Bod	Y	X	Z	Úhlový uzávěr: -0.0054 Odchylka X/Y 0.05/0.00 Polohová odchylka: 0.05 Výškový uzávěr: 0.02
00...	757697.19	1165419.73	389.33	
00...	757672.59	1165544.56	389.04	
00...	757553.60	1165529.48	388.76	
00...	757438.02	1165445.29	388.25	
00...	757489.96	1165386.41	388.54	

Typ pořadu: Vetknutý, oboustranně orientovaný

Vyrovnění:   Výškový výpočet

Protokol      Nový pořad      Výpočet

Obr. č. 6.: Formulář polygonového pořadu GROMA. (Zdroj vlastní)

Po kliknutí na zvolenou ikonku metody polygonového pořadu se zobrazilo okno, do kterého bylo třeba zadat data, které budou při výpočtu souřadnic bodů použita. Tato funkce nám automaticky nabídla ruční vyplnění elektronického

formuláře daty potřebnými pro vlastní výpočet. Postupné manuální zadávání jednotlivých dat by však byl zdlouhavý proces, při kterém může dojít i k přehmatu, či chybnému zadání. Právě proto jsem dříve vytvořil jednotlivé soubory „seznam souřadnic“ a „měření – polární data“ které nám umožnily provést tento výpočet jednodušeji. V okně výpočtu polygonového pořadu v záložce „vstupy/výstupy“ jsem klikl na ikonu „načíst pořad ze zápisníku“ poté se otevře nové okno se všemi použitelnými daty právě z oněch souborů. Poté jsem klikl na ikonu „přidat“ a poté „OK“. Tímto krokem se elektronický formulář sám vyplnil a také polohově vypočetl, ne však výškově. K tomuto účelu bylo třeba zaškrtnout ještě políčko „výškový výpočet“ v záložce „výpočet“. Následující výpočet již proběhl i s vypočtením výškových souřadnic. Pro zobrazení vypočtených dat byl v programu GROMA automaticky vytvořen standardizovaný formulář, který slouží jako výstupní protokol, ve kterém jsou uvedeny všechny námi zjišťované výsledky, zadané hodnoty a vyjádření o dodržení mezních odchylek stanovených pro toto měření. Tento formulář je možné uložit jako textový soubor (viz příloha č. 6).

- **Zjištěné souřadnice:**

Číslo bodu	Y	X	Z
4001	757697,19	1165419,73	389,33
4002	757672,59	1165544,56	389,04
4003	757553,60	1165529,48	388,76
4004	757438,02	1165445,29	388,25
4005	757489,96	1165386,41	388,54
4006	757359,39	1165367,79	388,07
4007	757378,99	1165276,92	388,76

Tab. č. 7.: Souřadnice nových bodů PBPP získané polygonovým pořadem. (Zdroj vlastní)

- **Mezní hodnoty:**

Dodržení mezních hodnot měření a výpočtu je podstatným ukazatelem kvality měření. Teprve o ověření dodržení těchto stanovených hodnot jsou výsledky měření považovány za použitelné. Pro prováděné práce byly stanoveny nejpřísnější mezní hodnoty požívané pro práci v katastru nemovitostí.

Typ	Skutečná hodnota	Mezní hodnota	Dodrženo
Úhlová odchylka [g]	-0.0054	0.0316	ANO
Polohová odchylka [m]	0.05	0.25	ANO
Mezní délka pořadu [m]	922.84	5000.000	ANO
Mezní délka strany [m]	167.05	400.000	ANO
Mezní poměr délek	1:1.82	1:3.00	ANO

Tab. č. 8.: Test polygonového pořadu. (Zdroj vlastní)

Z tabulky č. 8 vyplívá, že stanovené mezní hodnoty nebyly ani jednou překročeny. Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy a taktéž geometrické parametry stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

#### 9.4 Porovnání použitých metod

Porovnání přesností určení souřadnic metodou polygonového pořadu a metodou GNSS se dá provést porovnáním výsledků obou měření:

Bod číslo	Y POLYGON	Y GNSS
4001	757697,19	757697,19
4002	757672,59	757672,61
4003	757553,60	757553,59
4004	757438,02	757438,02
4005	757489,96	757489,95
4006	757359,39	757359,38
4007	757378,99	757378,95

Tab. č. 9.: Porovnání souř. Y výsledků měření metodou GNSS a polygonového pořadu. (Zdroj vlastní)

<b>Bod číslo</b>	<b>X POLYGON</b>	<b>X GNSS</b>
4001	1165419,73	1165419,69
4002	1165544,56	1165544,53
4003	1165529,48	1165529,46
4004	1165445,29	1165445,28
4005	1165386,41	1165386,39
4006	1165367,79	1165367,77
4007	1165276,92	1165276,90

*Tab. č. 10.: Porovnání výsledků souř. X měření metodou GNSS a polygonového pořadu. (Zdroj vlastní)*

<b>Bod číslo</b>	<b>Z POLYGON</b>	<b>Z GNSS</b>
4001	389,33	389,34
4002	389,04	388,99
4003	388,76	388,75
4004	388,25	388,26
4005	388,54	388,54
4006	388,07	388,09
4007	388,76	388,77

*Tab. č. 11.: Porovnání výsledků souř. Z měření metodou GNSS a polygonového pořadu. (Zdroj vlastní)*

Z vyhodnocení tabulek 9, 10 a 11 porovnáním jednotlivých souřadnic lze uvažovat na dostačující přesnost měření obou metod. Jednotlivé hodnoty se liší v rámci jednotek centimetrů. Měření metodou GNSS navíc slouží jako kontrolní měření, ze kterého můžeme usoudit na uspokojivé zaměření bodů. Všechny použité souřadnice jsou uvedeny v příloze (viz příloha č. 4).

