

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA POZEMKOVÝCH ÚPRAV

---

**Studijní program:** M4101 Zemědělské inženýrství

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

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Návrh a vybudování sítě bodů podrobného polohového  
bodového pole metodou geodetickou a GPS**

**Vedoucí diplomové práce:**

Ing. Magdalena Maršíková

**Autor:**

Michal Válka

---

2009

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal VÁLKA**  
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**  
  
Název tématu: **Návrh a vybudování sítě bodů podrobného polohového bodového pole metodou geodetickou a GPS.**

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

- Cílem práce je zhodnotit stávající stav bodového pole v dané lokalitě, bodové pole podle potřeby doplnit a zaměřit metodami geodetickými i GPS.
- rekognoskace terénu
  - doplnění stávajícího polohového bodového pole v hustotě pro podrobné mapování velkého měřítko
  - bodové pole zaměřit geodetickými metodami a metodou GPS
  - výpočty a vyhodnocení přesnosti
  - zpracování grafických příloh

Rozsah grafických prací: Dle potřeby  
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Pokora, M., a kol.: Geodézie pro stavební fakulty. Praha, 1984.  
Podhorský, I., a kol.: Podrobné mapování. Praha, 1980.  
Pažourek, J., a kol.: Mapování. Brno, 1992.  
Fišer, Z., a kol.: Mapování I, II. Brno, 2004.  
Maršík, Z., Maršíková, M.: Geodézie II. České Budějovice, 2002.  
Blažek, R., a kol.: Geodézie 30. Praha, 1997.  
Nevosád, Z., a kol.: Geodézie II, III. Brno, 1999  
Vyhláška č. 26/2007 Sb., Praha, 2007  
Návod pro obnovu katastrálního operátu. ČÚZK, Praha, 1997

Vedoucí diplomové práce: Ing. Magdalena Maršíková  
Katedra pozemkových úprav

Datum zadání diplomové práce: 22. března 2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2009

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

prof. Ing. Martin Křížek, CSc.  
děkan

L.S.

doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. března 2007

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Návrh a vybudování sítě bodů podrobného polohového bodového pole metodou geodetickou a GPS“ včetně příloh vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích, duben 2009

.....

Michal Válka

## **Poděkování**

Děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Magdaleně Maršíkové za odborné konzultace, rady a veškerou pomoc poskytnutou při zpracování. Dále děkuji Ing. Karlu Mikovi za cenné rady k obsluze GPS stanice a softwaru TGOoffice.

## **Anotace**

Tato diplomová práce byla zpracována na téma: Návrh a vybudování sítě podrobných bodů polohového bodového pole metodou geodetickou a GPS.

Cílem bylo provést rekognoskaci terénu, zhodnotit stávající stav bodového pole v dané lokalitě, podle potřeby ho doplnit v hustotě pro podrobné mapování velkého měřítko a zaměřit. Součástí byly veškeré výpočty, vyhodnocení přesnosti a zpracování grafických příloh.

Síť bodů byla budována v katastrálním území Horní Planá v povodí toku Ostřice. Na základě geodetických údajů a mapových podkladů byla provedena rekognoskace zvolené lokality, stabilizace nových bodů PPBP a poté jejich polohové zaměření. Celkem bylo stabilizováno 14 nových bodů. Ty byly zaměřeny totální stanicí Leica TC407 pomocí oboustranně připojeného a oboustranně orientovaného polygonového pořadu a GPS aparaturou Trimble 4600LS pro rychlou statickou metodu.

## **Annotation**

This thesis was elaborated on the topic: Proposal and model of the detailed point network of positional point field by geodetic method and GPS.

The aim was carry out the reconnaissance of the terrain, valorize of the current state of the point field in the selected locality, as necessary complete him in the density for the detailed mapping of big ratio scale and locate. All calculations, evaluation of the accuracy and processing of the graphic supplements were a part of this thesis.

The point network was built in the cadastral territory Horní Planá in the drainage area of the river Ostřice. Following the geodetic data and the map basis was effected the reconnaissance of the selected locality, the stabilization of the new points PPBP and after that they were positional located. On the whole there were stabilized 14 new points. They were located by using the total station Leica TC407 by the help of double - sided incorporated and double - sided oriented polygonal traverse and by using GPS station Trimble 4600LS for the fast static method.

# Obsah

Obsah.....	1
Úvod.....	4
1. Geodetické základy .....	5
1.1 Přehled bodových polí a jejich rozdělení .....	5
1.2 Zásady budování polohového bodového pole .....	6
1.3 Stabilizace a signalizace bodů polohového bodového pole .....	8
1.3.1 Stabilizace trigonometrických bodů.....	9
1.3.2 Stabilizace zhušťovacích bodů.....	10
1.3.3 Stabilizace bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP).....	11
1.4 Číslování bodů polohového bodového pole .....	12
2. Postup při budování PPBP .....	14
2.1 Přípravné práce .....	14
2.2.1 Měřické práce – geodetické metody .....	15
2.2.2 Měřické práce – fotogrammetrické metody .....	18
2.2.3 Měřické práce – technologie GPS.....	19
2.3 Výpočetní práce.....	19
2.4 Dokumentace o zřízení PBPP.....	20
3. Globální Polohový Systém - GPS (Global Positioning System) .....	23
3.1 Struktura systému GPS.....	23
3.1.1 Kosmický segment.....	23
3.1.2 Řídící segment.....	24
3.1.3 Uživatelský segment .....	25
3.2 Souřadnicové systémy GPS.....	26
3.3 Metody měření.....	26

3.3.1	Metody podle měřených veličin.....	26
a)	Kódová měření.....	27
b)	Fázová měření.....	27
c)	Dopplerovská měření.....	27
3.3.2	Metody podle doby získání výsledné polohy.....	28
3.3.3	Metody podle pohybu přijímače .....	28
3.4	Přesnost GPS .....	29
3.5	Faktory ovlivňující přesnost měření GPS.....	30
3.6	Výhody užití metody GPS v měřictví .....	33
3.7	Nevýhody užití metody GPS v měřictví.....	33
4.	Cíl práce .....	34
5.	Metodika .....	35
6.	Přípravné práce.....	36
6.1	Charakteristika lokality .....	36
6.2	Popis zájmového území.....	36
6.3	Shromažďování potřebných podkladů.....	37
6.4	Rekognoskace území .....	38
6.5	Návrh a stabilizace nových bodů PPBP .....	39
7.	Měřické práce.....	43
7.1	Použité měřicí přístroje.....	43
7.2	Zaměření stabilizovaných bodů PPBP metodou geodetickou.....	44
7.3	Zaměření stabilizovaných bodů PPBP metodou GPS .....	45
8.	Výpočetní práce a tvorba výstupů.....	47
8.1	Výpočet souřadnic stabilizovaných bodů PPBP metodou geodetickou.....	47
8.2	Výpočet souřadnic stabilizovaných bodů PPBP metodou GPS .....	50
8.3	Porovnání metody geodetické s metodou GPS .....	54
8.4	Tvorba grafických výstupů – program MicroStation .....	57



9.	Závěr .....	58
10.	Seznam použité literatury.....	61
11.	Seznam zkratk .....	63
12.	Seznam obrázků a tabulek.....	65
13.	Seznam příloh.....	66

# Úvod

Zadáním této diplomové práce je návrh a vybudování sítě bodů podrobného polohového bodového pole metodou geodetickou a GPS v lokalitě určené vedoucí práce.

Postupným zhuštěním I. řádu České státní trigonometrické sítě vkládáním sítí nižších řádů vznikají body, jejichž vzdálenost je vyhovující pro budování podrobného polohového bodového pole. To se buduje například pro potřeby vytyčování nově navržených hranic pozemků, zaměření obvodu upravovaného území nebo podrobného zaměření skutečného stavu situace v terénu, kde je výchozí pro pomocné měřické body. Toto bodové pole je tedy využíváno při obnově katastrálního operátu či pozemkových úpravách, jejichž výsledkem je nový soubor geodetických a popisných informací.

Zájmová lokalita se nachází v okolí dolního toku Ostřice v katastrálním území Horní Planá. Jedná se o totožnou lokalitu, kde Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích provádí monitoring anorganického dusíku, fosforečnanů a dalších parametrů povrchových a drenážních vod tohoto povodí.

Cílem bylo provést na základě geodetických údajů a mapových podkladů průzkum a zhodnocení stávajícího stavu bodového pole v dané lokalitě, podle potřeby ho doplnit v hustotě pro podrobné mapování velkého měřítká a následně pomocí zvolených polygonových pořadů polohově zaměřit. Zaměření bylo provedeno nejprve metodou geodetickou a po zvolení vhodných bodů také metodou GPS. Získané výsledky z jednotlivých metod měření pak byly vzájemně porovnány. Na závěr byly vypracovány veškeré výpočty, vyhodnocení přesnosti a grafické přílohy.

Výsledná zhuštěná síť bodů podrobného polohového bodového pole bude dále sloužit jako geodetický základ pro pokračující měřické činnosti v této lokalitě. Jejich cílem je podrobná detekce a sledování změn krajiny a koryta vodního toku Ostřice, zaměření skutečného stavu části katastrálního území v povodí Ostřice a jeho porovnání se stávajícími mapovými podklady velkého měřítká.

Síť bodů byla budována tak, aby nebyla ohrožena jejich stabilizace a zároveň nedocházelo k omezování v užití okolních pozemků. Dalšími důležitými úkoly bylo zajistit co nejefektivnější průběh navazujících měření a možnost využití tohoto podrobného polohového bodového pole i pro budoucí projekty v této lokalitě.

Veškeré podklady, měřické přístroje a softwarové vybavení bylo poskytnuto Katedrou pozemkových úprav Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity.

# 1. Geodetické základy

## 1.1 Přehled bodových polí a jejich rozdělení

Měřické body vytvářejí bodové pole, které můžeme rozdělit dle účelu na polohové, výškové a tíhové. Tyto body jsou trvale stabilizované, nebo trvale signalizované. Jednotlivé body mají své značení, které tvoří číslo, případně i název a příslušnost k evidenční jednotce. Mohou být opatřeny ochrannou skruží, tyčí nebo výstražným značením. Bod, který je součástí jednoho bodového pole, může být i bodem jiného bodového pole. Rozdělení bodových polí je dle [1] následující:

### 1) Polohové bodové pole:

#### A. základní polohové bodové pole (ZPBP), které tvoří:

- Aa. body referenční sítě nultého řádu
- Ab. body Astronomicko – geodetické sítě (závazná zkratka AGS)
- Ac. body České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka ČSTS)
- Ad. body geodynamické sítě

#### B. zhušťovací body (ZhB)

#### C. podrobné polohové bodové pole (PPBP)

### 2) Výškové bodové pole:

#### A. základní výškové bodové pole, které tvoří:

- Aa. základní nivelační body (ZNB)
- Ab. body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka ČSNS)

#### B. podrobné výškové bodové pole, které tvoří:

- Ba. nivelační sítě IV. řádu
- Bb. plošné nivelační sítě
- Bc. stabilizované body technických nivelací

### 3) Tíhové bodové pole:

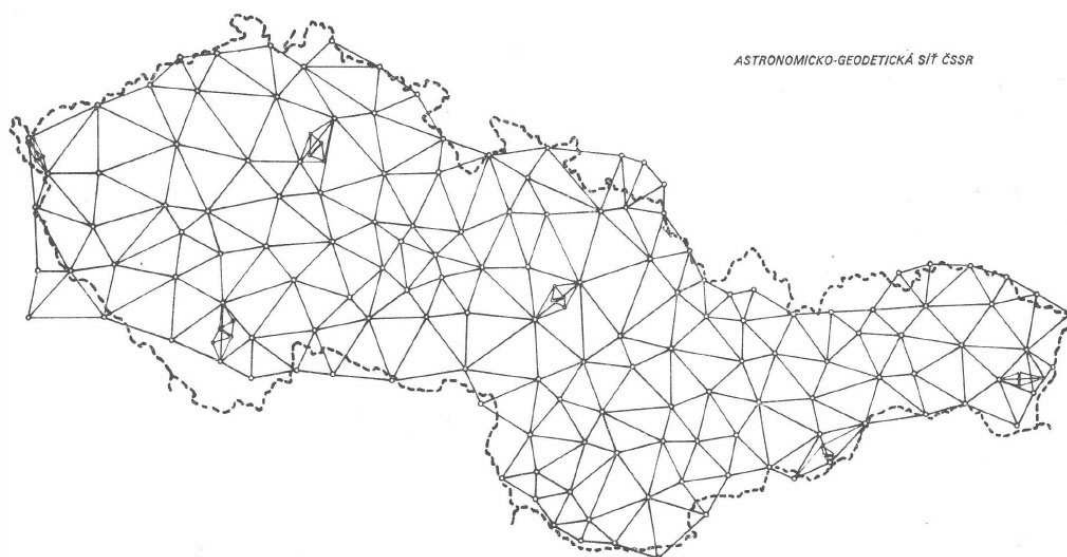
#### A. základní tíhové bodové pole, které tvoří:

- Aa. absolutní tíhové body
- Ab. body České gravimetrické sítě nultého, I. a II. řádu
- Ac. body hlavní gravimetrické základny

- B. podrobné tíhové bodové pole, které tvoří:
  - Ba. body gravimetrického mapování
  - Bb. body účelových sítí

## 1.2 Zásady budování polohového bodového pole

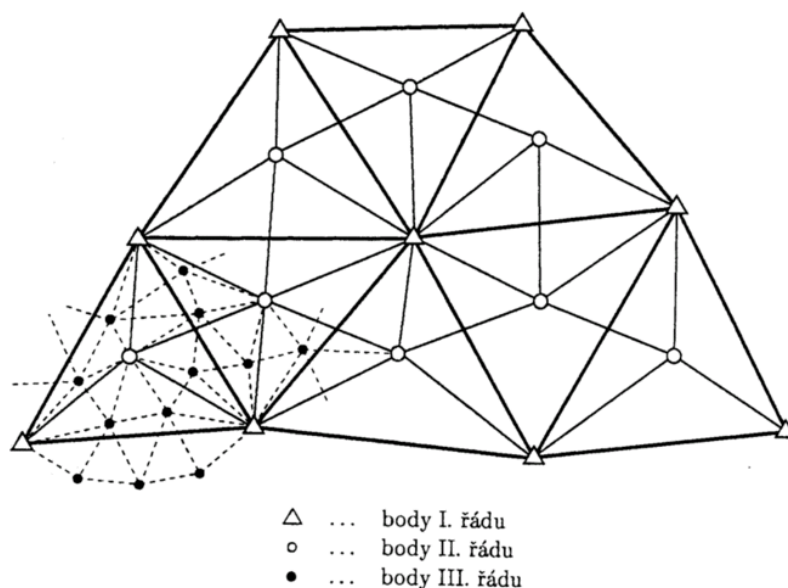
Od roku 1931 byla budována Základní trigonometrická síť s průměrnou délkou strany 36 km, s nejvyšší dosažitelnou přesností a podle tehdejších nejnovějších vědeckých poznatků. Tato síť se později podle mezinárodně zavedeného označení začala nazývat **Astronomicko – geodetická síť** (AGS). Do roku 1954, kdy byly ukončeny měřické práce, vzniklo 227 trojúhelníků se 144 vrcholy, bylo zaměřeno 53 Laplaceových bodů (astronomicky určeny zeměpisné souřadnice a alespoň jeden azimut), 6 základen invarovými dráty a provedeno částečné spojení se sousedními zeměmi (viz obr. 1). [2]



Obr. 1 Astronomicko geodetická síť [2]

**Referenční síť nultého řádu** vznikla postupným připojením vybraných geodetických bodů pomocí technik kosmické geodézie k souřadnicovému systému ETRS-89 na území tehdejší ČSFR. Nejprve to byla kampaň, kdy bylo připojeno 5 bodů sítě AGS, na kterých bylo měřeno 5 dnů aparaturami GPS. V roce 1992 proběhla druhá kampaň, kdy byla metodou GPS zaměřená síť nultého řádu. Cílem tohoto projektu bylo vybudování národní prostorové referenční sítě, navázané na nově tvořenou evropskou referenční síť EUREF, pomocí bodů změřených v předchozí kampani. [2]

Základním prvkem pro budování polohového bodového pole je tedy trojúhelník. Aby došlo k omezení výskytu chyb, byla s nejvyšší přesností vytvořena nejprve síť trojúhelníků I. řádu, která byla postupně zhušťována vkládáním sítí nižších řádů (viz obr. 2). Vznikly tak body, jejichž vzdálenost je vyhovující pro budování podrobného polohového bodového pole (1,5 - 2 km). Jednotlivé body jsou polohově určeny, trvale stabilizovány stanovenými značkami, jsou označeny číslem, případně názvem a příslušností k evidenční jednotce.



Obr. 2 Postup budování polohových bodových polí [3]

Jak již bylo řečeno, zahušťováním sítě I. řádu dalšími trojúhelníkovými sítěmi, kdy dochází ke zkracování průměrných délek stran, vznikají sítě nižších řádů. **Česká státní trigonometrická síť** (ČSTS) se rozděluje na trigonometrické sítě I. až V. řádu. Průměrné délky stran trojúhelníkových sítí, které uvádí [4] zobrazuje tabulka 1.

Trigonometrická síť	Průměrná délka strany [km]
I. řád	20 - 40
II. řád	10 - 20
III. řád	6 - 10
IV. řád	4 - 6
V. řád	1 - 2

Tab. 1 Průměrné délky stran trojúhelníkových sítí [4]

Pro podrobné měření je však i vzdálenost trigonometrických bodů V. řádu příliš velká, a proto mezi ně vkládáme **body podrobného polohového bodového pole (PPBP)**. Charakteristikou přesnosti určení souřadnic  $x$ ,  $y$  bodů PPBP je střední souřadnicová chyba  $m_{xy}$ , daná vztahem:

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

$m_x$  ..... střední chyba určení souřadnic  $x$

$m_y$  ..... střední chyba určení souřadnic  $y$

Podrobné polohové bodové pole se vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou  $m_{xy} = 0,06$  m a vztahuje se k nejbližším bodům základního polohového bodového pole a zhušťovacím bodům. Mezní odchylka se stanoví 2,5 násobkem základní střední souřadnicové chyby.

Body podrobného polohového bodového pole se zaměřují v terénu určováním hodnot délek a úhlů (určovací prvky), popřípadě výšek, nebo určením souřadnic technologií GPS. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů.