## **9.5 Geodetické údaje**

Po získání všech potřebných výškových i polohových dat k jednotlivým bodům jsem vytvořil GÚ (viz příloha č. 1), které slouží jako výstupní protokoly náležící k těmto bodům a jsou dále využívány při budoucích geodetických pracích. Pro účel tvorby GÚ jsou k dispozici na stránkách ČUZK předem vyhotovené formuláře v elektronické podobě, ve formátu .exe. Formuláře jsem vyplnil potřebnými číselnými a textovými údaji. Následně jsem v programu Microstation graficky vytvořil také místopisy, které jsem nakonec vložil do formulářů. Pro ty však bylo nutné nejprve v terénu pásmem změřit všechny potřebné pomocné délky k různým objektům v okolí tak, aby bylo jednotlivé body možno snadno dohledat.



## **9.6 Práce v software Microstation v8**

V tomto grafickém programu, který je uzpůsobený mimo jiná právě pro kartografické práce jsem vyhodnotil následující protokoly a úlohy:

### **9.6.1 Přehledný náčrt podrobného bodového polohového pole**

Při vypracovávání tohoto náčrtu (viz příloha č. 3) jsem postupoval podle návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod z roku 2015. Nejprve jsem vypočtené souřadnice z polygonového pořadu graficky zobrazil v programu GROMA, který disponuje funkcí grafického zobrazení bodů, pokud má jejich souřadnice zanesené v „seznamu souřadnic“. Toto zobrazení jsem exportoval do souboru .dgn, který využívá právě program Microstation. Soubor jsem v programu Microstation otevřel, čímž se mi zobrazily všechny body využívané pro výpočet souřadnic. Ty jsem poté pospojoval tak, že vznikl obraz tohoto polygonu se všemi vrcholovými body i orientacemi. Druhy vzniklých linií jsem rozdělil podle účelu tak, že jim byly přiřazeny odlišné atributy. Stejně tak byly rozlišeny i body, kterým byly podle druhu přidělené různé značky. K těmto účelům jsem vytvořil v náčrtu také legendu. Dále je zde vyobrazena hranice kladů mapového listu státní mapy 1:5000 (SM-5) které se v tom místě stýkají a je zde uvedeno jejich označení. Dále sem zde uvedl údaje o katastrálním území, obci, lokalitě, posledních použitých bodech a vyobrazil jsem zde severku. Nakonec jsem uvedl údaje o zpracovateli a datum vyhotovení. Následně jsem celé požadované území ohraničil funkcí „ohrada“, upravil jsem výstup do požadovaného měřítka, které jsem zde také uvedl a nakonec převedl na formát velikosti A3.

### **9.6.2 Měřický náčrt**

Do softwaru Microstation jsem nahrál digitální katastrální mapu (DKM) pro území Českých Budějovic, ve které jsem si našel a zhruba určil rozsah území, ve kterém budou práce probíhat (viz příloha č. 7). Ve funkci „správce vrstev“ jsem vypnul některé vrstvy, které by zbytečně zhušťovaly obsah a tím komplikovaly orientaci v mapě stejně tak jako snižovali možnost přehledného doplnění údajů, které měly být doplněny při rekognoskaci. Dále jsem ve funkci „atributy pohledu“

označil ikonku „vzhled vrstev“ čímž jsem atributy prvků sjednotil barevně i velikostně, čímž se ještě zvýšila přehlednost náčrtu. Nakonec jsem celé požadované území ohraničil funkcí „ohrada“ a následně převedl na formát velikosti A3.

### **9.6.3 Tvorba místopisů**

V programu Microstation jsem vytvořil přibližné náčrty charakteru okolí jednotlivých nově určovaných bodů. K tomu účelu jsem nahlížel také do měřického náčrtu a jiných map velkého měřítka (viz příloha č. 1). Poté jsem tento náčrt doplnil o nově určovaný bod s jeho číslem a vyznačil jsem všechny měřené délky tečkovanou čarou s vyjádřením vodorovné vzdálenosti. Poté jsem v náčrtu vyznačil přibližný směr výskytu okolních podrobných bodů čerchovanou čarou s uvedením jejich čísla. Nakonec jsem náčrt doplnil o popisy (budovy, ulice, chodníky, parkoviště atd.) a potřebné mapové značky. Celou dobu jsem se snažil hlavně o přehlednost a jasnost celkového zobrazení.

## **10 Závěr**

Předmětem mé bakalářské práce bylo navržení, vybudování a zaměření sítě podrobných polohových bodů tak, aby sloužily následně jako podklad pro podrobné zaměření polohopisu a výškopisu, které mělo proběhnout v návaznosti na tuto práci.

Úkolem bylo vyhotovit podklady, které by následně sloužily účelu podrobného zaměření polohopisu a výškopisu části areálu Jihočeské univerzity v katastrálním území České Budějovice 2, v okolí Jihočeské univerzity. Tyto podklady musely splňovat všechny náležitosti a musely být vyhotoveny v požadované kvalitě.

Při rekognoskaci byla vyhodnocena a do měřického náčrtu podrobně zakreslena stávající situace bodového pole a bodového pole mnou nově budovaného. Při rekognoskaci bylo zjištěno, že stávající stav bodového pole neodpovídá požadavkům pro bezpečné zaměření bodů nových, proto bylo rozhodnuto o zřízení několika pomocných orientací metodou GNSS, které následně zaručili požadované podmínky na určení nových podrobných bodů. Metody GNSS bylo také využito při ověření využitých bodů stávající bodové sítě. Podrobně body musely být voleny tak, aby bylo z těchto bodů, při použití vhodných přístrojů a metod, možné podrobně zmapovat část areálu Jihočeské univerzity. Toto mapování

provedl jako součást své bakalářské práce Filip Trapek. Pro zaměření nových podrobných bodů byla použita metoda polygonového pořadu. Pro jejich následnou kontrolu byla použita metoda GNSS, využívající satelitního měření.

Výpočetní práce jsem provedl v geodetickém výpočetním softwaru GROMA. V tomto programu byly vypočteny požadované polohové souřadnice nově určovaných bodů v referenčním systému JTSK i výškové souřadnice v systému Bpv. Při výpočtu nebylo zjištěno, že nebyly překročeny stanovené mezní odchylky, body jsou tedy vyhovující.

Po získání spolehlivých výsledků prováděného měření ve formě polohových a výškových souřadnic jsem vyhodnotil všechny potřebné protokoly a formuláře, čímž jsem výsledky zaznamenal v požadované kvalitě a tím umožnil jejich převzetí k dalšímu měření.

Během práce se vyskytlo několik komplikací, které měly určitý vliv především na celkovou rychlost práce a plynulost jejího provedení. Nejvýraznějším omezením byly zemní práce, které v průběhu celého měření probíhaly v nejkritičtější části zkoumaného území, tedy v oblasti areálu JČU. Po konzultaci se stavbyvedoucím dohlížejícím na tyto zemní práce jsem naplánoval průběh měření tak, aby naše snahy přišly do kontaktu co nejméně, nicméně k jistému omezování zde přesto docházelo. K ohrožení výsledků však naštěstí nedošlo.

Výsledkem mé práce je stabilizované, zaměřené podrobné bodové polohové pole s potřebnými náležitostmi. Stav zaměření bodového pole je vztažen ke dni 11. 10. 2015. O výsledku měření byla sepsána technická zpráva (viz příloha č. 5).

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1	geodetické údaje (počet stran – 7)
Příloha č. 2	měřické zápisníky (počet stran – 4)
Příloha č. 3	přehledný náčrt bodového pole (počet stran – 2)
Příloha č. 4	seznam souřadnic (počet stran – 1)
Příloha č. 5	technická zpráva (počet stran – 1)
Příloha č. 6	výpočetní protokoly (počet stran – 6)
Příloha č. 7	výřez DKM mapy s přehledem BP (počet stran – 2)
Příloha č. 8	CD

## **Seznam literatury**

- **Knihy:**

BLAŽEK, R., SKOŘEPA, Z.: *Geodézie 30 výškopis. 1. vyd.* Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 1997, 93 s, ISBN 80-01-01598-X.

BURŠÍK, A., PROCHÁZKA, F.: *Geodetické počítařství pro 2. až 4. ročník středních průmyslových škol zeměměřických. 2. přepracované vyd.* Praha: Kartografické nakladatelství, 1979, 482 s.

CÍSAŘ, J., BOGUSZAK, F., JANEČEK, J.: *Mapování pro 3. a 4. ročník středních průmyslových škol zeměměřických. 2. nezměněné vyd.* Praha: Kartografické nakladatelství, 1970, 496 s.

FIŠER, Z., VONDRÁK, J.: *Mapování II. 1. vyd.* Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2004, 144 s, ISBN 80-214-2669-1.

HÁNEK, P., HÁNEK, P., MARŠÍKOVÁ, M.: *Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí. 1. vyd.* České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2007, 88 s, ISBN 978-80-7040-971-8.

NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J.: *Geodézie III. 1. vyd.* Brno: Vysoké učení technické, 2000, 140 s ISBN 80-214-1774-9.

PAŽOUREK, J., REŠKA, I.: *Mapování: návody ke cvičení I. 1. vyd.* Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 1992, 160 s. ISBN 80-214-0193-1.

RATIBORSKÝ, J.: *Geodezie (měření). 1. vyd.* Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 1996, 209 s, ISBN 80-01-01418-5.

RATIBORSKÝ, J.: *Geodézie 10. 1. vyd.* Praha: ČVUT, Fakulta stavební, 2000, 234 s, ISBN 80-01-02198-X.

VITÁSEK, J., PAŽOUREK, J., NEVOSÁD, Z.: *Vybrané geodetické práce ve stavebnictví. 1. vyd.* Brno: Vysoké učení technické, 1998, 58 s, ISBN 80-214-1114-7.

- **Elektronické podklady:**

BÁRTA, L., SOUKUP, F.: *Geodetické sítě modul 02 vyrovnávání geodetických sítí.* Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 140 s.

FIŠER, Z., VONDRÁK, J.: *Mapování I. průvodce 01 průvodce předmětem mapování I.* Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 48 s.

FIŠER, Z., VONDRÁK, J.: *Mapování II. průvodce 01 průvodce předmětem mapování II.* Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 48 s.

FORAL, J.: *Geodezie I modul 01 geodetická cvičení I*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2004, 85 s.

<http://bodovapole.cuzk.cz/>

KUBRICHT, J.: K problematice podrobného bodového pole. *Zeměměřič: časopis o geodézii, katastru nemovitostí, kartografii a Gl. 5. vyd.* Praha: Klaudivian Praha, 1997. ISSN 1211-488x.

NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J.: *Geodézie III průvodce 01 průvodce předmětem geodézie III*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2005, 176 s.

PLÁNKA, L.: *GE18 Kartografie a základy GIS modul 01 úvod do kartografie*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2006, 117 s.

ŠVÁBENSKÝ, O., VYTULA, A., BUREŠ, J.: *Inženýrská geodezie GE16 modul 02 geodezie ve stavebnictví*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2006, 110 s.

- **Legislativní dokumenty:**

*Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod*. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální, 2015.

Vyhláška č. 31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 357/2013 Sb., kterou se provádí zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí .

# GEODETICKÉ ÚDAJE O BODECH PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Kat. území: České Budějovice 2  
 Obec: České Budějovice  
 Okres: České Budějovice

Příloha č. 1

Strana: 01

Bod <b>277A</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 896,25</b>	SM5 České Budějovice 3-2 (120632)
Verze <b>1</b> Platnost od: <b>11.10.2014</b>		X	<b>1 165 341,43</b>	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod je před vchodem budovy čp. 14 na chodníku ve spáře, na úrovni terénu.		Nadm. výška (Bpv)	GNSS <b>390,35</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm Určen GNSS Poznámka:		nárys nebo detail:		
Bod <b>277B</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 762,52</b>	SM5 České Budějovice 3-2 (120632)
Verze <b>1</b> Platnost od: <b>11.10.2014</b>		X	<b>1 165 442,84</b>	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře poblíž hydrantu, na úrovni terénu.		Nadm. výška (Bpv)	GNSS <b>389,77</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm Určen GNSS Poznámka:		nárys nebo detail:		
Bod <b>4001</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 697,19</b>	SM5 České Budějovice 3-2 (120632)
Verze <b>1</b> Platnost od: <b>11.10.2014</b>		X	<b>1 165 419,73</b>	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře poblíž zastávky MHD Jihočeská univerzita, na úrovni terénu.		Nadm. výška (Bpv)	trig. <b>389,33</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm Určen polygonovým pořadem Poznámka:		nárys nebo detail:		