Vzájemná vzdálenost bodů PPBP má být v místních tratích 150 – 300 m, v polních tratích přibližně 500 m. V lesích, kde se podrobné pole buduje zpravidla pomocí polygonových pořadů, se stabilizují na vzdálenost 1,5 – 2 km trojice bodů PPBP, zpravidla na křižovatkách, lesních cestách a podobně. [5]

### 1.3 Stabilizace a signalizace bodů polohového bodového pole

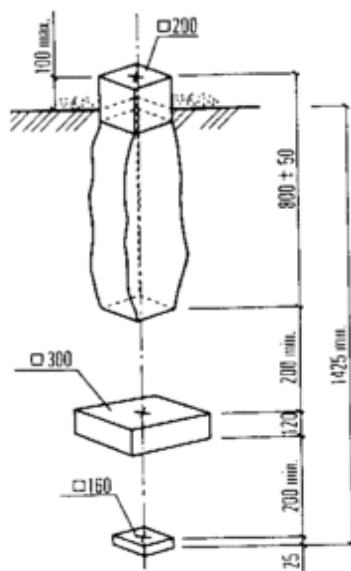
Nově budované body jsou stabilizovány dle technických požadavků, které jsou stanoveny předpisy [1] a [6]. Každý bod je vždy volen tak, aby nedocházelo k jeho ohrožení, signalizace byla jednoduchá a byl využitelný pro připojení bodů polohového bodového pole.

Dlouhodobé signalizace bodů se dnes zřizují jen ve výjimečných případech, jako jsou omezené možnosti pro vhodnější umístění bodu, nebo v oblastech se zamýšlenou rozsáhlou zeměměřickou aktivitou. Pro dočasnou signalizaci bodů se běžně užívá výtyčka, postavená svisle nad měřickou značkou. Pro přesné cílení se používají cílové terče často opatřené zábleskovým zařízením postavené pomocí stativu nad bodem.

U ohrožených trigonometrických a zhušťovacích bodů se zřizují ochranná zařízení. Nejčastěji se jedná o červenobílou nebo černobílou ochrannou tyč umístěnou 0,75 m od centra bodu s tabulkou s výstražným nápisem. Dalším zařízením může být betonová skruž nebo sloupek, ochranný kopec, či trojboká pyramida.

### 1.3.1 Stabilizace trigonometrických bodů

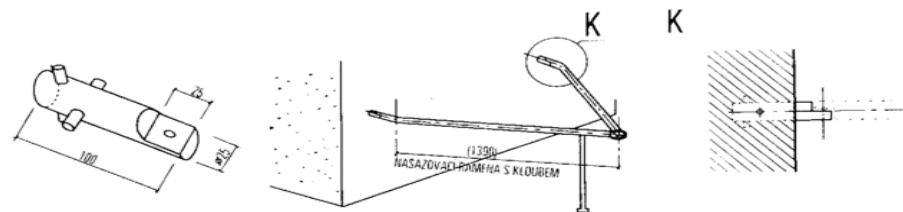
- a) povrchovou značkou jištěnou dvěma podzemními (viz obr. 3). Povrchovou značkou je kamenný hranol (obvykle žulový) délky 0,8 m s opracovanou hlavou ve tvaru krychle o straně 0,2 m a vytesaným křížkem ve směru úhlopříček na vrchní ploše hlavy hranolu. Vrchní podzemní značkou je kamenná deska a spodní podzemní značkou je skleněná nebo kamenná deska, které mají křížky jako povrchová značka a jsou uloženy 0,2 m pod značkou předcházející. Středů křížků všech značek, ke kterým se vztahují souřadnice, musí být umístěny ve svislici s mezní odchylkou 3 mm. Jáma je zasypána odlišným materiálem pro usnadnění při případném vyhledávání a obnově. Nelze-li umístit jednu ze tří uvedených značek, zajistí se bod nejméně jedním zajišťovacím bodem. Nelze-li umístit dvě ze tří značek, musí být bod zajištěn nejméně dvěma zajišťovacími body,



Obr. 3 Povrchová značka jištěná dvěma podzemními [1]

- b) povrchovou značkou podle písmena a) a podzemní značkou, kterou je kamenná deska s křížkem jako u povrchové značky, zabetonovaná ve skále,

- c) povrchovou značkou podle písmena a) nebo čepovou nivelační značkou s křížkem, popřípadě otvorem, které jsou zabetonovány ve skále (skalní stabilizace). V obou případech je značka trigonometrického bodu zajištěna čtyřmi zabetonovanými nivelačními značkami s křížkem nebo dvěma zajišťovacími body,
- d) kovovým čepem s křížkem osazeným do ploché střechy stavby (střešní stabilizace), přičemž tato značka je zajištěna dvěma zajišťovacími body, které jsou umístěny mimo stavbu,
- e) dvěma konzolovými značkami zapuštěnými do svislé plochy staveb (viz obr. 4). Souřadnice bodu jsou vztaženy k vrcholu pomyslného rovnoramenného trojúhelníku (délka ramen je 1,390 m), jehož základnu vymezují konzolové značky. Trigonometrický bod je zajištěn dvěma zajišťovacími body.



Obr. 4 Konzolová značka zapuštěná do svislé plochy stavby [1]

Trigonometrický bod s trvalou signalizací (například makovice věže kostela) je vždy zajištěn dvěma zajišťovacími body. Mezi těmito body i trigonometrickým bodem musí být vzájemná viditelnost. Vzdálenost zajišťovacího bodu od trigonometrického bodu je menší než 500 m. První zajišťovací bod se stabilizuje jako trigonometrický bod třemi značkami podle odstavce a). Druhý zajišťovací bod se stabilizuje povrchovou a vrchní podzemní značkou podle odstavce a), přičemž povrchová značka má rozměr 160 x 160 x 750 mm.

### 1.3.2 Stabilizace zhušťovacích bodů

- a) jednou povrchovou a jednou podzemní značkou. Povrchovou značkou je kamenný hranol (obvykle žulový) o celkové délce nejméně 700 mm s opracovanou hlavou o rozměrech 160 mm x 160 mm x 100 mm s vytesaným křížkem ve směru úhlopříček na horní ploše hlavy hranolu. Podzemní značkou je kamenná deska o rozměrech nejméně 200 mm x 200 mm x 70 mm s obdobným křížkem jako na povrchové značce. Podzemní značka je umístěna pod povrchovou značkou



- ve vzdálenosti minimálně 0,2 m. Středů křížků, ke kterým se vztahují souřadnice, musí být umístěny ve svislici s mezní odchylkou 5 mm,
- b) povrchovou značkou podle písmena a) nebo nivelační značkou s křížkem, popřípadě otvorem, které jsou zabetonovány ve skalním nebo betonovém masivu,
  - c) kovovým čepem s křížkem osazeným do ploché střechy stavby (střešní stabilizace),
  - d) dvěma konzolovými značkami, zapuštěnými do svislé plochy staveb (boční stabilizace). Souřadnice bodu jsou vztaženy k vrcholu pomyslného rovnoramenného trojúhelníka, jehož základnu vymezují konzolové značky (vzájemná vzdálenost přibližně 140 cm) a délka ramen je 1390 mm,
  - e) použitím neporušené stabilizace nivelačního kamene, kde centrem bodu je průsečík úhlopříček horní plochy hlavy kamene nebo střed vrchlíku hřbové značky,
  - f) použitím trvale signalizovaného bodu (například makovice věže kostela).

Zhušťovací bod, který nelze stabilizovat podzemní značkou, musí mít orientaci na jeden další trigonometrický nebo zhušťovací bod a musí být vždy zajištěn zajišťovacím bodem ve vzdálenosti maximálně 500 m umístěným tak, aby z něj bylo možno zpětně příslušný zhušťovací bod jednoznačně vytýčit. Zajišťovací bod je stabilizován povrchovou značkou podle odstavce a) nebo značkou podle odstavce b), d) a e). Trvale signalizovaný zhušťovací bod podle odstavce f) je vždy zajištěn dvěma zajišťovacími body v maximální vzdálenosti 500 m, stabilizovanými podle odstavce a) nebo d).

### **1.3.3 Stabilizace bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP)**

Stabilizaci těchto bodů můžeme rozdělit na trvalou a dočasnou. Pro dočasnou stabilizaci je používán dřevěný kolík s hřebíčkem, nebo vyznačeným křížkem. Trvalost dočasné stabilizace musí být zajištěna nejméně po dobu provádění měřických prací. Trvalá stabilizace může být provedena opět různými způsoby:

- a) na objektech se stabilizační značkou (nivelační kameny, propustky a mostky, hraniční kameny a podobně),
- b) na šachtách a poklopech podzemních vedení a sítí, nebo na technických objektech poskytující trvalou stabilizaci, zejména na rozích budov,
- c) vysekáním křížku do opracované plochy skály,

- d) hřbovými nivelačními značkami,
- e) ocelovými trubkami nebo čepy v betonových blocích o velikosti minimálně 300 mm x 300 mm x 800 mm,
- f) ocelovými plnostěnnými trubkami o průměru minimálně 30 mm a délky minimálně 600 mm (nebo 500 mm, je-li opatřena zařízením proti vytažení znaku) s hlavou z barevného plastu o minimálních rozměrech 80 mm x 80 mm x 50 mm,
- g) kovovými značkami o průměru nejméně 8 mm s plochou hlavou o průměru minimálně 25 mm a délce značky minimálně: 100 mm při zatlučení do zpevněného povrchu, nebo 40 mm s hmoždinkou při zapaštění do pevné konstrukce.

Pro umístění bodů se preferují objekty trvalého rázu nebo jiná místa, aby nedocházelo k omezování v užívání pozemků. Ve městech mohou být stabilizace i pod úrovní vozovky a kryty různými poklopy. Ze značek pevných bodů podrobného polohového bodového pole, které jsou použitelné jako stanoviště, musí být z výšky měřického přístroje orientace na body základního nebo podrobného polohového bodového pole stejné nebo vyšší přesnosti.

#### **1.4 Číslování bodů polohového bodového pole**

Jednotlivé body jsou rozlišovány na základě označení, které může tvořit číslo, případně i název a příslušnost k evidenční jednotce. Jednotkou číslování bodů základního polohového bodového pole a bodů zhušťovacích je triangulační list, ostatní body PPBP se číslují v rámci katastrálního území. Dočasně stabilizované body se číslují jako pomocné body. Číselné označení bodu je dvanáctimístné a jeho tvar se odvíjí dle druhu polohového bodového pole. Pro přehlednost jsou číselné tvary bodů seřazeny v tabulce 2.

Druh polohového bodového pole	Předčíslí	Předčíslí	Pořadové číslo bodu	Vlastní číslo bodu
ZPBP	009	XXXX (Číslo triangulačního listu)	XXX (1-199)	0
ZhB	009	XXXX (Číslo triangulačního listu)	XXX (201-499)	0
PPBP	XXX (Číslo KÚ)	00000	XXXX (501-3999)	-
Pomocné a dočasně stabilizované body	XXX (Číslo KÚ)	00000	XXXX (Od 4001)	-

Tab. 2 Číselné tvary bodů [7]

Body PPBP jsou číslovány v rámci katastrálního území, ve kterém se nacházejí. Pokud je bod PPBP totožný s lomovým bodem hranice katastrálního území, nebo se nachází za hranicí katastrálního území, pak příslušnost bodu ke katastrálnímu území je v přehledném náčrtu vyjádřena zkratkou katastrálního území u čísla bodu. Bod PPBP se přečísluje, pokud jeho dosavadní číslo nevyhovuje ustanovením nebo vyskytuje-li se v rámci katastrálního území více bodů se stejným číslem. Číslo zrušených bodů se nesmí opakovaně použít. [7]

## 2. Postup při budování PPBP

Postup při budování podrobného polohového bodového pole můžeme rozdělit na několik dílčích kroků:

- Přípravné práce
- Měřické práce
- Výpočetní práce

### 2.1 Přípravné práce

Před zahájením práce je nutno stanovit **rozsah lokality**, ve které budeme provádět budování podrobného polohového bodového pole, a vymezit konkrétní oblasti, kde bude probíhat zhuštění.

Poté zajistíme přehled stávající sítě pevných bodů podrobného polohového pole a sítě základních a zhušťovacích bodů. Ten využijeme pro tvorbu **přehledného náčrtu** v měřítku 1:5000 nebo 1:10 000. Tento náčrt bude dále sloužit jako podklad pro zakreslení nově vybudovaných a zaměřených bodů. Při zobrazování bodů se řídíme dle ČSN 013411 Mapové značky. Jako podklad pro přehledný náčrt lze využít digitální grafické mapové podklady (orientační mapa parcel, SM5, ZABAGED, ortofotografické zobrazení).

K jednotlivým bodům zakresleným v náčrtu zajistíme **kopie geodetických údajů**, které jsou snadno dostupné v digitální databázi bodových polí (DATAZ) na serveru Českého úřadu zeměměřického a katastrálního ([www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)). Jedná se o databázi polohových bodových polí, databázi výškových bodových polí a databázi tíhového bodového pole. Plynule aktualizovaná databáze je vedena v systému ORACLE. Místopisné náčrty se vyhotovují v softwaru Kokeš. Ke dni 31. 12. 2008 se v databázi nachází 72 000 center trigonometrických a zhušťovacích bodů, 38 000 přidružených bodů, 83 000 nivelačních bodů, 400 tíhových bodů. [8]

Vyhledávání bodů v databázi je možné provádět několika způsoby:

- podle plného čísla bodu (číslo TL + číslo bodu) pro TB a ZhB
- výpis bodů ze zadaného TL
- výpis bodů ze zadaného listu mapy ZM-50 nebo SMO-5
- středem a vzdáleností

- podle katastrálního území (s možností zadání čísla bodu PPBP)
- přes přehledku ČR a listy ZTL a TL

Po zajištění a vyhodnocení všech potřebných podkladů **provedeme rekognoskaci** daných bodů v terénu. Při pochybnosti o totožnosti určitých bodů, nebo je-li stabilizace poškozena, se jejich poloha ověří délkovým nebo směrovým kontrolním měřením, případně kombinací obou, na body stejné nebo vyšší přesnosti. Naměřené hodnoty se porovnají s vypočtenými. U nalezených bodů podrobného polohového bodového pole se ověří a podle potřeby opraví nebo doplní geodetické údaje, případně se vyhotoví nové.

Podle výsledku rekognoskace se provede oprava přehledného náčrtu a vyhotovení **Oznámení závad a změn na bodech ZPBP, ZhB a PPBP**, které se zašle příslušnému katastrálnímu úřadu.

**Nové body** podrobného polohového bodového pole se podle [6] volí tak, aby nebyly ohroženy, aby stabilizace byla jednoduchá a aby byly využitelné pro připojení podrobného měření. Podle výsledků rekognoskace se navrhnou ke zrušení ty body PPBP, které nesplňují technické požadavky na stabilizaci podle katastrální vyhlášky. Dále se ke zrušení navrhnou ty body, jejichž kontrolní měření, popřípadě přeurčení by bylo nevhodné a i při jejich zrušení zůstane zachována taková hustota bodů, aby vyhovovala technickým možnostem měření pro účely správy katastru. Nově zvolené body zaneseme do přehledného náčrtu.

### 2.2.1 Měřické práce – geodetické metody

Podkladem pro zaměření bodů podrobného polohového bodového pole je již vyhotovený přehledný náčrt. Veškeré výsledky měření ihned zaznamenáváme do platných tiskopisů Katastrálního úřadu, nebo využijeme v dnešní době již častější digitální záznam dat na paměťové médium umístěné v měřicím přístroji. Tento způsob je rychlejší a efektivnější, naměřená data jsou uložena ve formátech, které lze snadno importovat do výpočetního softwaru. Samotné zaměření bodů podrobného polohového bodového pole můžeme provést dle [7] několika způsoby:

#### a) Plošnými sítěmi s měřeními vodorovnými úhly a délkami

## b) Polygonovými pořady

Polygonový pořad je lomená čára spojující dva měřické body. Ve vrcholech lomené čáry leží polygonové body. Spojnice těchto polygonových bodů pak nazýváme polygonové strany. V polygonových pořadech měříme délky všech stran a vrcholové úhly na všech bodech. Pokud polygonový pořad spojuje dva měřické body o známých souřadnicích, jedná se o pořad připojený, pokud tato podmínka splněna není, jedná se o pořad nepřipojený. Pokud je pořad připojen i směrově, mluvíme o orientovaném pořadu. Orientace nebo usměrnění pořadu znamená zaměření orientačního vodorovného úhlu na počátečním nebo koncovém bodě polygonového pořadu, sevřeného směrem polygonové strany a směrem na bod, jehož rovinné pravoúhlé souřadnice jsou známy. Polygonové pořady dále můžeme rozdělit na uzavřené, které začínají a končí v tomtéž bodě a otevřené, které začínají a končí na bodě odlišném. Při navrhování polygonových bodů je třeba dbát, aby byl počáteční a koncový bod spojován nejkratší cestou. Délky stran by se neměly příliš lišit. Poměr nejdelší a nejkratší strany by měl být maximálně 1 : 2.

Body PPBP se zaměřují polygonovými pořady oboustranně připojenými a oboustranně orientovanými (viz obr. 5). Polygonové pořady kratší než 1,5 km mohou být jednostranně orientované, případně neorientované (vetknuté). Zauzlené pořady nejsou přípustné. Při měření se používá zásadně trojpodstavcová souprava pro dosažení přesnějších výsledků. Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů dle [7] jsou přehledně seřazeny v následující tabulce 3.

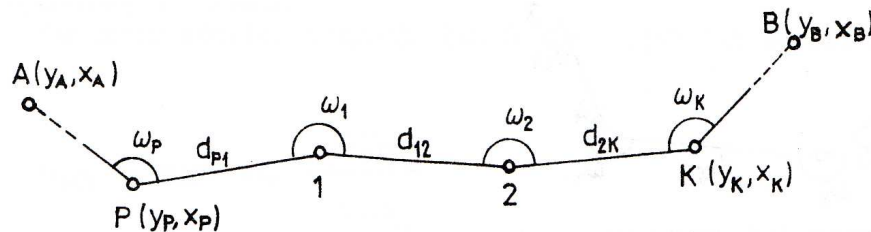
Připojovací body	Mezní délka strany [m]	Mezní délka pořadu d [m]	Mezní odchylka v uzávěru pořadu	
			úhlová [cc]	polohová [m]
ZPBP, ZhB	200-1500	5000	$25.(n)^{1/2}$	$0,0025.(Σd)^{1/2}$
ZPBP, ZhB	50-400	3000	$50.(n)^{1/2}$	$0,004.(Σd)^{1/2}$
PPBP, ZPBP, ZhB	50-400	1500	$100.(n)^{1/2}$	$0,006.(Σd)^{1/2}$

Tab. 3 Kritéria přesnosti polygonových pořadů

Vysvětlivky:

- ZPBP - základní polohové bodové pole,
- ZhB - zhušťovací body,

- $n$  - počet bodů pořadu včetně bodů připojovacích,
- $\Sigma d$  - součet délek stran pořadu,
- pořad má nejvýše 15 nových bodů,
- mezní poměr délek sousedních stran v polygonovém pořadu je 1 : 3.