# GEODETICKÉ ÚDAJE O BODECH PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Kat. území: České Budějovice 2  
 Obec: České Budějovice  
 Okres: České Budějovice

Strana: 02

Bod <b>4002</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 672,59</b>	SM5 České Budějovice 3-2 (120632)
Verze <b>1</b>	Platnost od: 11.10.2014	X	<b>1 165 544,56</b>	Místopisný náčrt:
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře před budovou biologického centra AV ČR, na úrovni terénu.		Nadm. výška (Bpv)	trig. <b>389,04</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm <u>Určen polygonovým pořadem</u>		nárys nebo detail:		
Poznámka:				
Bod <b>4003</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 553,60</b>	SM5 České Budějovice 3-2 (120632)
Verze <b>1</b>	Platnost od: 11.10.2014	X	<b>1 165 529,48</b>	Místopisný náčrt:
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře. Na úrovni terénu.		Nadm. výška (Bpv)	trig. <b>388,76</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm <u>Určen polygonovým pořadem</u>		nárys nebo detail:		
Poznámka:				
Bod <b>4004</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 438,02</b>	SM5 České Budějovice 2-2 (120622)
Verze <b>1</b>	Platnost od: 11.10.2014	X	<b>1 165 445,29</b>	Místopisný náčrt:
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře za budovou ekonomické fakulty JČU na úrovni terénu.		Nadm. výška (Bpv)	trig. <b>388,25</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm <u>Určen polygonovým pořadem</u>		nárys nebo detail:		
Poznámka:				



# GEODETICKÉ ÚDAJE O BODECH PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Kat. území: České Budějovice 2  
 Obec: České Budějovice  
 Okres: České Budějovice

Strana: 03

Bod	4005	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	757 489,96	SM5 České Budějovice 2-2 (120622)
Verze	1	Platnost od: 11.10.2014	X	1 165 386,41	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře poblíž rohu parkoviště, na úrovni terénu.  Hřeb 5cm s hlavou 26mm Určen <u>polygonovým pořadem</u>			Nadm. výška (Bpv)	388,54	
Poznámka:			nárys nebo detail:		
Bod	4006	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	757 359,39	SM5 České Budějovice 2-2 (120622)
Verze	1	Platnost od: 11.10.2014	X	1 165 367,79	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod na chodníku ve spáře, na úrovni terénu.  Hřeb 5cm s hlavou 26mm Určen <u>polygonovým pořadem</u>			Nadm. výška (Bpv)	388,07	
Poznámka:			nárys nebo detail:		
Bod	4007	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	757 378,99	SM5 České Budějovice 2-2 (120622)
Verze	1	Platnost od: 11.10.2014	X	1 165 276,92	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod ve spáře na betonové skruži veřejné kanalizace, ve výšce 0,14m nad okolním terénem.  Hřeb 5cm s hlavou 26mm Určen <u>polygonovým pořadem</u>			Nadm. výška (Bpv)	388,76	
Poznámka:			nárys nebo detail:		

# GEODETICKÉ ÚDAJE O BODECH PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Kat. území: České Budějovice 2  
 Obec: České Budějovice  
 Okres: České Budějovice

Strana: 04

Bod <b>226.2A</b>	Bod zřídil (jméno, rok): Vladimír Čtvrtník, 2014	Y	<b>757 403,30</b>	SM5 České Budějovice 2-2 (120622)
Verze <b>1</b>	Platnost od: 11.10.2014	X	<b>1 165 275,96</b>	Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu: Bod ve spáře na hraně parkoviště 0,5m nad úrovní okolního terénu.		Nadm. výška (Bpv)	GNSS <b>388,71</b>	
Hřeb 5cm s hlavou 26mm <u>Určen GNSS</u> Poznámka:		nárys nebo detail:		

Bod	Bod zřídil (jméno, rok):	Y		SM5
Verze	Platnost od:	X		Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu:		Nadm. výška (Bpv)		
Poznámka:		nárys nebo detail:		

Bod	Bod zřídil (jméno, rok):	Y		SM5
Verze	Platnost od:	X		Místopisný náčrt: 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu:		Nadm. výška (Bpv)		
Poznámka:		nárys nebo detail:		

# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušťovacího bodu

Kraj: Jihočeský kraj  
 Okres: České Budějovice  
 Obec: České Budějovice

List č.: 1/1  
 Stav k: .....

Vytvořeno pro web 05.03.2015

TL	4002
ZM-50	32-22
SM0-5	120632

Číslo a název bodu		277	Branišovská ulice		277	
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
277	ZHB	757864.23	1165421.41	389.92	hranol	
ETRS-89	B	L	Helips	STATIC		
277	48 58 43.0009	14 26 43.6460	436.06			
Orientace na body (v grádech) :						
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany	
105	195.32980	933.641				
109	324.88919	385.541				
Bod určen : geodetickou metodou						

Místopisný popis : Bod je v Českých Budějovicích –čtyřech Dvorech na sídlišti Šumava, na severní straně Branišovské ulice u domu čp. 56/915. Bod je přečíslován, původní č.180.