Obr. 5 Polygonový pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný [9]

**c) Protínáním vpřed z úhlů nebo protínáním z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří bodů (ZPBP, ZhB nebo z jiných bodů odpovídající přesnosti)**

Úhel protínání na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 gon až 170 gon. Kratší vzdálenost od daného bodu k bodu určovanému v určovacím trojúhelníku nesmí být větší než 1500 m. Směry na body vzdálené od stanoviště více než 500 m se měří ve dvou skupinách. [7]

**d) Rajónem**

Rajón s orientací na daném bodě na dva body ZPBP, ZhB nebo jiné body s prokazatelnou střední souřadnicovou chybou do 0,04 m nebo s orientací na daném i určovaném bodě. Délka nesmí překročit 1500 m a nesmí být delší než délka nejvzdálenější orientace. Pokud je délka rajónu větší než 800 m, měří se všechny úhly ve dvou skupinách. Vychází-li rajón z bodu se střední souřadnicovou chybou mezi 0,04 m až 0,06 m, nesmí být delší než 300 m. [7]

Vodorovné úhly se měří ve skupinách, nejméně však v jedné, teodolitem zajišťujícím přesnost měřených směrů 0,0006 gon ( $2''$ ) podle ČSN ISO 17123 Optika a optické přístroje. Při délkách do 500 m je možné použít teodolit s přesností 0,002 gon ( $10''$ ). Mezní odchylka v uzávěru skupiny (v opakovaném prvním směru) a mezní rozdíl mezi skupinami je 0,003 gon. Délky se měří dvakrát, dálkoměrem s přesností na 0,01 m a obousměrně, vždy s využitím optických odrazných systémů na cílových bodech. Krátké délky lze měřit pásmem (zpravidla na jeden klad). Použijí se kalibrované

dálkoměry a pásma. Mezní rozdíl dvojice měřených délek je 0,02 m u délek kratších než 500 m a 0,04 m u délek od 500 m. Naměřené délky se opravují o fyzikální redukce (z teploty a tlaku vzduchu), o matematické redukce (do vodorovné roviny, z nadmořské výšky) a o redukce do zobrazovací roviny S-JTSK. [7]

Dle [7] při měření nesmějí rozdíly mezi změřenými a ze souřadnic vypočtenými nebo původně určenými hodnotami vodorovných úhlů a délek překročit povolené mezní odchylky zobrazené v tabulce 4.

Mezní odchylka	v úhlu [gon]	v délce [m]
a) Mezi body ZPBP	0,0015	0,03
b) Mezi orientačními body OB1 a OB2 bodů ZPBP	0,0015	0,05
c) Mezi bodem ZPBP a ZhB	0,0020	0,05
d) Mezi body ZhB	0,0030	0,05
e) Mezi body podle a) b) c) d) a orient. bodem OB3	0,0060	-
f) Mezi body podle písm. b) a bodem podle písm. g)	0,0100	0,13
g) Mezi body PPBP	0,0300	0,15
h) Mezi body podle písm. g) na technických objektech přidružených k témuž určujícímu bodu do vzdálenosti 50 m od něj	0,0500	0,04

Tab. 4 Povolené mezní odchylky

### 2.2.2 Měřické práce – fotogrammetrické metody

Body PPBP a případně současně vlíčovací body, sloužící k vnější orientaci snímkových dvojic, se určují analytickou nebo digitální analytickou aerotriangulací. Použijí se letecké měřické snímky zpravidla o formátu 23 cm x 23 cm na rozměrově stálé podložce, pořizované kalibrovanými leteckými komorami se 60 % podélným a 30 % příčným překrytem a skenované s rozlišením alespoň 1210 DPI (pixel 0,021 mm) nebo snímky pořízené kalibrovanými digitálními leteckými komorami. Výchozími body jsou vlíčovací body ZPBP a ZhB a jiné body splňující kritéria mezních odchylek zpřísněná o 30 %. Výchozí body musí být identifikovatelné na snímcích, a proto se signalizují čtvercovými znaky o rozměru 0,20 m x 0,20 m s kontrastní barvou. Snímkové souřadnice se měří a registrují na přístrojích umožňujících čtení na 0,001 mm. [7]



### 2.2.3 Měřické práce – technologie GPS

Pro určování bodů PPBP se použijí takové přijímače GPS a výpočetní software, které zaručují požadovanou přesnost měření. Při měření i početním zpracování je nutné dodržovat zásady uvedené v manuálech pro dané přístroje a použitý software.

Určení polohy bodu pouze z jednoho měření není přípustné. Nutná jsou alespoň dvě nezávislá měření GPS nebo jedno měření GPS a jedno měření klasickou geodetickou metodou. Opakované měření GPS musí být provedeno při dostatečně odlišné konstelaci družic a doporučuje se provádět opakované měření při odlišné výšce antény. Minimální časový interval mezi dvojnásobným zaměřením bodu metodou GPS je 3 hodiny.

K transformaci souřadnic i jen jednotlivých určovaných bodů do systému S-JTSK se použije některý ze schválených transformačních softwarů. Pro určení transformačního klíče se zvolí nejméně čtyři identické body z blízkého okolí určovaných bodů a alespoň stejné přesnosti. Je nutné body volit tak, aby byly v zaměřované lokalitě rozmístěny rovnoměrně a aby jejich počet byl úměrný její velikosti. Pro určení výšek s přesností vyšší než 0,10 m je nutné do měření a následné transformace zahrnout jen body, jejichž výška byla určena technickou nivelací. Parametr DOP musí být během observace menší než 7. Pokud by byl větší než 4, musí být poloha bodu ověřena klasickou metodou. Pokud byl větší než 7, nelze výsledky technologie GPS použít pro určení polohy bodu. Za parametr DOP se použije některý z parametrů: HDOP, PDOP nebo GDOP (podrobněji vysvětleno v kapitole 3.5).

Pro udržení homogenity výsledků měření je doporučeno používat v dané lokalitě pro veškeré měřické práce vždy stejné transformační vztahy včetně matematického postupu transformace. Připojení do geocentrického souřadnicového systému shodného se systémem, ve kterém byly transformační vztahy určeny, se provede pomocí nejméně dvou společných bodů. Připojení do ETRS-89 pomocí pouze jediného bodu lze provést pouze v případě, kdy je tímto bodem ověřená permanentní stanice GPS nebo virtuální referenční stanice poskytnutá sítí ověřených permanentních stanic. [7]

### 2.3 Výpočetní práce

Při určení bodů PPBP plošnými sítěmi, analytickou aerotriangulací nebo pomocí GPS se použije výpočet souřadnic bodů s vyrovnáním metodou nejmenších čtverců (MNČ). Pokud je bod určen polární metodou pouze dvojnásobným měřením, souřadnice se vypočtou jako aritmetický průměr. V ostatních případech se souřadnice bodů určené geodeticky mohou

vypočítat přibližným vyrovnáním, neboli aritmetickým průměrem z jednotlivých kombinací určovacích prvků, či 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 vypracuje protokol. Ten musí obsahovat nejméně identifikační údaje o měřené lokalitě, schematický náčrt sítě obsahující měřené prvky sítě, vstupní údaje, údaje o dosažených odchylkách, včetně porovnání dosažených a mezních odchylek a určení průměru z výsledných souřadnic. Souřadnice se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa. [7]

Podrobněji zmíněno v praktické části diplomové práce.

## **2.4 Dokumentace o zřízení PBPP**

Dokumentace o zřízení bodů podrobného polohového bodového pole obsahuje:

### **a) Geodetické údaje**

Ke každému trvale stabilizovanému bodu je nutné vyhotovit geodetické údaje, které obsahují číslo bodu, souřadnice v S-JTSK, výšku bodu ve výškovém systému baltském – po vyrovnání, lokalizační údaje o obci a katastrálním území, označení listu Státní mapy odvozené v měřítku 1:5 000, místopisný náčrt, třídu přesnosti, popis bodu, údaje o zřízení bodu, stabilizaci a určení. Místopisný náčrt se vyhotovuje pro rychlé vyhledání a identifikaci daného bodu v terénu. Je vždy orientován k severu a nebývá v měřítku. K bodům se zaměří s přesností na centimetry nejméně dvě vyhledávací míry vztažené k blízkým trvalým předmětům (budovy, ploty, stromy, komunikace a podobně), nebo staničení a kolmice. Při vyhotovení náčrtu se řídíme dle ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.

### **b) Technická zpráva**

Technická zpráva se vyhotoví po skončení všech činností spojených s revizí, tvorbou a doplněním PPBP. Dle [7] obsahuje:

- údaje o zachovalosti stávajících bodů PPBP, jejich případném přečíslování, ověření přesnosti, zrušení, změnách verzí,
- údaje o nově zřízených (doplněných) bodech PPBP (počet a hustota bodů, použitá stabilizace a signalizace, dosažená přesnost),

- údaje o dodržení technických předpisů, zdůvodnění případných odchylek od jejich ustanovení,
- údaje o použitých přístrojích a pomůckách (údaje o jejich komparaci), o měřických metodách a metodách výpočtu souřadnic,
- seznam částí výsledného elaborátu, jméno vyhotovitele a datum vyhotovení.

### **c) Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole**

Přehledný náčrt se vyhotoví v měřítku 1:5 000, popřípadě v jiném vhodném měřítku. Jako podklad je možné využít zmenšeninu obrazu katastrální mapy, orientační mapy parcel, rastrový obraz SM5 nebo data ZABAGED.

Přehledný náčrt dle [7] obsahuje:

- nadpis „Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole“,
- zakres správních hranic,
- názvy v rámci lokality dotčených a sousedních katastrálních území,
- klad SM5,
- legendu s vysvětlivkami,
- zakres bodů polohových bodových polí včetně jejich čísel (černě) a vyznačení jejich případného zrušení (červeně),
- zakres nových ZhB a bodů PPBP včetně jejich čísel (červeně),
- vyznačení polygonových pořadů (červeně) s určením jejich počátku a konce značkami (červeně),
- měřítko přehledového náčrtu,
- datum vyhotovení, jméno a podpis zpracovatele.

### **d) Výsledný elaborát**

Výsledný elaborát doplnění podrobného polohového bodového pole se odevzdává do 30 dnů od dokončení na příslušný katastrální úřad. Elaborát podle rozsahu prováděných prací dle [7] tvoří:

- projekt (je-li zpracován samostatně),
- oznámení závad a změn na stávajících bodech ZPBP, ZhB a bodech PPBP,
- seznam souřadnic,
- přehledný náčrt,
- zápisníky měření a záznamy automatické registrace,

- protokol o výpočtech při geodetickém určení a při použití analytické aerotriangulace,
- protokol o výpočtech vektorů, vyrovnání sítě nebo určení bodů metodou RTK a transformaci souřadnic do S-JTSK při použití GPS,
- geodetické údaje,
- vrácená potvrzená oznámení o zřízení měřických značek, případně doručanky a kopie odeslaných oznámení,
- technická zpráva,
- kontrolní záznamy z průběžných kontrol a závěrečné kontroly,
- záznamové médium se všemi ostatními částmi elaborátu se stavem po provedení případných oprav na základě závěrečné kontroly.

### **3. Globální Polohový Systém - GPS (Global Positioning System)**

Global Positioning System je vojenský polohový družicový systém, který se postupně vyvinul z prvního družicového navigačního systému Transit. Ten vybudovalo ministerstvo obrany Spojených států amerických počátkem 60. let 20. století. Navigační systém GPS je již v dnešní době dostupný civilním uživatelům. Je schopný celosvětově poskytovat informace pro určování polohy a navigaci, 24 hodin denně a za jakéhokoliv počasí. Tvoří jej 24 družic obíhajících kolem Země ve výšce přibližně 20200 km. [10] Můžeme se také setkat s názvem NAVSTAR GPS, což je původní název.

#### **3.1 Struktura systému GPS**

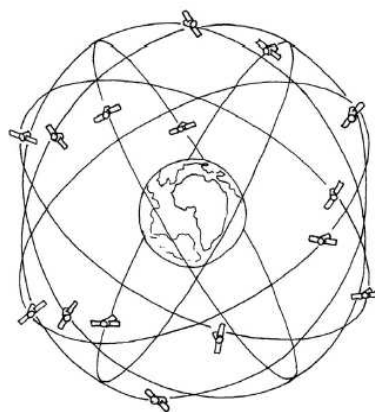
Systém GPS je tvořen 3 základními segmenty:

- kosmický segment
- řídicí segment
- uživatelský segment

Tyto segmenty lze do jisté míry považovat za nezávislé části, které jsou dohromady svázané jen přesným časem, což je základní stavební kámen celého systému.

##### **3.1.1 Kosmický segment**

Kosmický segment dle [10] tvoří soustava umělých družic obíhajících po 6 přesně definovaných oběžných drahách ve výšce 20200 km nad povrchem Země (viz obr. 6). Plnou konstelaci kosmického segmentu tvoří 24 družic, z nichž je 21 navigačních a 3 v aktivní záloze. Kromě toho by měly být na Zemi připraveny další 4 družice v pohotovosti, aby je bylo možné umístit na oběžnou dráhu a uvést do plného provozu během 48 hodin. Doba oběhu družic kolem Země při rychlosti 3,8 km/s je 11 hodin a 58 minut. Konstelace družic na šesti drahách se sklonem 55 stupňů vzhledem k rovníku zajišťuje trvale dostupný signál z minimálně čtyř družic po 24 hodin na kterémkoliv místě na Zemi. Ve většině případů je však v Česku viditelnost 8 družic, v ideálním případě až 12. Družice od vypuštění pracují téměř nepřetržitě, kromě údržby atomových hodin a korekce dráhy letu, které jsou prováděny plánovaně několikrát do roka. Životnost družic je přibližně 10 let.



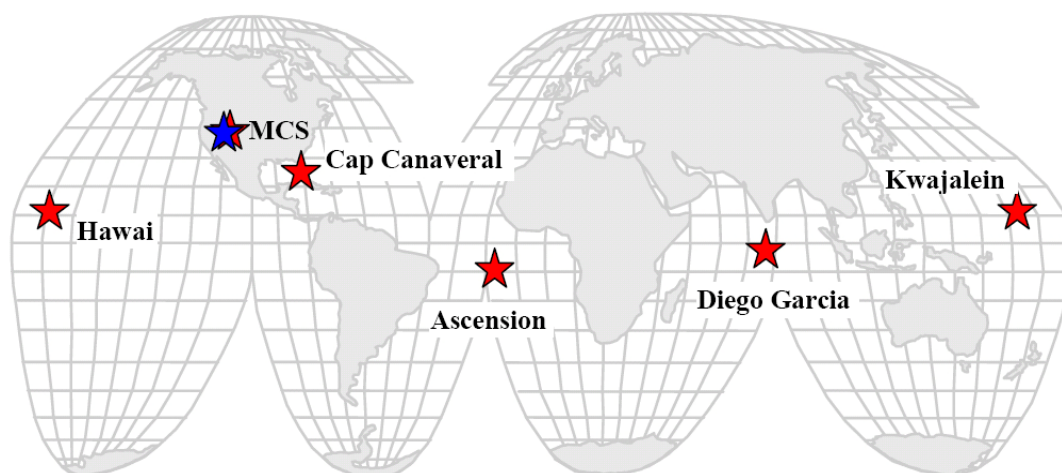
Obr. 6 Kosmický segment [10]

### 3.1.2 Řídicí segment

Řídicí segment tvoří soustava pozemních stanic, které jsou zodpovědné za řízení celého globálního polohového systému. Z uživatelského hlediska je jeho hlavním úkolem aktualizovat údaje obsažené v navigačních zprávách vysílaných jednotlivými družicemi kosmického segmentu. Řídicí segment dle [11] tvoří soustava pěti **pozemních monitorovacích stanic**, umístěných na velkých vojenských základnách americké armády (Hawaj, Kwajalein, Diego Garcí, Ascension a Colorado Springs). V Coloradu na letecké základně Schriver, nacházející se v Colorado Springs, je umístěna i **hlavní řídicí stanice** (anglicky Master Control Station - MCS) (viz obr. 7). Řídicí segment zahrnuje ještě **tři stanice pro komunikaci s družicemi** (anglicky ground antenna), které jsou umístěné na vojenských základnách Kwajalein, Diego Garcí a Ascension. Ty umožňují ovládat družice, vysílat na ně údaje o jejich oběžných drahách, nastavovat hodiny a aktualizovat navigační zprávy. Každá družice může obdržet aktualizované údaje i několikrát denně. V případě poruchy některé ze stanic je možné využívat i středisko Cap Canaveral, sloužící jinak jen pro přípravu družic na vypuštění.