Bod určen : 277 – GPS,

Bod	277						
Blab. údaje	0.00	žula 16x16x69	0.00		0.00		0.00
	.89	žula 30x30x10					
Ochranný znak: (druh,rok)							
Kat.území Parc.čís.	České Budějovice 2 2061/140						

--	--	--	--	--	--	--	--

Bod	277						
Organizace, rok	Zřícen	1988 Geodézie ČB					
	Určení YX	1989					
	Určení výšky	1989					
	[Pře]Stabilizace	1988					
Rok	Údržba	1900					
	Obnova						

Poznámka :

# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušťovacího bodu

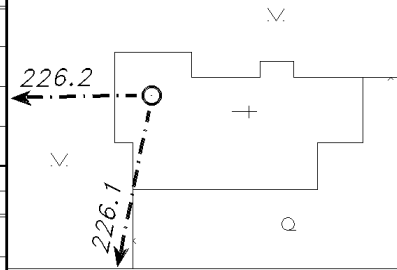
Kraj: Jihočeský kraj  
 Okres: České Budějovice  
 Obec: České Budějovice

List č.: 1/1  
 Stav k: 1999

Vytvořeno pro web 05.03.2015

TL	4002
ZM-50	32-22
SM0-5	120622

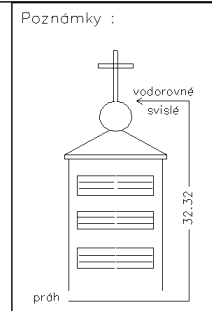
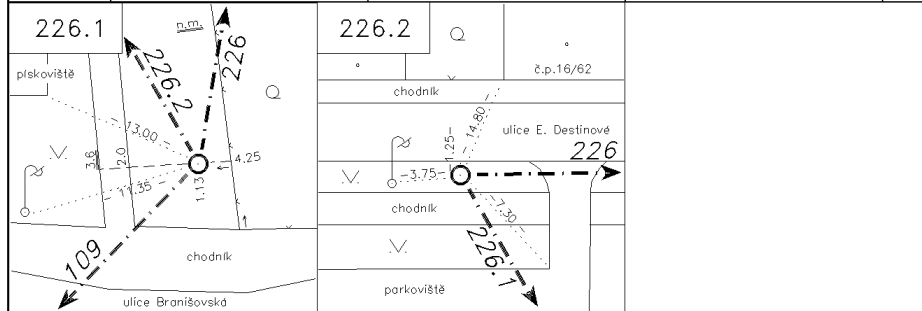
Číslo a název bodu		226	Čtyři Dvory – kostel	226	ulice E. Destinové
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
226	ZHB	757264.67	1165262.74	421.53	pata kříže
226.1	ZB1	757276.26	1165334.44	387.98	hranol
226.2	ZB2	757318.36	1165262.87	388.90	hranol
ETRS-89		B	L	Helips	
226.1		48 58 48.3765	14 27 11.7133	434.12	STATIC
Orientace na body (v grádech) :					
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany
226.1	10.2024	72.630	226.1-226.2		83.030
226.2	99.8459	53.690	109	Orientace z 226.1 49.67582	329.099
Bod určen : geodetickou metodou					



Místopisný popis : Bodem je pata kříže na věži kostela ve Čtyřech Dvorech. Bod je přečíslován, původní č.49.

Bod určen : 226.1 – GPS,

Bod	226	226.1	226.2
Šlab. údaje	0.00	0.00	0.00
	věž kostela	žula 16x16x66	žula 16x16x73
		.85 žula 16x16x6	
Ochranný znak: (druh,rok)			
Kat.území Parc.čís.	České Budějovice 2 st.1	České Budějovice 2 2061/192	České Budějovice 2 4/2



Bod	226	226.1	226.2
Organizace, rok	Zřízen 1959 VTOPÚ	1998 KÚ ČB	1952 VTOPÚ
	Určení YX 1999	1999	1999
	Určení výšky 1999	1999	1999
	[Pře]Stabilizace 1959	1998	1959
Rok	Údržba 1999		
	Obnova		

Poznámka : Body 226.1 a 226.2 určeny metodou GPS. Bod 226.1 nenalezen.

# NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Mf6 Čtyři Dvory-Dobčice						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Mf6-1	<b>Mf6-3</b>	0.270	0.530	<b>389.303 m</b>	1956	
<p>Místopisný popis: České Budějovice 2, kostel sv.Vojtěcha</p> <p>Stav a stáří objektu: značka 0,3 m nad schodem zachovalá omítnutá cihlová stavba s kamennou podezdívkou z roku 1930</p> <p>Poznámky:</p>		<p>Místopis:</p> <p>Úz. jednotka: 330100102 Okres: České Budějovice Obec: ČESKÉ BUDĚJOVICE Kat. území: ČESKÉ BUDĚJOVICE 2 Mastník/parc. č.: /</p>				
ZM-50	32-22		SMO-5	ČESKÉ BUDĚJOVICE 2-2		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
ČV	2	GTÚ		Y	757267 m	dig.
	Druh stab.	Ing. Palata		X	1165260 m	
	N	1956				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
14° 27' 15,3"		48° 58' 53,2"	980859 mgal	980975 mgal	-25 mgal	
Datum: 31.3.2015						





ZÁPISNÍK PRO VODOROVNÉ A SVISLÉ ÚHLY

Přístroj: <b>TC 407</b> Číslo: <b>545 35 49</b> Meril: <b>VENKVNÍK</b> Zapsal: <b>A. ROBAUSCHOVÁ</b> Dne: <b>11.10.2014</b> Postavení stroje:	Náct:  Nákrés cíle:	Nákrés cíle:  2i = 400 <sup>g</sup> - (z' + z'') z = z' + i z = 400 <sup>g</sup> - z'' - i Poznámky:
Teplota: <b>18°C</b> Tlak: <b>985 hPa</b>		

výška stroje	Stanovisko zamerovaný bod	Vodorovné směry										Svislé úhly										Délky šikmé vodorovné							
		I. skupina		prumer		výsledný		zaciлено		ctený úhel		i		ctený úhel		i		výsledný											
		g	cc	redukce	prumer	g	cc	vod. smer	na	g	cc	g	cc	g	cc	g	cc	g	cc										
144	4005	0	00	00	99	88	0	00	05	99	92	0	00	00	0	00	00	0	00	00	10	99	80	85	400	00	10	437,906	
146	4007	95	49	75	49	62	95	49	80	49	65	95	49	74	99	80	80	99	80	80	10	99	56	20	400	00	10	92,961	
164	4005	0	00	00	99	90	0	00	00	99	90	0	00	00	0	00	00	0	00	00	40	99	84	05	400	00	40	131,907	
166	4006	0	00	00	99	80	0	01	00	00	80	0	00	00	0	00	00	0	00	00	95	100	49	10	399	99	95	92,986	
156	226.2	299	02	30	02	40	299	03	80	03	45	299	02	62	02	65	299	02	62	03	45	99	99	05	399	99	95	62,238	
166	4006	399	99	80	99	70	0	00	75	00	70	399	99	85	00	70	399	99	85	00	70	99	99	08	400	00	05	92,986	
165	4007	0	06	65	06	65	0	06	60	06	70	0	00	00	0	00	00	00	00	00	00	43	100	08	70	400	00	20	62,241
166	226.2.A	4	80	80	80	80	4	81	00	80	95	4	74	20	80	95	4	74	20	80	95	99	09	08	400	00	06	85,967	
226	226	214	42	70	43	00	214	43	35	43	40	214	36	52	43	40	214	36	52	43	40	66	87	08	400	00	75		
165	4007	0	06	80	06	70	0	06	80	06	78	0	00	06	06	78	0	00	06	06	78	100	08	90	400	00	45	62,241	
		200	06	60	00	05	200	06	75	00	08	00	00	06	00	08	00	00	06	00	08	100	08	68	400	00	68		