Všechny pozemní monitorovací stanice jsou bezobslužné a řízené dálkově z hlavní řídicí stanice (MCS). Jedná se v podstatě jen o velice přesné GPS přijímače, doplněné o vlastní atomové hodiny. Monitorovací stanice neprovádějí žádné zpracování přijatých dat, pouze určují prosté zdánlivé vzdálenosti k družicím a ty spolu s přijatými navigačními zprávami přenášejí do hlavní řídicí stanice. Zde jsou vypočítány přesné údaje oběžných drah (takzvané efemeridy) a korekce atomových hodin pro jednotlivé družice a přeneseny na stanice pro komunikaci s družicemi, které minimálně jednou denně vysílají efemeridy a údaje o nastavení hodin na jednotlivé družice. Tyto družice

vysílají prostřednictvím radiových signálů efemeridy svých oběžných drah a přesný čas do GPS přijímačů. [12]



Obr. 7 Řídící segment [12]

### 3.1.3 Uživatelský segment

Uživatelský segment se skládá z GPS přijímačů, uživatelů a vyhodnocovacích nástrojů a postupů. GPS přijímače provedou na základě přijatých signálů z družic předběžné výpočty polohy, rychlosti a času. Pro výpočet všech čtyř souřadnic ( $x$ ,  $y$ ,  $z$  a  $t$ ) je zapotřebí přijímat signály alespoň ze čtyř družic. Komunikace probíhá pouze od družic k uživateli, GPS přijímač je tedy pasivní. Jednoduchý přijímač signálu GPS se skládá z antény, předzesilovače, procesoru, časové základny a komunikačního rozhraní. Tyto přijímače jsou dle [12] používány pro navigaci, určování polohy, měřictví, určování přesného času, ale i pro jiné účely jako jsou:

- navigace v třírozměrném prostoru pro letadla, lodě, pozemní vozidla, kosmická tělesa a také v ručním provedení,
- přesné určování polohy, které je možné při použití referenčních přijímačů umístěných na místech o známé poloze. Ty zajišťují získání korekce pro opravu výpočtů z mobilních stanic. Využití je při měřických pracích, vytyčování geodetických sítí, měření spojených s tektonikou litosférických desek a podobně,

- poskytování přesného časového signálu. Speciální GPS přijímače umožňují nastavit přesný čas a případně i přesnou frekvenci pro astronomické observatoře, telekomunikační zařízení či laboratoře všeho druhu.

### 3.2 Souřadnicové systémy GPS

Pro určení polohy pomocí GPS je nutné nejprve stanovit souřadnicový systém, ve kterém se budeme pohybovat a vztahovat jednotlivé výpočty. GPS přijímač poskytuje změřené hodnoty v geografických souřadnicích vztažených k Světovému geodetickému referenčnímu systému WGS 84 a umí je převést do některého běžného kartografického zobrazení. Systém WGS 84 byl vytvořen na základě měření původního vojenského družicového navigačního systému Transit. Jelikož je původní využití tohoto systému ve vojenství, při zpracování dat je kladen spíše důraz na rychlost než na vysokou přesnost. Z tohoto důvodu je použití systému WGS 84 nevhodné pro přesné geodetické práce.

V roce 1987 vytvořila Mezinárodní geodetická asociace subkomisi pro definici Evropského referenčního systému, který bude vhodnější pro přesná geodetická měření. Vznikl tak systém ETRS – 89 (European Terrestrial Reference System 89).

### 3.3 Metody měření

Metody měření můžeme rozdělit do několika základních skupin podle níže uvedených kritérií.

#### 3.3.1 Metody podle měřených veličin

Družicové polohové systémy jsou v podstatě pasivní dálkoměrné systémy, kde přijímač určuje svoji vzdálenost k několika družicím navigačního systému a svoji polohu pak stanovuje protínáním. [12] uvádí tři možné druhy měření pro určení vzdáleností od přijímače, jedná se o:

- kódová měření
- fázová měření
- dopplerovská měření

V praxi se nejčastěji používají kódová a fázová měření, dopplerovské měření se využívá především při stanovování rychlosti pohybu přijímače.



### **a) Kódová měření**

Základním principem tohoto měření je určování vzdáleností mezi družicemi a přijímačem, pomocí dálkoměrných kódů (C/A, P (Y)) vysílaných jednotlivými družicemi. Dálkoměrné kódy jsou zjednodušeně přesné časové značky, umožňující přijímači určit čas, kdy byla odvysílána kterákoliv část signálu vysílaného družicí. Družice tedy vysílá jednotlivé sekvence kódu v přesně stanovené časové okamžiky, díky tomu je možné zjistit čas šíření signálu od družice k přijímači. Z tohoto časového rozdílu lze spočítat jeho vynásobením rychlostí šíření radiových vln takzvanou zdánlivou vzdálenost. Zdánlivou proto, že přijímače jsou vybaveny méně přesnými, krystalem řízenými hodinami oproti družicovým atomovým hodinám. Hodiny přijímače tedy nejsou zcela synchronní se systémovým časem družicového navigačního systému a jsou zatíženy určitou chybou. [12]

### **b) Fázová měření**

Tento způsob měření je založen na odlišném principu než kódová měření. Nejsou používány dálkoměrné kódy, ale vlastní nosné vlny, které jsou velice krátké. Tím umožňují určování vzdáleností mezi družicemi a přijímačem s přesností až na milimetry. Při fázovém měření přijímač počítá počet celých vlnových délek a desetinnou část nosné vlny. Problémem však je, že přijímač je schopen určit jen desetinnou část vlny. Vzniká zde určitá nejednoznačnost počtu celých vlnových délek nosné vlny. Pro určení této nejednoznačnosti bylo však vypracováno mnoho postupů, které zajistí stanovení jak při následném zpracování, tak přímo v reálném čase. Jakmile přijímač určí počet celých vlnových délek, je již schopen průběžně sledovat změny fázového posunu a počtu celých vlnových délek a tím i vlastní polohu. K počáteční hodnotě celých vlnových délek připočítává další vlnové délky, o které se změnila vzdálenost mezi přijímačem a družicí od počátku měření (tento počet může být kladný i záporný). Pokud však dojde k oslabení signálu a následnému přerušení sledování nosné vlny, vznikne fázový skok a přijímač musí začít nový cyklus měření opětovným určením počtu celých vlnových délek. [12]

### **c) Dopplerovská měření**

Družicové polohové systémy mohou pro určování polohy využít i Dopplerův posun, kdy se v důsledku relativního pohybu družice vůči přijímači průběžně mění frekvence

přijímaného signálu. Změřením této frekvenční změny může dojít k výpočtu změny radiální vzdálenosti mezi družicí a přijímačem a následně i polohy přijímače. Tato měření lze sice využít k určení polohy, ale spíše se využívá k určování rychlosti pohybu přijímače. [12]

### 3.3.2 Metody podle doby získání výsledné polohy

Podle doby získání výsledné polohy přijímače můžeme rozlišit dvě metody. První je takzvaná metoda v reálném čase (**real - time processing**), kdy je možno získat výsledky v terénu ihned po dokončení měření. Druhou je metoda s následným zpracováním (**postprocessing**), kdy se měřená data registrují do paměti přístroje a jejich zpracování je provedeno dodatečně mimo terén s použitím příslušného softwaru.

### 3.3.3 Metody podle pohybu přijímače

První metodu měření nazýváme **statickou** (static). Jedná se o způsob měření, v jehož průběhu není přijímač v pohybu. Při této metodě měří alespoň dva přístroje současně po dobu několika hodin až dnů. Jedná se o metodu časově nejnáročnější, která se používá v aplikacích vyžadující nejvyšší přesnost. Klasickou statickou metodou, využívající dlouhé několikahodinové observační doby, lze určovat relativní polohu s milimetrovou přesností na prakticky libovolné vzdálenosti. Používá se při budování polohových základů, sledování tektonických pohybů, deformací nebo v geodynamických sítích. [13]

Můžeme se také setkat s obdobou této metody nazývající se **rychlá statická metoda**. Doba observace je v tomto případě mnohem kratší. Minimální doba měření na jednom bodě je při viditelnosti šesti a více družic osm minut. Je však nutné uvést, že tuto dobu výrazně ovlivňuje skutečnost, zda je nasazen jednofrekvenční či dvoufrekvenční přístroj. [11]

V opačném případě se jedná o **metodu kinematickou** (kinematic), kdy se přijímač během měření pohybuje. Tato metoda je dnes spíše známa pod zkratkou **RTK** neboli kinematická metoda v reálném čase (Real Time Kinematic). Využívá rádiového přenosu korekcí fázových měření od permanentních referenčních stanic k pohybujícímu se přijímači, kde se vyhodnocují. Metoda nachází uplatnění při určování souřadnic bodů podrobných bodových polí a podrobných bodů, především však při vytyčování. Prostorovou polohu získáváme v reálném čase při použití běžného radiomodemu

do vzdálenosti cca 10 km, přičemž se přesnost určení polohy pohybuje na úrovni 20 mm až 5 mm. Dosah metody závisí zejména na dosahu radiomodemu. Pro zvýšení dosahu se používá GSM síť nebo internetu. [13]

Kromě měření vlastní referenční stanice je možné využít připojení na Českou síť permanentních stanic pro určování polohy - CZEPOS. CZEPOS obsahuje 27 permanentních stanic rovnoměrně rozmístěných na celém území České republiky ve vzdálenostech cca 60 km. Každá ze stanic CZEPOS provádí nepřetržitě 24 hodin denně observace GPS, které pravidelně každou vteřinu registruje. Jednotlivé stanice jsou umístěné na budovách katastrálních úřadů resp. pracovišť. CZEPOS lze využít jak pro měření v reálném čase tak pro postprocesní měření. [18]

### **3.4 Přesnost GPS**

Informace o prostorové poloze jsou v dnešní době velmi potřebnou a cennou informací, na kterou jsou kladeny vysoké nároky. V mnoha aplikacích technologie GPS svou rychlostí a možnostmi silně konkuruje klasickým geodetickým metodám. Přesnost měření a výpočtu polohy přijímače však podléhá mnoha vlivům, které mohou způsobovat vznik náhodných chyb. Požadavky na přesnost GPS jsou definovány v takzvaném Federálním radionavigačním plánu (anglicky Federal Radionavigation Plan).

Dle [11] systém poskytuje dvě služby s odlišnou přesností:

#### **a) Služba SPS (Standard Positioning Service)**

Tato služba se standardní přesností je určena pro neautorizované uživatele. Neautorizovanými uživateli jsou všichni ti, jejichž činnost nesměruje ke zvýšení bezpečnosti Spojených států amerických. Služba SPS je založena na využívání civilního C/A-kódu. Přesnost této služby byla do 1. 5. 2000 úmyslně znehodnocována takzvaná selektivní dostupností. SPS dosahuje nyní přesnosti asi 10 m v horizontální rovině.

#### **b) Služba PPS (Precision Positioning Service)**

Jedná se o službu přesného určování polohy určenou pro autorizované uživatele. Těmi jsou armáda USA, armády členských států NATO a někteří další vládou USA vybraní uživatelé. Služba PPS je založena na využití P(Y) kódu. Přesnost je v současné době 5 – 8 m v horizontální rovině.

### 3.5 Faktory ovlivňující přesnost měření GPS

Jak již bylo řečeno, přesnost technologie GPS je ovlivňována celou řadou faktorů. Přesnost polohy určené přijímačem GPS se může snadno pohybovat od 100 m do několika centimetrů. [12] uvádí následující faktory ovlivňující přesnost určování polohy a času pomocí GPS:

#### a) řízení přístupu k signálům z družice

Jelikož byl systém GPS původně vyvíjen jako vojenský, obsahuje určité mechanismy, které mají omezovat přístup neautorizovaným uživatelům. Jedním z nich je takzvaná selektivní dostupnost, kdy jsou do signálu vysílaného z družic záměrně zaváděny proměnlivé chyby. Ty mají za následek zhoršení přesnosti určování polohy, rychlosti i času. Důvodem zavedení selektivní dostupnosti bylo zajištění národní bezpečnosti USA a zabránění zneužití systému GPS například ve válečných konfliktech pro navádění balistických raket. Od 1. května 2000 je selektivní dostupnost deaktivována, protože USA vyvinulo systém, který umožňuje lokální rušení signálu GPS.

#### b) stav družice

Družice může být kdykoliv označena jako nezdravá. Jedná se o stav, kdy probíhá například periodická údržba družice, náprava chybného chování či testovací provoz. Přijímače mají zabudovanou automatickou kontrolu, která jim znemožňuje použití těchto signálů z nezdravých družic.

#### c) rozsah přesnosti měření

Jedná se o statistický údaj týkající se predikce přesnosti měření s využitím konkrétních družic.

#### d) poměr signál/šum

Tento poměr vypovídá o míře obsahu užitečných informací v signálu a jeho šumu. Pokles tohoto poměru poukazuje na ztrátu užitečných informací v šumu a tím i snížení přesnosti měření. Signály z družic jsou relativně slabé a jejich další oslabování může být způsobeno například průchodem korunami stromů nebo nízkou polohou družic nad horizontem.

#### e) vícecestné šíření signálu

Příjem signálu z družic může být výrazně snižován odrazy signálů od okolních povrchů s vysokou odrazivostí. Může se jednat například o kovové či skleněné objekty, vodní plochy, vozidla a podobně. Anténa přijímače tak přijímá odražené signály, které jsou opožděné a tím dochází k chybnému výpočtu zdánlivé vzdálenosti mezi přijímačem a družicí. Vzniklá chyba se může pohybovat řádově v metrech. Lze ji výrazně eliminovat vhodně polarizovanou anténou či nastavením elevační masky a tím vyřazením družic letících nízko nad obzorem.

#### f) počet viditelných družic a jejich geometrické uspořádání

Pro určení všech souřadnic musí mít přijímač dostupný signál alespoň ze čtyř družic. Pro získání přesnějších výsledků je však výhodnější použít měření s pěti a více družicemi.

Dalším velmi důležitým parametrem ovlivňujícím přesnost určování polohy je geometrické uspořádání družic. Pokud jsou družice natěsnány v relativně malé oblasti, získané výsledky jsou výrazně horší, než když se družice nacházejí v maximální vzdálenosti od sebe. Za ideální uspořádání družic lze považovat stav, kdy je jedna v nadhlavníku a zbylé tři 15-20 ° nad obzorem, 120 ° od sebe. Kvalitu geometrického uspořádání lze matematicky ohodnotit dle parametru nazvaného snížení přesnosti (anglicky Dilution of Precision - DOP). Na základě této hodnoty lze předpovědět přesnost poloh určených s tímto uspořádáním. Nižší hodnota DOP znamená určování polohy a času s vyšší přesností, vyšší pak nedostatečnou přesnost a nevhodné uspořádání družic. Druhů DOP je několik. Každý ovlivňuje jiný parametr:

- RDOP – relativní chyba polohy
- HDOP – horizontální měření
- VDOP – vertikální měření
- PDOP – horizontální a vertikální měření
- TDOP – posun hodin

Nejčastěji používaným indikátorem je PDOP. [12] uvádí, že pro praktická měření hodnota PDOP 4 a menší znamená vhodné uspořádání a zaručuje přesné určování polohy. Při hodnotě PDOP 4 a vyšší je uspořádání ještě akceptovatelné, ale poloha musí být ověřena jinou technologií nebo opakovaným měřením. Hodnota

vyšší než 7 znamená chybné uspořádání a dané výsledky nelze použít pro určení polohy přijímače.

#### **g) typ přijímače**

Dnes existuje velké množství typů přijímačů, využívaných v mnoha odvětvích lidské činnosti. Dle způsobu využití můžeme přijímače rozdělit například na přijímače pro kosmickou, leteckou, lodní navigaci, přijímače pro mapování a měřické práce, přijímače přesného času a podobně. Jiné rozdělení je dle použitého principu měření na fázové a kódové. Poslední základní rozdělení přijímačů je dle počtu vstupních kanálů neboli schopnosti sledovat současně více družic. Obecně platí, že čím vyšší počet kanálů pro sledování družic, tím je přijímač schopný nepřetržitě určovat svou polohu i za zhoršujících se podmínek (například pohyb velkou rychlostí v členitém či zalesněném terénu, měření v autě či letadle).

#### **h) pečlivost přípravy plánu měření, způsob měření a vyhodnocování**

Základním předpokladem úspěšného měření je jeho důkladná příprava, zjištění přibližné polohy družic nad danou oblastí v předpokládaném čase měření, přizpůsobení měření charakteru terénu či odhad potřebné doby pro provedení měřických prací.

#### **i) přesnost určení parametrů drah satelitů**

Aktuální parametry drah satelitů neboli efemeridy, jsou přijímány s každou navigační zprávou. Protože se pohybují na stabilních elipsových drahách ve velké vzdálenosti od Země, jsou tyto dráhy dobře matematicky definovatelné. Přesnost určení efemerid je zajištěna obsluhou řídicího segmentu GPS a uživatel ji nijak neovlivní.

#### **j) přesnost hodin na družicích a přijímači**

#### **k) vliv prostředí, ve kterém se signál šíří, zejména vliv ionosféry a troposféry**

Ionosféra, která se nachází v rozmezí 50-500 km nad zemským povrchem, obsahuje volné elektrony a ionty, které způsobují lom radiového signálu a tím dochází k jeho zpoždování. Stav ionosféry je proměnlivý dle aktivity Slunce, meteorologických vlivů, ročních období či fází dne. Analýzou signálů na různých kmitočtech lze tuto chybu eliminovat. Podobné vlivy se vyskytují i v troposféře nacházející se 0 – 15 km nad zemským povrchem.

### **3.6 Výhody užití metody GPS v měřictví**

- není požadována přímá viditelnost dalších bodů polohového pole,
- měření je nezávislé na počasí, denní a roční době,
- nejsme vázáni na žádné existující geodetické sítě,
- neustálý provoz,
- ekonomické výhody, vyšší efektivnost a rychlost měření,
- snadné dosažení vysoké přesnosti,
- trojrozměrné měření.

### **3.7 Nevýhody užití metody GPS v měřictví**

- nutné plánování měření,
- nutná přímá viditelnost oblohy bez překážek,
- nutný přepočít do národních referenčních systémů,
- přesnost měření je často vyšší než přesnost existujících zaměřených bodů,
- vyšší vstupní náklady, potřeba nových znalostí a zkušeností.

## 4. Cíl práce

Jak již bylo zmíněno v úvodu, hlavním cílem této práce je navržení a vybudování podrobného polohového bodového pole metodou geodetickou a metodou GPS v okolí dolního toku Ostřice nacházející se mezi obcemi Horní Planá, Hodňov a Žlábek v katastrálním území Horní Planá. K tomu je třeba důkladné seznámení s použitými metodami a přístrojovým vybavením.

Podrobné polohové bodové pole bylo budováno jako geodetický základ pro navazující měřické činnosti prováděné v této lokalitě.

Dílčí cíle práce jsou:

- stabilizace bodů PPBP a jejich zaměření,
- vytvoření místopisů s polohovými údaji usnadňující zpětné nalezení bodů v terénu,
- zpracování naměřených hodnot v příslušném geodetickém softwaru,
- vyhodnocení přesnosti,
- porovnání metody geodetické s metodou GPS,
- vyhotovení potřebných grafických příloh.



## 5. Metodika

### Přípravné práce

Před zahájením veškerých prací je nutné shromáždit dostupné podklady a informace potřebné pro další navazující etapy. Ty lze nejspíše získat z internetové databáze bodových polí provozované Zeměměřickým úřadem a na příslušném katastrálním úřadě.