ST  
4006  
(171cm)

4007  
(169cm)

226.2  
(160cm)



### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přesta- vového	bočného	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
								<p>MĚŘIL: ČTVRTNÍK            PŘÍSTROJ: TC AT 22            18.3.2015, JASNO            VÝŠK. SYSTÉM: Balt p.v.</p> <p>Pozn.:            Kontrolní měření na bod            226.2 (388,900)</p>
MFB3		0,970						$H_{MFB-3} = 389,303 \text{ m}$
226.2			1,395					$h_1 = -0,415 \text{ m}$
		0,980	1,395					
226.2		0,985						
MFB3			1,400					$h_2 = +0,415 \text{ m}$
		0,975	1,400					<p><math>\Delta = 0,000 \text{ m}</math></p> <p><math>H_{226.2} = 388,888 \text{ m}</math></p>

PŘEHLEDNÝ NÁČRT PODROBNÉHO BODOVÉHO POLOHOVÉHO POLE

Příloha č. 3



Okres: České Budějovice  
Obec: České Budějovice  
Kat. území: České Budějovice 2  
Lokalita: areál JČU a okolí  
Poslední použitá čísla:  
ZHB - TL (4002) 277  
Podrobné body: 4007

277A

277

277B

4001

4002

4003

SM-5 (120632)

SM-5 (120622)

4005

4004

226.2A

4007

226.2

226

- body dříve určené
- nově určené body PBPP
- body zaměřené metodou GNSS
- měřené směry a délky
- ➔ počátek/konec polygonového pořadu
- měřené směry
- hranice státní mapy 1:5000

Vyhotovil v březnu 2015 Vladimír Čtvrtník

1:2000

## Seznam souřadnic

Katastrální území: České Budějovice 2

Obec: České Budějovice

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

### 1. Seznam souřadnic daných bodů:

Číslo bodu	Y	X	Z
277	757864,23	1165421,41	389,92
226.2	757318,36	1165262,87	388,90
226	757264,57	1165262,74	421,53
Mf-6-3	XXXXXXXX	XXXXXXXX	389,30

### 2. Seznam souřadnic nově určených bodů:

Číslo bodu	Y	X	Z
4001	757697,19	1165419,73	389,33
4002	757672,59	1165544,56	389,04
4003	757553,60	1165529,48	388,76
4004	757438,02	1165445,29	388,25
4005	757489,96	1165386,41	388,54
4006	757359,39	1165367,79	388,07
4007	757378,99	1165276,92	388,76
277A	757896,25	1165341,43	390,35
277B	757762,52	1165442,84	389,77
226.2A	757403,30	1165275,96	388,71

## Technická zpráva

V okolí areálu Jihočeské univerzity a ulice Branišovská v Českých Budějovicích (k.ú. České Budějovice 2) byla ke dni 11. 10. 2014 provedena stabilizace a zaměření nových bodů podrobného bodového polohového pole.

Body z dřívějších měření převzaté a použité byly zachovány. Použity byly následující body:

Číslo bodu	Y	X	Z
277	757864,23	1165421,41	389,92
226.2	757318,36	1165262,87	388,90

Metodou GNSS byla ověřena poloha daných bodů:

Číslo bodu	Y	X	Z
277	757864,24	1165421,40	389,93
226.2	757318,34	1165262,86	388,90

Ověřené body 277 a 226.2 jsou zachovány a využity pro následující měření.

Nově určené body PBPP jsou: 277A, 277B, 4001, 4002, 4003, 4004, 4005, 4006, 4007, 226.2A. Body jsou v terénu stabilizované hřebovou značkou o délce 5cm a šířkou hlavy 26mm. Výsledná přesnost bodů je centimetrová. K bodům byly vyhotoveny geodetické údaje. Body jsou určeny v systémech JTSC a Bpv.

Použité vybavení: hranol - Leica GPR 111 art n. 64161, výtyčka - Leica GLS 11 art n. 385500, stativ- Leica GST05 art n. 399244 JCU číslo 35-0000419/00, totální stanice - Leica TC 407 ser. n. 545 3549 JCU číslo 7"-F0505003376/000, GNSS - Trimble R4-2. vyr. c.: 5238496940, Topcon AT22a, niv. lať.

Výpočetní práce byly provedeny elektronicky v softwaru GROMA. Zobrazovací práce využívaly softwaru Microstation v8.

Zaměření bylo provedeno podle platných norem a předpisů metodou GNSS a polygonový pořad. Měření proběhlo bez vážných komplikací, které by měly vliv na kvalitu výsledků. Mezní odchylky nebyly v žádném případě překročeny.

Výsledný elaborát obsahuje: Textová část, výpočetní protokoly, výřez DKM mapy s přehledem bodového pole, přehledný náčrt bodového pole, seznam souřadnic, geodetické údaje, měřické zápisníky, technická zpráva, CD.