Po zpracování mapových podkladů následuje rekognoskace terénu. Všechny požadované body se vyhledají a zjistí se jejich aktuální stav. Předmětem kontroly je zejména ověření souladu s geodetickými údaji a neporušenost stabilizace bodů. Na základě zjištěného stavu se vypracuje Ohlášení závad a změn.

Při návrhu nových bodů PPBP je třeba dbát na jejich ochranu a využití jako geodetický základ pro navazující měřické činnosti v této lokalitě, zejména pro připojení dalších podrobných měření. Stabilizace bodů byla provedena v souladu s vyhláškou č. 26/2007 Sb. Po stabilizaci se ke každému bodu vyhotoví geodetické údaje.

### Měřické práce

Zaměření nových bodů metodou geodetickou se po zvolení vhodných oboustranně připojených a oboustranně orientovaných polygonových pořadů provede totální stanicí Leica TC407 s využitím trojpodstavcové metody. Pro zaměření zvolených bodů metodou GPS a tvorbu lokálního transformačního klíče se použije aparatura Trimble 4600LS a rychlá statická metoda s postprocesním zpracováním.

### Výpočetní práce

Výpočet souřadnic bodů zaměřovaných metodou geodetickou se provede v softwaru Kokeš 7.03, pro postprocesní zpracování dat získaných metodou GPS se použije výrobcem dodávaný software TGOOffice 1.63. Přesnost zaměřených bodů musí odpovídat bodu 12.9. přílohy vyhlášky č. 26/2007 Sb., a to střední souřadnicové odchylce  $m_{xy} = 0,06$  m. Ze získaných výsledků se porovnájí obě metody a zhodnotí se jejich využití pro danou lokalitu.

V závěrečné fázi se vypracují grafické výstupy v softwaru Microstation 95 Academic Edition.

## 6. Přípravné práce

### 6.1 Charakteristika lokality

Zaměřovaná lokalita se nachází v povodí toku Ostřice, jehož poloha a příslušnost je:

- kraj Jihočeský
- okres Český Krumlov
- obec Horní Planá
- katastrální území: Horní Planá
- číslo katastrálního území: 643700
- hydrologické číslo: 01 – 06 – 01 – 080
- geografický řád vodního toku: III

Povodí Ostřice o rozloze 9,82 km<sup>2</sup> se nachází na Českokrumlovské vrchovině, která tvoří jihovýchodní část Šumavského podhůří. Délka toku je 5,3 km, nadmořská výška prameniště je 830 m.n.m. a ústí 725 m.n.m. Celé povodí je z 30% odvodněno a z 30% zalesněno. Dle [14] spadá jihozápadní část povodí do mírně teplého okrsku MT 3 a zbytek území do chladného okrsku CH 7. Převažuje západní směr proudění větru. Převážná část zaměřovaného území patří dle [15] mezi květnaté bučiny. Část území východně od obce Hory a pobřeží Lipna náleží k podmáčeným smrčínám.

### 6.2 Popis zájmového území

Řešená lokalita se nachází mezi obcemi Horní Planá, Hodňov a Žlábek nedaleko vodní nádrže Lipno. Toto velmi členité území tvoří louky a pastviny doplněné lesnatým porostem. V zaměřovaném území se vyskytují dva nově vybudované rybníky, které byly dokončeny v rámci revitalizace toku v roce 2004. Rovněž bylo obnoveno přirozené meandrování původně napřímeného a opevněného toku Ostřice. Celé území je odvodňováno drenážním systémem. Uživatel pozemků, na nichž jsem prováděl měřické práce, je AGRO Šumava s. r.o. Horní Planá, který zde chová celoročně krávy. Pastviny vymezené elektrickým ohradníkem se sečou vždy na jaře. Na podzim se přesekávají nedopasky, které se nechávají na pastvině jako mulč. Travní drn se neobnovuje, nedosívá, ani nehnojí umělými hnojivy. Zbylé louky jsou sečeny 2 x do roka. Tráva je poté balíkována buď jako seno, nebo jako senáž. Pro úplnost jsem do přílohy č. 1 zařadil několik fotografií zájmové lokality.

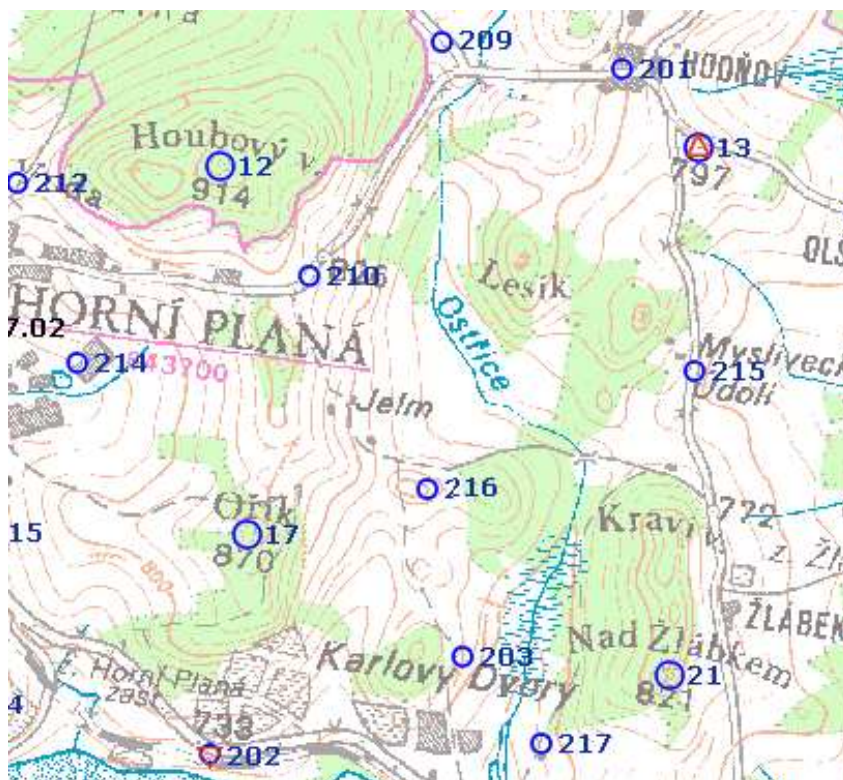
### 6.3 Shromáždění potřebných podkladů

Před zahájením veškerých prací jsem si shromáždil a důkladně prostudoval potřebné podklady pro navržení, vybudování a následné zaměření nových bodů PPBP. Kompletní geodetické údaje o bodech polohového bodového pole jsem vyhledal podle přehledky triangulačních listů v internetové databázi bodových polí provozované Zeměměřickým úřadem. Podrobné grafické vyhledávání poukázalo na neexistenci sítě bodů PPBP v zájmové lokalitě. Geodetické údaje o použitých bodech jsou zařazeny v příloze č. 10. Jejich přehledný seznam je uveden v tab. 5. Graficky jsou znázorněné na obr. 8.

Pro tvorbu přehledného náčrtu v měřítku 1: 10 000 jsem použil kopii mapy ZM10, do níž jsem barevně vyznačil stávající trigonometrické a zhušťovací body. Tento náčrt jsem dále používal jako podklad pro zakreslení nově vybudovaných a zaměřených bodů. Kopie mapy ZM10 s ručním zákresem polohy bodů PPBP je zařazena v přebalu diplomové práce jako příloha č. 1.

Číslo bodu	Souřadnice Y	Souřadnice X	Bpv.	Druh
000940190130	787437,61	1183615,43	796,80	TB
000940192090	788675,53	1183095,57	815,05	ZhB
000940192091	788756,44	1183002,50	820,17	OB1
000940192100	789320,05	1184225,76	833,76	ZhB
000940192150	787461,16	1184696,10	754,03	ZhB
000940192170	788200,01	1186504,85	741,40	ZhB
000940192160	788752,34	1185258,43	793,90	ZhB

Tab. 5 Seznam použitých bodů



- ③ 3 Trigonometrický bod s určenými geocentrickými souřadnicemi (ETRS -89)
- 17 Trigonometrický bod
- 216 Zhušřovací bod

Obr. 8 Mapa s přehledem použitých bodů [8]

Další součástí přípravy bylo projednání a vyznačení zaměřované lokality do mapy, předběžný návrh vybudování sítě bodů PPBP a průběhu polygonových pořadů. Již z mapy bylo patrné, že bude nutné body navrhovat podél lesního porostu, který obklopuje tamní pastviny a louky. Před samotnou rekognoskací jsem si zajistil spolu s měřicími přístroji další potřebné vybavení, které mi poskytla Katedra pozemkových úprav Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity. Jednalo se o dva odrazné hranoly, dvě třínožky, plastové mezníky s ocelovou trubkou a trny, ocelové trubky a dřevěné kolíky, mačetu, dvojici vysílaček, červený signalizační sprej a kladivo.

#### 6.4 Rekognoskace území

Důkladná rekognoskace celého území je základem k úspěšnému a bezproblémovému návrhu nových bodů. Nejprve jsem s pomocí kopie mapy ZM10 a geodetických údajů vyhledal všechny potřebné zhušřovací a trigonometrické body v okolí zájmové lokality,

zkontroloval vodorovnost hlavy kamene a stav stabilizace, zda nedošlo k jejímu poškození nebo ke změně polohy bodu. Vyhledání potřebných bodů uvedených v tab. 5 proběhlo bez problémů. Všechny body byly nalezeny. Jejich poloha byla totožná s místopisy. Jedinou závadu jsem shledal u TB č. 13, kde byla vyvrácena ochranná tyč s výstražným nápisem.

Poté jsem důkladně zrekognoskoval zbylou zájmovou plochu. Při prvotním průzkumu bylo jasné, že rekognoskaci a následný průběh měření, zejména pak přesun mezi jednotlivými stanovišti, bude komplikovat několik faktorů. Velká část zaměřovaného území, především střední a jižní, byla protkána sítí funkčních elektrických ohradníků, které dělily pastvinu na několik částí. U drenážního systému bylo možno pozorovat jeho částečnou lokální nefunkčnost, která způsobovala výskyt pramenných vývěr na několika místech pastviny a tím její silné podmáčení. Tyto uvedené problémy jsou zřetelné na fotografiích v příloze č. 1.

V průběhu rekognoskace jsem zjistil jeden zásadní rozpor. V zájmové lokalitě byly v rámci revitalizace vodního toku Ostřice nově vybudovány dva rybníky, které nebyly zobrazeny na žádných mapových podkladech. Jejich přibližnou polohu jsem zakreslil do přehledného náčrtu.

Na základě výsledků rekognoskace jsem vypracoval „Oznámení závad a změn na bodech ZPBP“ a „Oznámení závad a změn na ZhB a bodech PPBP“, která jsou řazena jako příloha č. 2 a 3.

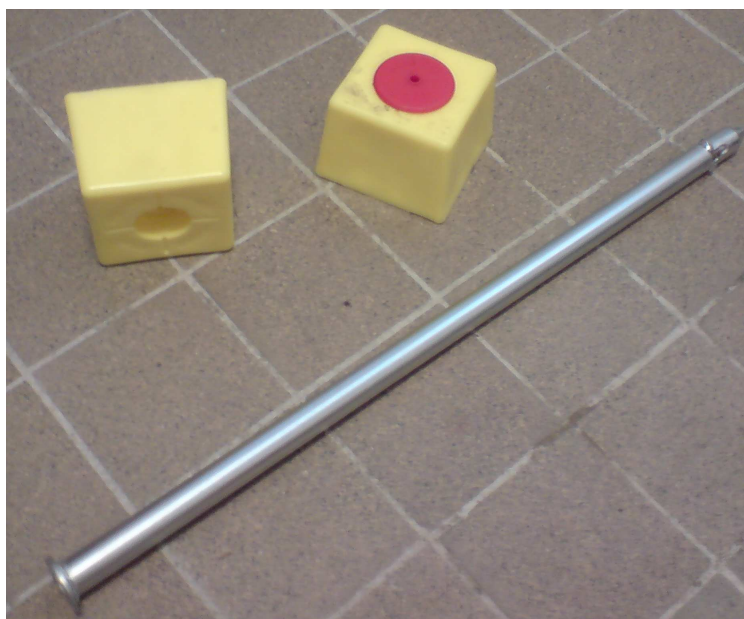
## **6.5 Návrh a stabilizace nových bodů PPBP**

Při volbě polohy nových bodů jsem dbal hlavně na to, aby byly umístěny účelně. Důležité bylo navrhovat body tak, aby byly využitelné pro připojení podrobného měření a aby byly vyhledatelné i v budoucnosti. Jelikož se jedná o poměrně členitý a zemědělsky využívaný terén s narušenou drenáží, body jsem umisťoval na chráněná místa s dobrým rozhledem, která nejsou ohrožena zemědělskou technikou ani početným stádem krav obývajících po celý rok střední a jižní část zájmové lokality. Nejčastěji se jednalo o přechodové části mezi lesním porostem a loukou, hráze obou rybníků či blízké okolí toku Ostřice. Při stabilizaci byl rovněž kladen důraz na zaměření co nejvíce bodů metodou GPS, což znamenalo minimalizovat zastínění bodů lesním porostem.

Po nalezení a ověření stavu všech bodů uvedených v tab. 5 jsem začal směrem na jih od zhušťovacího bodu č. 209 stabilizovat nové body PPBP. Pro trvalou stabilizaci bodů

jsem použil mezníky opatřené trny proti vytažení s plastovou hlavou o rozměrech 90 x 90 x 60 mm, délkou ocelové trubky 600 mm a šířkou 30 mm (viz obr. 9). Pro dočasnou stabilizaci jsem zvolil samotnou ocelovou trubku délky 400 mm a šířky 30 mm. Plastové mezníky jsem zatloukal, dokud spodní hrana barevné hlavy nedosáhla úrovně terénu (viz obr. 10). Body jsem navrhoval tak, aby z každého bylo možné orientovat přístroj alespoň na jeden z dalších bodů PPBP, trigonometrický, zhušťovací nebo zajišťovací bod. Pro snadnější vyhledání jsem v jejich blízkosti vždy zatloukl pomocný dřevěný kolík označený červenou barvou a okolní stromy a další předměty trvalého rázu označil červenými šipkami směřujícími k bodu.

Po stabilizaci každého bodu jsem vyhotovil geodetické údaje, jejichž součástí je i místopisný náčrt sloužící pro snadné nalezení či případnou rekonstrukci bodu. Pro tvorbu místopisného náčrtu jsem na každém nově zřízeném bodě změřil pásmem délky na alespoň dvě vyhledávací míry vztahované k blízkým trvalým předmětům nebo staničení a kolmice. Nejčastěji se jednalo o míry vztahované ke stromům, skružím, břehům vodního toku nebo hranicím lesa. Každý náčrt jsem pomocí kompasu orientoval k severu. Postupně jsem zřídil 14 nových bodů PPBP stabilizovaných plastovými mezníky a 4 body dočasně stabilizované ocelovou trubkou. Geodetické údaje těchto bodů jsou řazeny v příloze č. 11, graficky jsou znázorněny v kopii mapy ZM10 řazené v příloze č. 1 přebalu diplomové práce. Tyto body by měly dále sloužit pro další měřické práce prováděné v této lokalitě.



*Obr. 9* Použité plastové mezníky



*Obr. 10* Zatlučený mezník s plastovou hlavou

Problém s viditelností mezi jednotlivými body nastal podél toku Ostřice v poměrně svažité střední části zájmového území. Nacházel se zde hustý porost tvořený vzrostlými náletovými dřevinami a travinami. Body zde musely být navrhovány s velikou pečlivostí a s ohledem na to, že v průběhu několika týdnů dojde k výraznému vzrůstu a zhuštění okolního porostu.

Patrně jako pozůstatek revitalizace toku dokončené v roce 2004 byly nalezeny dva zachovalé plastové mezníky podél části potoka vytékajícího ze severního rybníka. Jelikož jejich stabilizace byla neporušená, převzal jsem tyto body a označil je novým číslem 512 a 513.

Vzhledem k rozsáhlosti území a počtu stabilizovaných bodů byly vytvořeny celkem tři oboustranně připojené a oboustranně orientované polygonové pořady. Předmětem této diplomové práce bylo polohové zaměření pouze dvou polygonových pořadů (označené č. 1 a č. 2). Ucelený přehled bodů PPBP (černě), pomocných bodů (šedě) a jimi tvořené polygonové pořady jsou seřazeny v tabulce 6.

Polygonový pořad č. 1	Polygonový pořad č. 2
216	210
509	4005
4001	4004
510	514
511	515
512	516
513	517
514	4002
4004	518
4005	504
210	503
	502
	501
	209

*Tab. 6* Přehled bodů tvořící jednotlivé polygonové pořady



## 7. Měřické práce

### 7.1 Použité měřicí přístroje

K zaměření všech bodů PPBP metodou geodetickou jsem zvolil elektronickou totální stanicí Leica TC407 se softwarovou verzí 213.2520 v kombinaci s kovovým stativem stejného výrobce (viz obr. 11). Totální stanicí je označována kombinace elektronického teodolitu a elektronického dálkoměru se vzájemným přenosem dat. Vysílané elektromagnetické vlny se odráží od odrazného hranolu zpět k přístroji. Vzdálenost je určena dle doby, za jakou se vrátí odražený elektromagnetický signál od zrcadla. Tato elektronická totální stanice je vybavena velkým osvětleným displejem, klávesnicí, rozsáhlou pamětí, množstvím aplikačních programů (měření, volné stanovisko, plochy, oměrné, nepřístupná výška, přenos výšek, referenční přímka), laserovou libelou, dále je opatřena automatickým dvouosým vertikálním kompenzátorem a odnímatelnou třínožkou. Dle [16] je standardní odchylka při měření úhlů 20cc, pro měření vzdáleností pak  $\pm 2\text{mm} + 2\text{ppm}$ . Dosah dálkoměru na jeden hranol je 3000 m. Zvětšení dalekohledu je 30-ti násobné. Celý přístroj je napájen pomocí Li-Ion baterie.