V Českých Budějovicích 11. 10. 2015

Vladimír Čtvrtník

Orientace osnovy na bodě 000000000277:

Bod	Y	X	Z
000000000277	757864.23	1165421.41	389.92

Orientace:

Bod	Y	X	Z
0277A	757896.25	1165341.43	390.35
000000004001	757697.19	1165419.73	389.17
0277B	757762.52	1165442.84	389.77
0277A	757896.25	1165341.43	390.35

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky	V přev.	m0	Red.
0277A	0.0000	175.7570	-0.0027	86.12	0.03	0.00		0.0055
000000004001	123.6048	299.3590	0.0001	167.05	0.00	0.16		0.0059
0277B	137.4725	313.2200	0.0068	103.95	-0.01	-0.01		0.0022
0277A	399.9985	175.7570	-0.0042	86.12	0.03	-0.05		0.0049

Orientační posun : 175.7543g  
 $m0 = \text{SQRT}([\text{vv}]/(n-1))$  : 0.0049g  
 $\text{SQRT}([\text{vv}]/(n*(n-1)))$  : 0.0024g

Orientace osnovy na bodě 226.2:

Bod	Y	X	Z
226.2	757318.36	1165262.87	388.90

Orientace:

Bod	Y	X	Z
000000004007	757378.99	1165276.92	
226.2A	757403.30	1165275.96	388.71
000000000226	757264.67	1165262.74	421.53
000000004007	757378.99	1165276.92	

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky	V přev.	m0	Red.
000000004007	0.0000	85.5048	-0.0015	62.24	0.00			0.0216
226.2A	4.7420	90.2657	-0.0204	85.96	-0.02	0.01		0.0138
000000000226	214.3652	299.8459	0.0227					0.0111
*								
000000004007	0.0006	85.5048	-0.0009	62.24	0.00			0.0216

Orientační posun : 85.5033g  
 $m0 = \text{SQRT}([\text{vv}]/(n-1))$  : 0.0176g  
 $\text{SQRT}([\text{vv}]/(n*(n-1)))$  : 0.0088g

Naměřené hodnoty:

Bod	S zpět Směrník	S vpřed D vpřed	Úhel D zpět	V úhlu D Dp - Dz
000000000277	175.7543 0.0000 299.3585	123.6048 167.05	123.6048 167.05	-0.0006 167.05 0.00
000000004001	0.0000 387.6117	288.2538 127.22	288.2538 127.22	-0.0006 127.22 0.00
000000004002	0.0000 291.9713	104.3602 119.95	104.3602 119.95	-0.0006 119.95 0.00

000000004003	0.0000 259.9167	167.9460 142.99	167.9460 142.99	-0.0006 142.99	0.00
000000004004	0.0000 153.9805	94.0644 78.52	94.0644 78.52	-0.0006 78.52	0.00
000000004005	0.0000 290.9815	337.0016 131.90	337.0016 131.90	-0.0006 131.90	0.00
000000004006	0.0000 186.4783	95.4974 92.97	95.4974 92.98	-0.0006 92.98	0.00
000000004007	0.0000 285.5039	299.0262 62.23	299.0262 62.24	-0.0006 62.24	0.00
226.2	0.0000 85.5033	0.0000	0.0000	-0.0006	

-----  
 Parametry polygonového pořadu:  
 -----

Typ pořadu : Vetknutý, oboustranně orientovaný  
 Délka řádu : 922.84m  
 Úhlová odchylka : -0.0054g  
 odchylka Y/X : 0.00m / 0.05m  
 Polohová odchylka : 0.05m  
 Největší / nejmenší délka v pořadu : 167.05m/ 62.24m  
 Poměr největší / nejmenší délka : 1:2.68  
 Max. poměr sousedních délek : 1:1.82  
 Nejmenší vrcholový úhel : 62.9984g

Vypočtené body:

Bod	Y	X
000000004001	757697.19	1165419.73
000000004002	757672.59	1165544.56
000000004003	757553.60	1165529.48
000000004004	757438.02	1165445.29
000000004005	757489.96	1165386.41
000000004006	757359.39	1165367.79
000000004007	757378.99	1165276.92

-----

VÝŠKOVÝ VÝPOČET POLYGONOVÉHO POŘADU  
 =====

dH	Bod1	Bod2	Z tam	Z zpět	dH tam	dH zpět	dH	V
--								
0.01	00000000277	000000004001	100.2595	99.7795	-0.59	-0.60	-0.59	
-0.10	000000004001	000000004002	100.1990	99.8370	-0.35	-0.25	-0.30	
-0.12	000000004002	000000004003	100.1595	99.8798	-0.34	-0.22	-0.28	
-0.06	000000004003	000000004004	100.2310	99.8082	-0.54	-0.48	-0.51	
0.01	000000004004	000000004005	99.8318	100.2302	0.29	0.27	0.28	
0.00	000000004005	000000004006	100.2298	99.8080	-0.47	-0.47	-0.47	
0.00	000000004006	000000004007	99.5615	100.4912	0.69	0.69	0.69	
0.00	000000004007	226.2	99.9908	100.0860	0.14	0.13	0.14	

-----

--

Výškový uzávěr: 0.02

Výškové vyrovnání

Bod1	Bod2	dH	dH vyr	V dH
00000000277	000000004001	-0.59	-0.59	0.00
000000004001	000000004002	-0.30	-0.29	0.00
000000004002	000000004003	-0.28	-0.28	0.00
000000004003	000000004004	-0.51	-0.51	0.00
000000004004	000000004005	0.28	0.28	0.00
000000004005	000000004006	-0.47	-0.46	0.00
000000004006	000000004007	0.69	0.69	0.00
000000004007	226.2	0.14	0.14	0.00

Vypočtené výšky:

Bod	Výška
000000004001	389.33
000000004002	389.04
000000004003	388.76
000000004004	388.25
000000004005	388.54
000000004006	388.07
000000004007	388.76
226.2	388.90

Test polygonového pořadu:

Úhlová odchylka [g]: Skutečná hodnota: -0.0054, Mezní hodnota: 0.0316  
Polohová odchylka [m]: Skutečná hodnota: 0.05, Mezní hodnota: 0.25  
Mezní délka pořadu [m]: Skutečná hodnota: 922.84, Mezní hodnota: 5000.00  
Mezní délka strany [m]: Skutečná hodnota: 167.05, Mezní hodnota: 400.00  
Mezní poměr délek : Skutečná hodnota: 1:1.82, Mezní hodnota: 1:3.00

Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.  
Geometrické parametry stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Firma: JU-ZF v Českých Budějovicích, katedra Krajinného managementu  
 Branisovska 1645/31a  
 370 05 České Budějovice

Zakazka: tcbakpod  
 Meril:  
 Datum: 10.10.2014

Přístroj: Trimble R4-2, fw: 4.61, vyr. c.: 5238496940  
 Trimble Survey Controller SW: 12.49  
 Verze protokolu: 4.93  
 Body vypsány od (RRRRMMDD): 2011  
 Souradnicovy system: Použit transformacni modul zpřesnene globalni transformace Trimble 2013 verze 1.0 schvaleny CUZK pro měření od 1.7.2012.  
 Zona: Krovak\_2013  
 Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikalni transformace

-----  
 Model kvazigeoidu: CR2005

-----  
 POUZITE A MĚŘENE BODY

Cislo bodu	Y	X	Z	Presnost	PDOP	Sit	Datum		Zacatek		Doba	
							Datum	Zacatek	Doba	Kod bodu	Presnost	
Pocet Antena				XY	Z							
sat.	vyska; od#											
12	277a 1.98 SZ	757864.228 10.10	1165421.406 14:59	389.925	0.004	0.006	1.09	5				
10	4001 1.98 SZ	757697.184 10.10	1165419.685 15:03	389.339	0.008	0.012	2.03	5				
12	4002 1.98 SZ	757672.609 10.10	1165544.546 15:05	388.987	0.010	0.015	1.60	5				
12	4003 1.98 SZ	757553.609 10.10	1165529.482 15:08	388.764	0.009	0.012	1.62	5				
11	4004 1.98 SZ	757438.006 10.10	1165445.297 15:10	388.253	0.009	0.014	2.62	5				
11	4005 1.98 SZ	757489.944 10.10	1165386.377 15:12	388.542	0.011	0.018	2.82	5				
12	4006 1.98 SZ	757359.395 10.10	1165367.765 15:15	388.076	0.008	0.012	1.84	5				
11	4007 1.98 SZ	757378.968 10.10	1165276.905 15:17	388.768	0.012	0.019	1.92	5				
14	226.2a 1.98 SZ	757318.355 10.10	1165262.860 15:19	388.895	0.007	0.013	1.71	5				
13	277b 1.98 SZ	757864.250 11.10	1165421.388 11:14	389.928	0.004	0.005	1.04	5				
12	4001b 1.98 SZ	757697.203 11.10	1165419.700 11:18	389.340	0.008	0.013	1.58	5				
	4002b	757672.604	1165544.522	388.988	0.006	0.008	1.48	5				



13	1.98	SZ	11.10	11:21	5					
	4003b		757553.577	1165529.445	5	388.742	0.007	0.011	1.49	5
13	1.98	SZ	11.10	11:23	5					
	4004b		757438.038	1165445.257	6	388.268	0.023	0.028	2.09	5
10	2.48	SZ	11.10	11:31	6					
	4005b		757489.949	1165386.397	5	388.537	0.012	0.017	1.86	5
11	1.98	SZ	11.10	11:33	5					
	4006b		757359.374	1165367.779	5	388.101	0.011	0.016	1.70	5
12	1.98	SZ	11.10	11:35	5					
	4007b		757378.936	1165276.885	5	388.769	0.015	0.020	2.12	5
11	1.98	SZ	11.10	11:37	5					
	226.2b		757318.319	1165262.859	5	388.912	0.009	0.014	1.56	5
13	1.98	SZ	11.10	11:39	5					

-----  
 -----  
 # Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredu narazniku  
 # Bod meren na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK  
 4 = CzePOS PRS/FKP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3; 6 = Neznama sit  
 Hodnoty PDOP oznacene \* jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP  
 oznacene \* jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00  
 Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00  
 Body oznacene ! NoFix ! pred cislem bodu, nebyly pri mereni Fixovany!

Firma: JU-ZF v Českých Budějovicích, katedra Krajinného managementu  
 Branisovska 1645/31a  
 370 05 České Budějovice

Zakazka: tcbakalor  
 Meril:  
 Datum: 09.10.2014

Přístroj: Trimble R4-2, fw: 4.61, vyr. c.: 5238496940  
 Trimble Survey Controller SW: 12.49  
 Verze protokolu: 4.93  
 Body vypsány od (RRRRMMDD): 2011  
 Souradnicovy system: Pouzit transformacni modul zpresnene globalni transformace Trimble 2013 verze 1.0 schvaleny CUZK pro mereni od 1.7.2012.  
 Zona: Krovak\_2013  
 Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikalni transformace

-----  
 Model kvazigeoidu: CR2005

-----  
 POUZITE A MERENE BODY

Cislo bodu	Y	X	Z	Presnost	PDOP	Sit	Datum		Zacatek Doba		Kod bodu	Presnost
							Datum	Zacatek	Doba	XY		
Pocet Antena												
sat.	vyska; od#											
11	277a 1.98 SZ	757896.263 09.10	1165341.447 11:56	390.360 5	0.009	0.010	1.94					5
14	277b 1.98 SZ	757762.519 09.10	1165442.842 11:59	389.776 5	0.008	0.013	1.54					5
11	2262a 1.98 SZ	757403.301 09.10	1165275.945 12:06	388.706 5	0.005	0.007	1.43					5
16	2262b 1.98 SZ	757403.300 10.10	1165275.971 13:26	388.709 6	0.003	0.006	1.06					5
10	277c 1.98 SZ	757896.232 10.10	1165341.411 13:34	390.345 5	0.021	0.040	2.47					5
14	277d 1.98 SZ	757762.516 10.10	1165442.829 13:38	389.762 5	0.009	0.014	1.55					5

-----  
 # Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredni narazniku

# Bod meren na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK  
 4 = CzePOS PRS/FKP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3; 6 = Neznama sit  
 Hodnoty PDOP oznacene \* jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP  
 oznacene \* jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00  
 Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00  
 Body oznacene ! NoFix ! pred cislem bodu, nebyly pri mereni Fixovany!