Pro měření metodou GPS jsem užil dvě měřicí GPS aparatury Trimble 4600LS s výrobními čísly 0220143851 a 0220143852 usazené na dřevěném stativu stejného výrobce (viz obr. 12). Přístroj může být napájen tužkovými bateriemi, nebo externí Li-Ion baterií. Tyto 12-ti kanálové přijímače mají integrovanou GPS anténu umožňující přesné a spolehlivé jednofrekvenční měření i za nepříznivých observačních podmínek. Celé zařízení je umístěné ve velmi odolném pouzdře vážícím 1,7 kg. Oba přijímače jsou ovládány pouze jedním tlačítkem umožňující vypnutí a zapnutí. Po zapnutí můžeme na přístroji kontrolovat tři LED indikátory. Červená dioda signalizuje zapnutí přístroje, zelená pak stav baterií. Blikající zelená dioda varuje před vybitou baterií, kterou je nutné přibližně do 30 minut vyměnit, jinak dojde k vypnutí přístroje a přerušení měření. Poslední žlutá dioda zobrazuje informace o průběhu měření. Pokud po spuštění začne během několika vteřin blikat pomalu, přijímá signál ze čtyř a více satelitů. Rychlé blikání naopak znamená příjem signálu jen ze tří a méně satelitů. Spolu s přístrojem je dodávána dvojice speciálně upravených výškových měřidel, s nimiž je nutné na každém stanovisku změřit vzdálenost mezi závěsným háčkem přijímače a měřickou značkou. Tato výška je pak v dodávaném softwaru přepočtena na vertikální výšku fázového centra antény.

Veškerá naměřená data jsou ukládána do interní paměti. Pro následné zpracování dat jsem použil výrobcem dodávaný licencovaný software Trimble Geomatics Office. Dle [17] je horizontální přesnost tohoto přístroje  $\pm 1\text{cm} + 1\text{ppm}$  a vertikální  $\pm 2\text{cm} + 1\text{ppm}$ . Přístroj může být použit pro metodu statickou, rychlou statickou i kinematickou.



Obr. 11 Totální stanice Leica TC407



Obr. 12 GPS stanice Trimble 4600LS

## 7.2 Zaměření stabilizovaných bodů PPBP metodou geodetickou

V zájmovém území jsem totální stanicí Leica TC407 polohově zaměřil celkem dva oboustranně připojené a oboustranně orientované polygonové pořady použitím trojpodstavcové soupravy. Na každý bod jsem měřil vodorovný směr ve dvou polohách dalekohledu a vodorovnou délku měřenou vždy dvakrát (tam a zpět). Orientace obou pořadů jsem provedl směrovým připojením z koncových bodů pořadů na body ZhB.

Na stanovisku jsem vždy postavil stativ, upevnil třínožku s přístrojem, provedl centraci pomocí optického centrovače, hrubou horizontaci nejprve krabicové libely a následně dohorizontování elektronické libely za pomoci stavěcích šroubů. Po prvním spuštění jsem založil v přístroji nový projekt a provedl jeho nastavení. Zadal jsem zejména teplotu vzduchu a nadmořskou výšku počátečního bodu. Naměřené vzdálenosti tak byly automaticky opravovány o fyzikální redukce (z teploty vzduchu), o matematické

redukce (z nadmořské výšky). Registrované vzdálenosti již nebylo nutné dále upravovat. Na sousedních vrcholech byly vždy postaveny zcentrované a zhorizontované stativy s odraznými hranoly (viz obr. 13).

Po ověření všech položek nastavení jsem začal s vlastním měřením. Na odrazný hranol umístěný na počátečním či jiném předchozím bodě polygonového pořadu (záměra vzad) jsem zacílil a zaměřil vodorovný úhel a délku. Poté jsem pravotočivým pohybem zacílil na následující bod polygonového pořadu (záměra vpřed) a opět zaměřil vodorovný úhel a délku. Dalekohled jsem pak proložil do druhé polohy a měření opakoval.

Po ukončení měření jsem totální stanici vyjmul z třínožky a přesunul na následující bod polygonového pořadu místo odrazného hranolu. Stejně tak byly přesunuty i odrazné hranoly a v měření se pokračovalo. Pro měření jsem tedy použil trojpodstavcovou metodu. Její smysl je v možnosti využití již zhorizontované a zcentrované třínožky jak pro přístroj, tak odrazný hranol. Hlavní výhodou této metody je méně přestaveb a tedy úspora času.

Po každém měření jsem ihned provedl zápis naměřených vodorovných úhlů, délek, čísel stanovisek a měřených bodů polygonového pořadu do zápisníku úhlového a délkového měření (viz příloha č. 4 a 5 přebalu diplomové práce).



*Obr. 13* Stativ s odrazným hranolem (ZhB 210)

### **7.3 Zaměření stabilizovaných bodů PPBP metodou GPS**

Na bodech, které jsem si zvolil pro zaměření metodou GPS, bylo nutné zajistit kvalitní příjem signálu. Vzhledem k charakteru lokality a jejímu zemědělskému využití

jsem zvolil celkem 9 bodů PPBP, na kterých byly vhodné stanovištní podmínky, zejména pak minimální zastínění porostem. Zaměření bylo provedeno rychlou statickou metodou. Pro určení lokálního transformačního klíče s následným postprocesním výpočtem jsem zvolil zhušťovací body č. 209, 210, 215 a trigonometrický bod č. 13 o známých souřadnicích ETRS-89. Na posledním jmenovaném bodě byl umístěn jeden přijímač jako referenční stanice získávající korekce pro potřeby opravy měření druhého přijímače. Tyto body splňují podmínku, dle které nesmí jejich průměrná vzdálenost překročit 5 km a všechny dále určované body musí ležet uvnitř obvodového polygonu tvořeného těmito připojovacími body.

Nejprve jsem na TB č. 13 provedl centraci, hrubou horizontaci a změření výšky přístroje. Přístroj zde sloužil jako referenční stanice a byl zapnutý po celou dobu měření ostatních bodů. Spolu s přístrojem jsem zde nechal i svého figuranta, aby průběžně kontroloval stav baterií přístroje, příjem signálu a chránil ho před odcizením. Poté jsem s druhým přístrojem postupně zaměřoval v libovolném pořadí všechny zvolené body PPBP č. 509, 510, 512, 513, 514, 515, 516, 517 a 518 včetně ZhB č. 209, 210, 215. Vždy na každém měřeném bodě jsem provedl centraci, horizontaci a změření výšky přístroje. Poté jsem přístroj spustil, provedl kontrolu LED diod a vyčkal do konce měření. Doba observace na jednom bodě trvala převážně základních 20 minut. Komplikace se vyskytly na bodech č. 509, 516 a 518. Zde přístroj prodloužil základní dobu měření o další pětiminutové intervaly z důvodu zhoršených podmínek, které mohly být způsobené blízkostí lesního porostu a tím snížením počtu viditelných družic. Body 518 a 516 byly po přidání dvou pětiminutových intervalů úspěšně doměřeny. Na bodě 509 však přístroj neustále prodlužoval měření o další intervaly, a proto jsem po 40 minutách přístroj vypnul a přesunul se na další stanoviště. Bod č. 509 byl pak ve výpočetním softwaru označen jako „float“, neboli chybně změřený. Při každém měření jsem provedl zápis čísla bodu, naměřené výšky přístroje a čas jeho spuštění.

Jelikož bylo zaměřováno větší množství bodů, z nichž některé byly součástí jiné diplomové práce, byla provedena celkem dvě samostatná měření. Pro tvorbu transformačního klíče byly použity vždy stejné ZhB č. 209, 210, 215 a TB č. 13.

## 8. Výpočetní práce a tvorba výstupů

Výpočetní práce jsem rozdělil na dvě základní části. Nejprve jsem zpracoval měření stabilizovaných bodů PPBP metodou geodetickou. Pro veškeré výpočty jsem použil geodetický software KOKEŠ verze 7.03 (využívající hardwarový klíč), který v sobě zahrnuje výkonný editor rozsáhlých geografických dat uložených ve výkresech či nejrůznějších rastrových podkladech a geodetických údajů o bodech uložených v seznamech souřadnic. KOKEŠ obsahuje moduly pro zpracování měření z terénu, geodetické a konstrukční výpočty, nástroje na kontroly, topologické úpravy dat a další. Je vhodný pro všechny běžné geodetické práce a pro tvorbu a údržbu mapových děl. Všechny operace a výpočty odpovídají požadavkům katastrálních úřadů.

Ve druhé části jsem zpracoval měření stabilizovaných bodů PPBP metodou GPS pomocí softwaru Trimble Geomatics Office verze 1.63 Build 10 (sériové číslo 0030006815), který umožňuje vyrovnání geodetických sítí, transformace do S-JTSK, kalibraci na identické body, plánování měření, tvorbu digitálních modelů terénu, liniové stavitelství, import a export do CAD/GIS apod.

Výsledkem těchto prací jsou vypočítané souřadnice jednotlivých bodů PPBP. Rozdílné hodnoty ve výpočtech jsou uvedeny a porovnány v kapitole 8.3.

Přesnost zaměřených bodů odpovídá požadované přesnosti  $m_{xy} = 0,06$  m dle bodu 12.9. přílohy vyhlášky č. 26/2007 Sb.

### 8.1 Výpočet souřadnic stabilizovaných bodů PPBP metodou geodetickou

Po spuštění softwaru KOKEŠ jsem nejprve provedl kontrolu nastavení výpočtů, měření a použitých jednotek. Poté jsem si založil nový seznam souřadnic ve formátu \*.ss. Pomocí funkce „vstup bodů“ jsem do programu vložil všechny body o známých souřadnicích. Byly to body č. 209, 209.1, 210, 216 a 217 zadávané ve tvaru „čb\_yyyyyy.yy\_xxxxxx.xx“.

Po vložení souřadnic známých bodů jsem provedl výpočet přípojovacích směrniců na počátečním a koncovém bodě pomocí modulu „Vztah bod - bod“ a dané hodnoty zkopíroval do pomocného textového souboru pro pozdější použití.

Z hlavní nabídky jsem spustil modul pro výpočet polygonového pořadu (viz obr. 14). Zde jsem nastavil polygonový pořad oboustranně orientovaný a oboustranně připojený a MNČ (metodu nejmenších čtverců) pro vyrovnání. Následně jsem vložil vypočítané přípojovací směrníky z předchozího kroku a souřadnice počátečního a koncového bodu

daného polygonového pořadu, které jsem označil jako ZhB. Nakonec jsem do tabulky vložil čísla zaměřených bodů, vodorovné délky a úhly. Stisknutím tlačítka „Výpočet“ proběhlo dopočítání polygonového pořadu. Stejný postup jsem použil i pro výpočet polygonového pořadu č.2. Protokoly o výpočtech a nové souřadnice bodů PPBP jsem pomocí editoru záznamu uložil do textových souborů, jejichž tištěná forma je zařazena v příloze pod číslem 4 a 5.

The screenshot shows a software window titled "Polygonový pořad". It contains several input fields and a table of data. The table has columns for vertex number (CB), angle (úhel), opposite angle (op-úhel), side length (v.délka), opposite side length (op-délka), Y coordinate, and X coordinate. The table lists 10 vertices. Below the table, there are fields for start and end points, and various closure parameters like "souřad. uzávěry", "úhlový uzávěr", and "mezní". At the bottom, there are buttons for "OK", "Esc", "Výpočet", "Plg. ze záz.", "Plg. ze soub.", "Plg. do soub.", "Zruš vše", and "Help".

	CB	úhel	op-úhel	v.délka	op-délka	Y	X
1	067000004005	279.9360	-0.00035	166.60	0.00	789206.12	1184104.20
2	067000004004	289.7885	-0.00020	470.33	0.00	788815.98	1184366.87
3	06700000514	170.2080	0.00047	85.13	0.00	788731.51	1184377.45
4	06700000515	87.8180	0.00057	80.23	0.00	788736.86	1184297.40
5	06700000516	218.5325	0.00050	72.66	0.00	788720.69	1184226.56
6	06700000517	188.8025	0.00046	95.69	0.00	788716.06	1184130.98
7	067000004002	212.8585	0.00039	140.41	0.00	788681.25	1183994.95
8	06700000518	187.0930	0.00032	102.65	0.00	788676.35	1183892.41
9	06700000504	204.0340	0.00024	115.82	0.00	788663.51	1183777.31
10	06700000503	230.7850	0.00017	298.84	0.00	788496.08	1183529.77

Obr. 14 Výpočet polygonového pořadu

Předmětem této diplomové práce bylo tedy polohové zaměření následujících dvou polygonových pořadů:

### Polygonový pořad č.1:

1. Začátek pořadu je na zhušťovacím bodě č. 000940192160 s orientací na zhušťovací bod č. 000940192170
2. Polygonový pořad je ukončen na zhušťovacím bodě č. 000940192100 s orientací na zhušťovací bod č. 000940192160
3. Tento pořad se skládá z 9 vrcholů

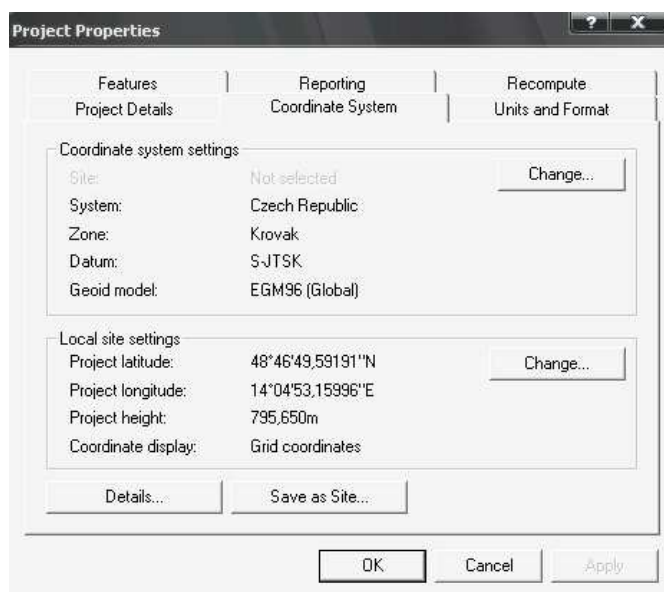
4. Byly zaměřeny následující polygonové body:
  - 509, 4001, 510, 511, 512, 513, 514, 4004, 4005 (body 4001, 4004, 4005 stabilizované ocelovou trubkou, ostatní pomocí plastového mezníku)
5. Celková délka tohoto polygonového pořadu je 1790.01 m
6. Úhlový uzávěr -0.00260, mezní 0.00688
7. Souřadnicové uzávěry  $O_y = 0.06$ , mezní= 0.09  
 $O_x = 0.05$ , mezní= 0.09
8. Polohový uzávěr 0.07, mezní 0.12
9. Polygon vyrovnán MNČ
10. Zápisník úhlového a délkového měření tohoto polygonového pořadu se nachází v přebalu diplomové práce pod číslem 4.

### **Polygonový pořad č.2:**

1. Začátek pořadu je na zhušťovacím bodě č. 000940192100 s orientací na zhušťovací bod č. 000940192160
2. Polygonový pořad je ukončen na zhušťovacím bodě č. 000940192090 s orientací na orientační bod č. 000940192091
3. Tento pořad se skládá z 12 vrcholů
4. Byly zaměřeny následující polygonové body:
  - 4005, 4004, 514, 515, 516, 517, 4002, 518, 504, 503, 502, 501 (body 4002, 4004, 4005 stabilizované ocelovou trubkou, ostatní pomocí plastového mezníku)
5. Celková délka druhého polygonového pořadu je 2258.99 m
6. Úhlový uzávěr 0.00210, mezní 0.00770
7. Souřadnicové uzávěry  $O_y = -0.06$ , mezní= 0.13  
 $O_x = -0.03$ , mezní= 0.07
8. Polohový uzávěr 0.06, mezní 0.15
9. Polygon vyrovnán MNČ
10. Zápisník úhlového a délkového měření tohoto polygonového pořadu se nachází v přebalu diplomové práce pod číslem 5.

## 8.2 Výpočet souřadnic stabilizovaných bodů PPBP metodou GPS

Jak již bylo zmíněno výše, veškeré výpočty jsem prováděl v softwaru TGOoffice, který je k použitému GPS přijímači dodáván výrobcem. Po spuštění programu jsem založil nový projekt a následně provedl jeho nastavení. Po zadání metrické soustavy a jména projektu v záložce „Coordinate System“ jsem nastavil potřebný souřadnicový systém (viz obr. 15). TGOoffice umožňuje velké množství pokročilejších nastavení, které však nejsou potřebné pro tuto diplomovou práci.

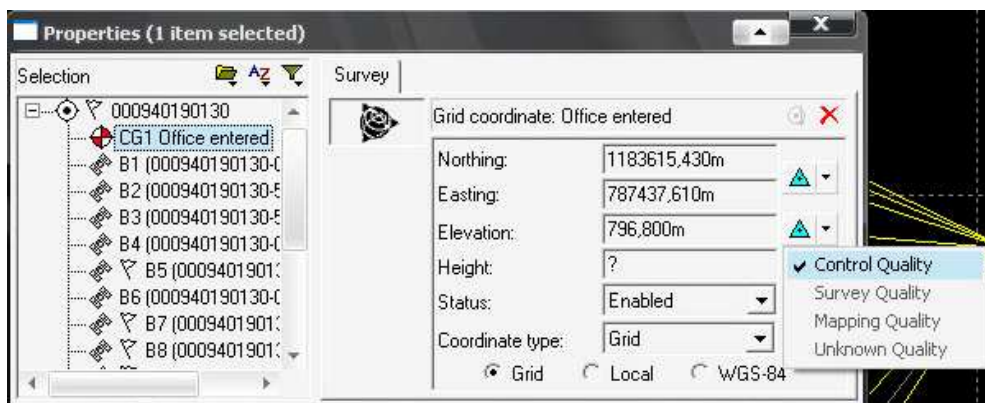


Obr. 15 Nastavení projektu v TGOoffice

Po nastavení projektu pro první měření bylo nutné naměřená data importovat do softwaru z paměti přístroje. Komunikace je zajištěna přes rozhraní COM1 pomocí příslušného datového kabelu. V softwaru pak vybereme dle data měření konkrétní projekt a provedeme načtení dat.

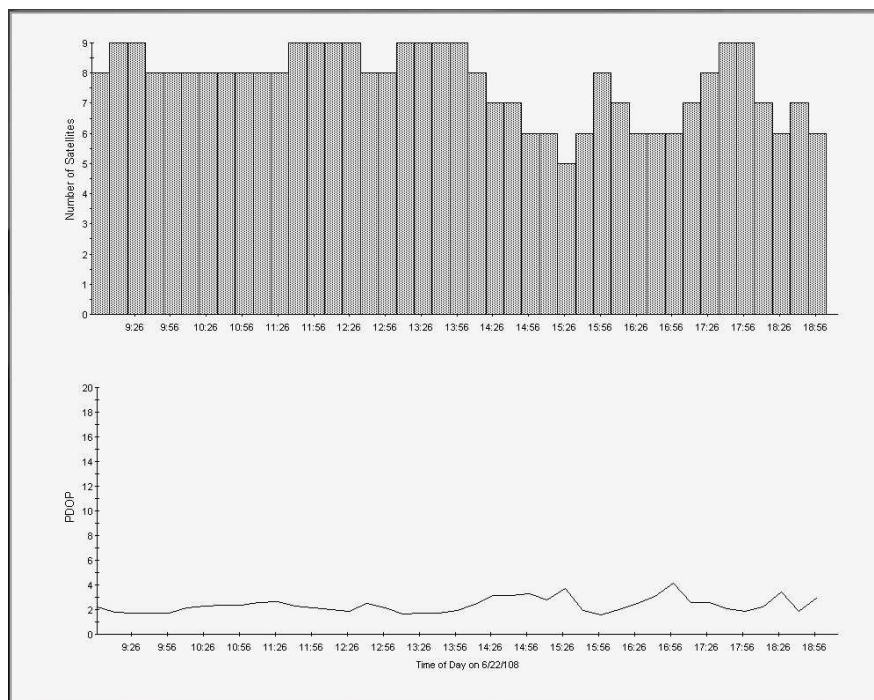
Do softwaru se načtou neoznačené body. Pro orientaci a číselné označení jednotlivých bodů jsem použil zapisované časy počátků měření, které vždy souhlasily s časy měření uváděné v softwaru v položce „properties“ neboli v parametrech jednotlivých bodů. Poté jsem u všech ZhB a TB nastavil parametr „Control Quality“, což znamená, že budou použity pro určení lokálního transformačního klíče a následně pro převod do S-JTSK a doplnil jejich úplné číselné označení, naměřenou výšku antény a souřadnice. U souřadnic platí, že osu Y označuje položka „Easting“, osu X položka „Northing“ a nadmořskou výšku položka „Elevation“ (viz obr. 16). U zbývajících bodů PPBP jsem doplnil již jen jejich číslo a změřenou výšku antény.



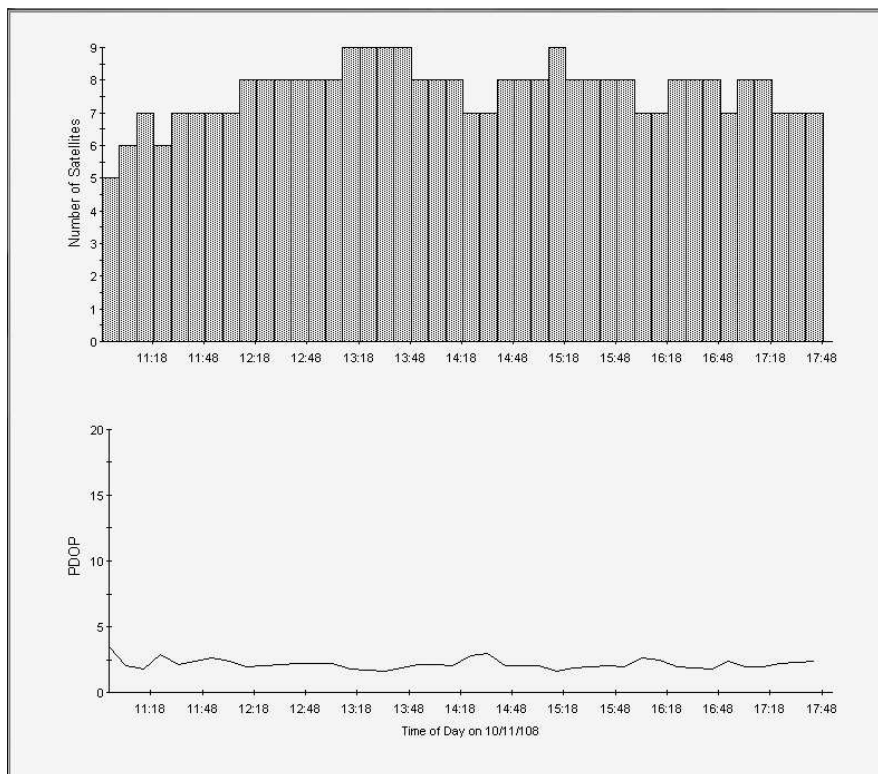


Obr. 16 Zadání souřadnic, výšky a označení kvality bodů

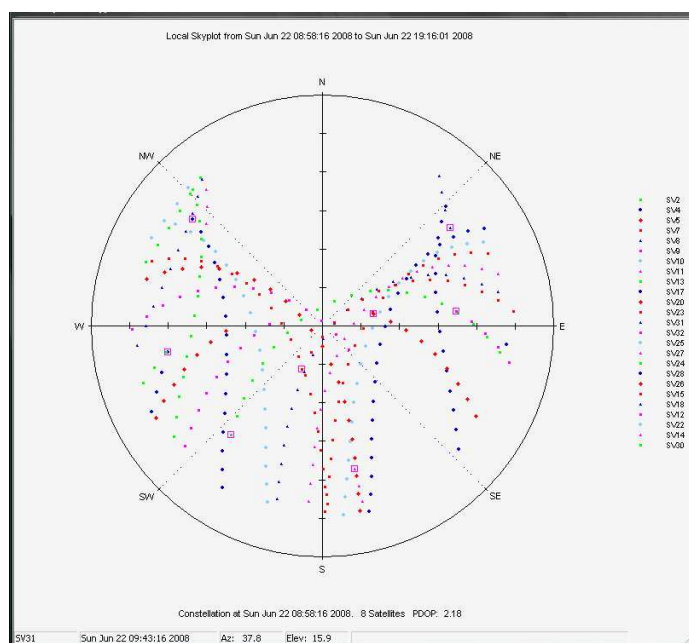
Po doplnění všech výše popsanych údajů jsem v softwaru označil všechny body a spustil „Process GPS Baselines“. V následné tabulce jsem zaškrtl body, které nebyly chybně změřené neboli „Float“, určené k výpočtu. Software vytvoří výstupní soubor s veškerými výsledky ve formátu \*.htm. Tyto výstupy jsou vedeny jako součást přílohy pod čísly 7 a 8. Po výpočtu je možné pomocí záložky hlavního menu „Reports – Additional Reports“ zobrazit veškeré údaje získané v průběhu měření. Jedná se například o počet viditelných družic v průběhu měření spolu s PDOP (viz obr. 17, 18), pohyb viditelných družic (viz obr. 19, 20), přijímaný signál z jednotlivých družic v závislosti na čase (viz obr. 21, 22) a podobně. Pro ilustraci uvádím v příloze č. 9 záznam průběhu měření na bodě č. 502. Celý postup jsem aplikoval v novém projektu i pro druhé měření.



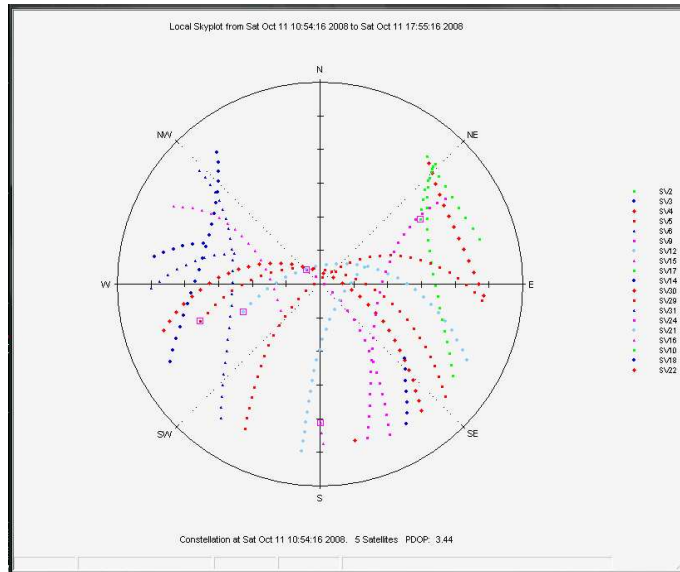
Obr. 17 Počet viditelných družic a hodnota PDOP pro první měření (TB č.13)



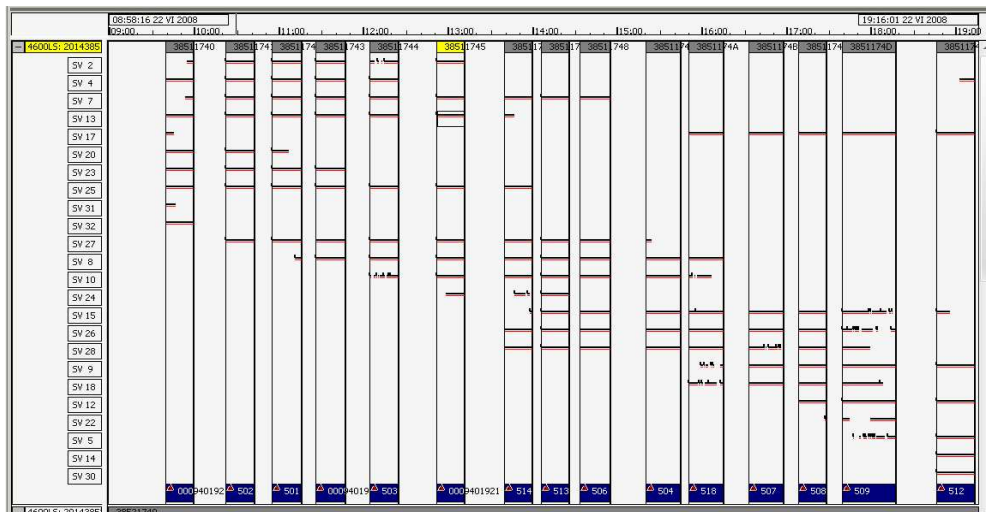
Obr. 18 Počet viditelných družic a hodnota PDOP pro druhé měření (TB č.13)



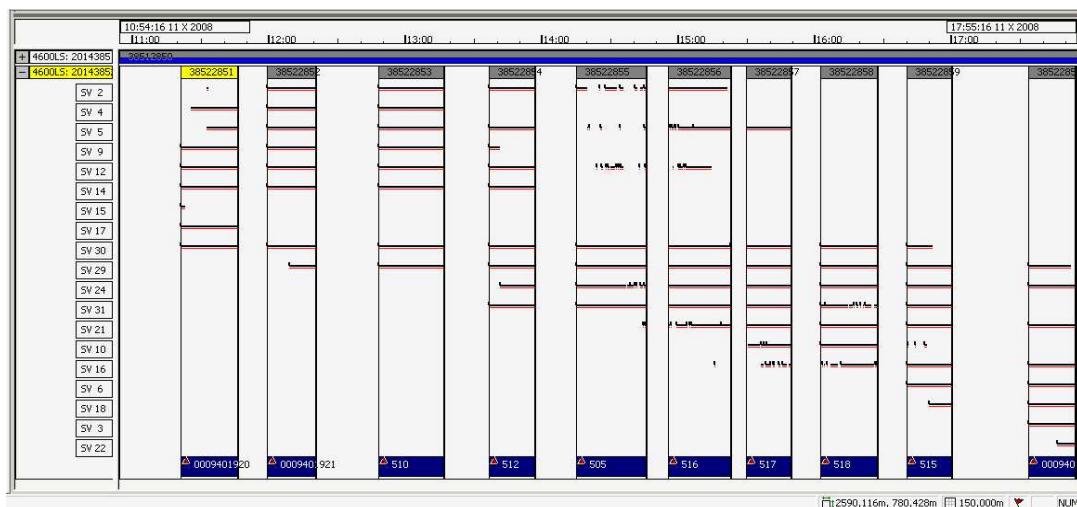
Obr. 19 Pohyb viditelných družic v průběhu prvního měření (TB č.13)



Obr. 20 Pohyb viditelných družic v průběhu druhého měření (TB č.13)



Obr. 21 Přijímaný signál v závislosti na čase při prvním měření



Obr. 22 Přijímaný signál v závislosti na čase při druhém měření

Při zpracování dat v softwaru TGOOffice jsem zjistil následující informace:

- bod č. 509 byl označen jako chybně změřený neboli „Float“ a proto nebyl zahrnut do výpočtů. Tento bod jsem se rozhodl opět zaměřit i v průběhu druhého měření. Byl však také označen jako chybný, což patrně způsoboval vysoký lesní porost v blízkosti bodu,
- i přes prodloužení doby měření nad základní interval 20 minut byly body 518 a 516 softwarem označeny za použitelné,
- v průběhu všech měření byl počet viditelných družic vždy vyšší než 5, maximální počet byl 9 (viz obr. 17, 18), nebylo tedy porušeno pravidlo minimálního počtu čtyř družic potřebných pro zdárný průběh měření,
- limitní hodnota PDOP 7 nebyla překročena,
- hodnoty PDOP u měřených bodů jsou seřazené v tab. 7,

ČB	PDOP	ČB	PDOP
509	2,42	516	2,04
510	2,24	517	1,93
512	1,87	518	1,71
513	2,32	209	2,61 a 1,77
514	1,71	210	2,85 a 2,30
515	1,82	215	1,74 a 2,27

Tab. 7 Hodnoty PDOP pro jednotlivé body

- v dnešní době již lze použít na našem území metodu GPS v libovolnou denní dobu bez přerušování měření z důvodu nedostatečného signálu a tedy nižšího počtu družic nad zaměřovanou oblastí (viz obr. 19-22).

### 8.3 Porovnání metody geodetické s metodou GPS

Pro porovnání jsem použil data získaná měřeními totální stanicí Leica TC407 u metody geodetické a GPS aparaturou Trimble 4600LS u metody GPS. Metodu geodetickou jsem provedl jako první, metodu GPS jako druhou. V následujících odstavcích jsem se pokusil zhodnotit mnou získané poznatky a uvést klady a zápory jednotlivých metod.

Vzhledem k tvorbě lokálního transformačního klíče bylo nutné použít jeden přístroj jako referenční stanici, která musela být neustále hlídána. Měření tak muselo být

provedeno ve dvou osobách, čímž se snížila v dnešní době často zmiňovaná vyšší produktivita práce.

Z hlediska časového považuji v dané lokalitě geodetickou metodu při použití totální stanice Leica TC407 a trojpodstavcové metody za výhodnější a to z několika důvodů. Při zaměřování většího počtu bodů rychlou statickou metodou jsou výhody GPS stanice Trimble 4600LS oproti kinematické metodě značně omezené dobou observace, která je za ideálních podmínek 20 minut. Dále má stanice Trimble problémy v náročnějším terénu. Stínící objekty, zejména vzrostlý porost v blízkosti bodu a členitý reliéf, brání v příjmu družicového signálu. Může se tak stát, že měření ani po přidání několika pětiminutových intervalů nebude úspěšně dokončeno. Z tohoto důvodu bylo také nemožné zaměřit všechny stabilizované body PPBP. V hůře přístupných lokalitách má tedy stále velké uplatnění klasická metoda geodetická. Nicméně je nutné dodat, že vzhledem k neustálému technologickému rozvoji by i tyto negativní vlastnosti systému GPS mohly být v budoucnu odstraněny.

Jednoznačnou výhodou metody GPS bylo dosažení vysoké přesnosti trojrozměrného měření, velmi snadná obsluha přístroje, možnost měřit bez přímé viditelnosti na ostatní body a tedy bez nutnosti tvorby polygonových pořadů a zaměření všech jeho bodů včetně orientací.

Při postprocesním zpracování naměřených hodnot jsem se neseťkal s žádným problémem. Práce s oběma softwary byla poměrně snadná a rychlá.

Pro názornost uvádím v tab. 8 a 9 srovnání výsledků měření metody GPS a metody geodetické (oboustranně orientovaný a oboustranně připojený polygonový pořad). Porovnáním výsledných hodnot jsem došel k závěru, že souřadnicové rozdíly se v průměru liší o -0,0078 pro hodnotu  $\Delta Y$  a o 0,0095 pro hodnotu  $\Delta X$ . Výsledné souřadnice bodů zaměřovaných metodou geodetickou i GPS jsou dány aritmetickým průměrem naměřených hodnot (jsou uvedeny v geodetických údajích o PBPP, které jsou řazeny jako příloha č. 11)

Polygonový pořad č.1							
Číslo bodu	Souřadnice Y [m]			Souřadnice X [m]			m <sub>xy</sub> [m]
	Metoda GPS	Metoda geodetická	ΔY [m]	Metoda GPS	Metoda geodetická	ΔX [m]	
000940192160	nezměřeno	788752,34	-	nezměřeno	1185258,43	-	-
06700000509	nezměřeno	788636,92	-	nezměřeno	1185157,18	-	-
067000004001	nezměřeno	788595,93	-	nezměřeno	1184905,02	-	-
067000000510	788512,51	788512,49	<b>0,02</b>	1184762,74	1184762,77	<b>-0,03</b>	<b>0,03</b>
067000000511	nezměřeno	788551,59	-	nezměřeno	1184663,54	-	-
067000000512	788627,05	788627,06	<b>-0,01</b>	1184534,27	1184534,26	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
067000000513	788696,94	788696,94	<b>0,00</b>	1184541,31	1184541,30	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
067000000514	788731,50	788731,52	<b>-0,02</b>	1184377,48	1184377,47	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>
067000004004	nezměřeno	788815,99	-	nezměřeno	1184366,88	-	-
067000004005	nezměřeno	789206,13	-	nezměřeno	1184104,20	-	-
000940192100	789320,05	789320,05	<b>0,00</b>	1184225,76	1184225,76	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tab. 8 Porovnání metody geodetické a GPS u bodů polygonového pořadu č.1

Polygonový pořad č.2							
Číslo bodu	Souřadnice Y [m]			Souřadnice X [m]			m <sub>xy</sub> [m]
	Metoda GPS	Metoda geodetická	ΔY [m]	Metoda GPS	Metoda geodetická	ΔX [m]	
000940192100	789320,05	789320,05	<b>0,00</b>	1184225,76	1184225,76	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
067000004005	nezměřeno	789206,12	-	nezměřeno	1184104,20	-	-
067000004004	nezměřeno	788815,98	-	nezměřeno	1184366,87	-	-
067000000514	788731,50	788731,51	<b>-0,01</b>	1184377,48	1184377,45	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>
067000000515	788736,85	788736,86	<b>-0,01</b>	1184297,43	1184297,40	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>
067000000516	788720,68	788720,69	<b>-0,01</b>	1184226,59	1184226,56	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>
067000000517	788716,04	788716,06	<b>-0,02</b>	1184131,02	1184130,98	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>
067000004002	nezměřeno	788681,25	-	nezměřeno	1183994,95	-	-
067000000518	788676,31	788676,35	<b>-0,04</b>	1183892,43	1183892,41	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>
067000000504	788663,49	788663,51	<b>-0,02</b>	1183777,32	1183777,31	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>
067000000503	788496,05	788496,08	<b>-0,03</b>	1183529,79	1183529,77	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>
067000000502	788441,06	788441,06	<b>0,00</b>	1183283,97	1183283,95	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>
067000000501	788465,63	788465,64	<b>-0,01</b>	1183118,16	1183118,15	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
000940192090	788675,53	788675,53	<b>0,00</b>	1183095,57	1183095,57	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tab. 9 Porovnání metody geodetické a GPS u bodů polygonového pořadu č.2

#### **8.4 Tvorba grafických výstupů – program MicroStation**

Program MicroStation představuje softwarové řešení umožňující zlepšení práce, 2D a 3D pracovní procesy, vizualizaci a další z mnoha odvětví lidské činnosti. Využívají ho především architekti, projektanti, geodeti či zaměstnanci státní správy a samosprávy. Tento software je označován jako „CAD“ (Computer Aided Design – počítačem podporované projektování) a je produktem americké firmy Bentley Systems, Inc. Microstation 95 Academic Edition (sériové číslo 4 5000 2117 00234) jsem se rozhodl použít pro:

- vyhotovení geodetických údajů o PBPP - vzor elektronického formuláře jsem převzal z přílohy Návodu pro obnovu katastrálního operátu (příloha č. 11),
- tvorbu přehledného náčrtu podrobného polohového bodového pole v měřítku 1: 10 000 (příloha č. 2 přebalu diplomové práce),
- tvorbu přehledu polohového bodového pole s ortofotografickým zobrazením dané lokality v měřítku 1: 10 000 (příloha č. 3 přebalu diplomové práce).

## 9. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout a vybudovat síť bodů podrobného polohového bodového pole metodou geodetickou a GPS v okolí dolního toku Ostřice. Mým úkolem bylo vytvořit síť bodů PPBP tak, aby souvisle pokryla zájmovou lokalitu a následně ji bylo možno použít pro navazující měřické činnosti prováděné v této lokalitě.

První tři kapitoly jsou věnovány teoretické části. V úvodní kapitole jsem se zabýval zásadami budování polohových bodových polí, zejména pak jejich stabilizací a číslováním. Ve druhé kapitole jsem uvedl teoretický postup při budování PPBP. Popisoval jsem přípravné, měřické a výpočetní práce doplněné o obsah dokumentace o zřízení bodů PPBP. V části přípravných prací jsem shrnul potřebné podklady pro tvorbu přehledného náčrtu, zásady rekognoskace a volby nových bodů. V části měřických prací jsem přiblížil způsoby zaměření bodů PPBP, zejména metodu GPS a metodu geodetickou s použitím oboustranně připojeného a oboustranně orientovaného polygonového pořadu. Základním zdrojem informací pro tyto kapitoly byla vyhláška č. 26/2007 Sb., č. 31/1995 Sb. a Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod.

Vzhledem k tomu, že obecně družicový systém GPS je poměrně mladý, neustále se rozvíjející a technologicky velmi složitý, věnoval jsem se rozsáhleji tomuto tématu ve třetí kapitole. Popsal jsem jednotlivé segmenty tvořící základní strukturu, faktory ovlivňující přesnost, techniky a principy měření. Závěrem této kapitoly jsem se pokusil uceleně shrnout výrobci nejčastěji uváděné výhody a nevýhody měření metodou GPS.

V praktické části jsem aplikoval teoretické poznatky při vlastním návrhu a budování sítě bodů PPBP. Po stanovení cílů a metodiky jsem se v šesté kapitole zabýval přípravnou fází, tedy charakteristikou zájmové lokality, její rekognoskací, získáváním podkladů, tvorbou přehledného náčrtu a následnou stabilizací bodů PPBP. V průběhu rekognoskace jsem až na vyvrácenou ochrannou tyč u TB č. 13 neobjevil žádné nesrovnalosti ani poškození stávajícího polohového bodového pole. V zájmové lokalitě jsem navrhl celkem čtrnáct nových bodů, stabilizovaných mezníky s trny proti vytažení, s plastovou hlavou o rozměrech 90 x 90 x 60 mm, délkou ocelové trubky 600 mm a šířkou 30 mm a dále čtyři pomocné body dočasně stabilizované ocelovou trubkou.

Samotnému polohovému zaměření stabilizovaných bodů PPBP, popisu vybavení, přesností, způsobu obsluhy a dalším vlastnostem totální stanice Leica TC407 a GPS aparatury Trimble 4600LS jsem se věnoval v sedmé kapitole. Nejprve jsem zaměřil dva oboustranně připojené a oboustranně orientované polygonové pořady totální stanicí. Na



každý bod jsem měřil vodorovný směr ve dvou polohách dalekohledu a vodorovnou délku měřenou vždy dvakrát (tam a zpět). Naměřené hodnoty byly po nastavení přístroje automaticky opraveny o fyzikální redukce (z teploty vzduchu) a o matematické redukce (z nadmořské výšky). Zaměření jsem provedl trojpodstavcovou metodou.

Výpočty uvedené v osmé kapitole jsem získal v programu Kokeš verze 7.03. Přesnost zaměřených bodů odpovídá požadavkům bodu 12.9 přílohy Vyhlášky 26/2007 Sb. a to střední souřadnicové chybě  $m_{xy} = 0,06$  m.

Vzhledem k charakteru zájmové lokality jsem musel provést selekci bodů vhodných pro zaměření metodou GPS. Celkem jsem se tedy pokusil zaměřit devět bodů PPBP. Zvolené body byly zaměřeny rychlou statickou metodou se základní dobou observace 20 minut. Vlivem blízkosti lesního porostu a tím sníženého počtu viditelných družic nebyl bod č. 509 doměřen. Pro zpracování získaných dat jsem použil program TGOOffice verze 1.63. Přesnost výsledných souřadnic zjištěných oběma metodami a metody samotné jsem slovně zhodnotil a zobrazil v tabulce 8 a 9 v kapitole č. 8.3. Výsledkem bylo porovnání souřadnicových rozdílů lišící se o  $-0,0078$  pro hodnotu  $\Delta Y$  a o  $0,0095$  pro hodnotu  $\Delta X$ .

Výsledný elaborát o zřízení bodů PPBP obsahuje Oznámení závad a změn na bodech ZPBP, Oznámení závad a změn na ZhB a PBPP, protokoly o výpočtech pro metodu geodetickou i GPS, seznamy souřadnic, přehledný náčrt, zápisníky úhlového a délkového měření, Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologií GPS, geodetické údaje o PBPP a použitých ZhB a TB, přehled polohového bodového pole a kopii mapy ZM10 s ručním zákresem polohy bodů PPBP.

Technologie GPS v současnosti představuje stále častěji využívanou alternativu klasických geodetických metod. V mnoha případech může být její použití výhodnější a to hlavně z důvodu lepší operativnosti, menší závislosti na místních podmínkách, nižších personálních nároků a úspory času. GPS měření je však stále ovlivňováno řadou faktorů majících dopad na spolehlivost a přesnost měření. Na druhé straně neustále zdokonalované softwarové produkty a nově zaváděné technologie dnes umožňují stále pokročilejší zpracování naměřených dat a zvyšují kvalitativní úroveň výsledků měření.

Na závěr bych se zmínil o budoucnosti fyzických značek podrobných polohových bodových polí. Pole těchto bodů fyzicky i morálně stárne, lidská činnost průběžně redukuje počty těchto bodů, kromě toho moderní přístrojová technika (zejména GPS a dálkoměry s větším dosahem) umožňuje snadné připojení na body vyšší přesnosti a lze tedy chybějící pole ostatních bodů podrobného polohového bodového pole nahrazovat

dočasnými stanovisky. Je proto možné, že význam této kategorie bodů a možná i obecně fyzických značek bude v budoucnu klesat.

## 10. Seznam použité literatury

- [1] Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb. a vyhlášky č. 92/2005 Sb.
- [2] SCHENK, J.: *Geodetické sítě, bodová pole*, Vysoká škola báňská, Ostrava, 2004.  
Dostupné z WWW: <<http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/geosite.pdf>>
- [3] CIMBÁLNÍK, M., MERVART, L.: *Vyšší geodézie I: Geometrická*, 2. přepracované vydání, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. 184 s.  
ISBN 80-01-02527-6
- [4] HROMÁDKA, F., POKORA, M., ZEMAN, J.: *Geodézie pro fakultu architektury a fakultu stavební*, 2. vydání, Brno: Rektorát Vysokého učení technického v Brně, 1981. 290 s. ISBN 55-629-81
- [5] POKORA, M.: *Geodézie I.*, 1. vydání, Geografický a kartografický podnik v Praze, 1985. 548 s.
- [6] Vyhláška č. 26/2007 Sb., Praha, 2007
- [7] Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK Praha, 2007
- [8] Bodová pole [online], dostupné z WWW: <<http://bodovapole.cuzk.cz/>>
- [9] ŠVEC, M., HÁNEK, P.: *Stavební geodézie 10*, ČVUT v Praze, 2006. 175 s.  
ISBN 80-01-03403-8
- [10] MARŠÍK, J., MARŠÍKOVÁ, M.: *Geodézie II*, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2002. 123 s. ISBN 80-7040-546-5
- [11] HÁNEK, P., MARŠÍKOVÁ, M.: *Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí*, 1. vydání, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 2007. 87 s. ISBN 978-80-7040-971-8
- [12] RAPANT, P.: *Družicové polohové systémy*, VŠB Ostrava, 2002. 200 s. ISBN 80-248-0124-8

- [13] BUNEŠ, J., ŠVÁBENSKÝ, O., WEIGEL, J.: *Některé problémy spolehlivosti určování polohy GPS*, Zeměměřič č. 04 – 04, ID článku: 1273, dostupné z WWW: <<http://www.zememeric.cz/>>
- [14] QUITT, E.: *Klimatické oblasti ČSSR*, Geografický ústav ČSAV Brno, 1971. 73s.
- [15] MIKYŠKA, R.: *Geobotanická mapa ČSSR*, Praha (Academia), 1968.
- [16] TPS400 Brochure [online], dostupné z WWW: <<http://www.leica-geosystems.com>>
- [17] Trimble 4600LS Datasheet [online], dostupné z WWW: <<http://www.trimble.com/4600ls.shtml>>
- [18] CZEPOS [online], dostupné z WWW: <<http://czeapos.cuzk.cz/>>

## 11. Seznam zkratek

AGS	Astronomicko - geodetická síť
CAD	Computer Aided Design
CZEPOS	Česká síť permanentních stanic pro určování polohy
ČSN	Česká technická norma
ČSNS	Česká státní nivelační síť
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DATAZ	Databáze bodových polí
DOP	Dilution of Precision
DPI	Dots per inch
EUREF	European Reference Frame
ETRS-89	European Terrestrial Reference System 1989
GDOP	Geometric Dilution of Precision
GPS	Global Positioning System
HDOP	Horizontal Dilution of Precision
KÚ	Katastrální území
MCS	Master Control Station
MNČ	Metoda nejmenších čtverců
NAVSTAR	NAVigation System with Time And Ranging
OB	Orientační bod
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
PDOP	Position Dilution of Precision
PPS	Precision Positioning Service
RDOP	Relative Dilution of Precision
RTK	Real Time Kinematic
SM5	Státní mapa 1:5 000
SPS	Standard Positioning Service
SMO5	Státní mapa odvozená 1:5 000
TB	Trigonometrický bod
TL	Triangulační list
TDOP	Time Dilution of Precision
VDOP	Vertical Dilution of Precision

WGS-84	World Geodetic System 1984
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZhB	Zhušťovací bod
ZM10	Základní mapa 1: 10 000
ZNB	Základní nivelační body
ZPBP	Základní polohové bodové pole
ZTL	Základní triangulační list

## 12. Seznam obrázků a tabulek

<i>Obr. 1:</i> Astronomicko geodetická síť	str. 6
<i>Obr. 2:</i> Postup budování polohových bodových polí	str. 7
<i>Obr. 3:</i> Povrchová značka jištěná dvěma podzemními	str. 9
<i>Obr. 4:</i> Konzolová značka zapuštěná do svislé plochy stavby	str. 10
<i>Obr. 5:</i> Polygonový pořad oboustranně připojený a oboustranně orientovaný	str. 17
<i>Obr. 6:</i> Kosmický segment	str. 24
<i>Obr. 7:</i> Řídící segment	str. 25
<i>Obr. 8:</i> Mapa s přehledem použitých bodů	str. 38
<i>Obr. 9:</i> Použité plastové mezníky	str. 40
<i>Obr. 10:</i> Zatlučený mezník s plastovou hlavou	str. 41
<i>Obr. 11:</i> Totální stanice Leica TC407	str. 44
<i>Obr. 12:</i> GPS stanice Trimble 4600LS	str. 44
<i>Obr. 13:</i> Stativ s odrazným hranolem (ZhB 210)	str. 45
<i>Obr. 14:</i> Výpočet polygonového pořadu	str. 48
<i>Obr. 15:</i> Nastavení projektu v TGOoffice	str. 50
<i>Obr. 16:</i> Zadání souřadnic, výšky a označení kvality bodů	str. 51
<i>Obr. 17:</i> Počet viditelných družic a hodnota PDOP pro první měření (TB č.13)	str. 51
<i>Obr. 18:</i> Počet viditelných družic a hodnota PDOP pro druhé měření (TB č.13)	str. 52
<i>Obr. 19:</i> Pohyb viditelných družic v průběhu prvního měření (TB č.13)	str. 52
<i>Obr. 20:</i> Pohyb viditelných družic v průběhu druhého měření (TB č.13)	str. 53
<i>Obr. 21:</i> Přijímaný signál v závislosti na čase při prvním měření	str. 53
<i>Obr. 22:</i> Přijímaný signál v závislosti na čase při druhém měření	str. 53
<i>Tab. 1:</i> Průměrné délky stran trojúhelníkových sítí	str. 7
<i>Tab. 2:</i> Číselné tvary bodů	str. 13
<i>Tab. 3:</i> Kritéria přesnosti polygonových pořadů	str. 16
<i>Tab. 4:</i> Povolené mezní odchylky	str. 18
<i>Tab. 5:</i> Seznam použitých bodů	str. 37
<i>Tab. 6:</i> Přehled bodů tvořící jednotlivé polygonové pořady	str. 42
<i>Tab. 7:</i> Hodnoty PDOP pro jednotlivé body	str. 54
<i>Tab. 8:</i> Porovnání metody geodetické a GPS u bodů polygonového pořadu č.1	str. 56
<i>Tab. 9:</i> Porovnání metody geodetické a GPS u bodů polygonového pořadu č.2	str. 56

## 13. Seznam příloh

### **Přílohy vázané v diplomové práci**

*Příloha č.1:* Fotografie zájmové lokality

*Příloha č.2:* Oznámení závad a změn na bodech základního polohového bodového pole

*Příloha č.3:* Oznámení závad a změn na zhušťovacích bodech a bodech podrobného polohového bodového pole

*Příloha č.4:* Protokol o výpočtu a souřadnice bodů PPBP polygonu č.1

*Příloha č.5:* Protokol o výpočtu a souřadnice bodů PPBP polygonu č.2

*Příloha č.6:* Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologií GPS

*Příloha č.7:* Výstup z TGOoffice pro první měření - POINTS

*Příloha č.8:* Výstup z TGOoffice pro druhé měření - POINTS

*Příloha č.9:* Protokol o průběhu měření metodou GPS na bodě č. 502 –  
BASELINE SUMMARY

*Příloha č.10:* Geodetické údaje použitých ZhB a TB

*Příloha č.11:* Geodetické údaje o PBPP

### **Přílohy v přebalu diplomové práce**

*Příloha č.1:* Kopie mapy ZM10 s ručním zákresem polohy bodů PPBP

*Příloha č.2:* Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole

*Příloha č.3:* Přehled polohového bodového pole

*Příloha č.4:* Zápisník úhlového a délkového měření polygonového pořadu č.1

*Příloha č.5:* Zápisník úhlového a délkového měření polygonového pořadu č.2





Pastvina s celoročním chovem krav



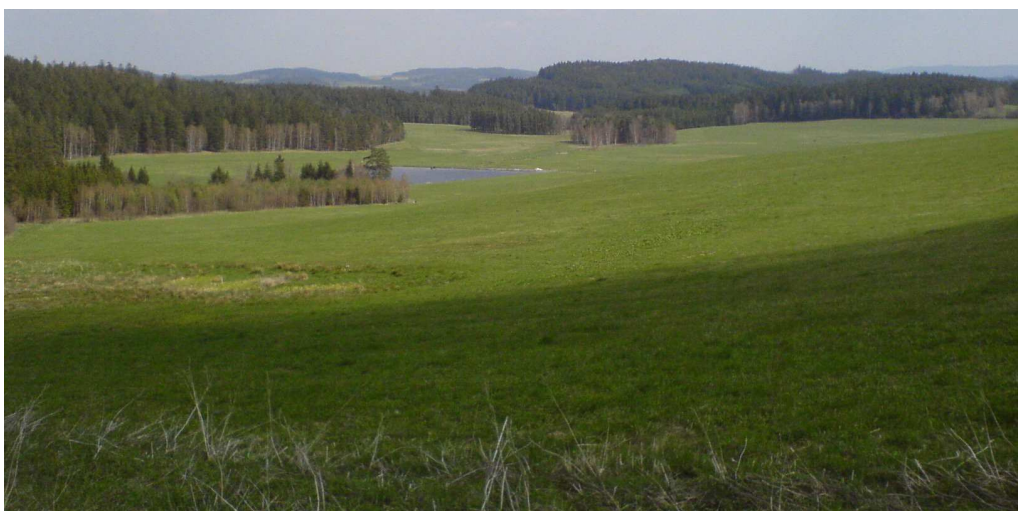
Nově vybudovaný rybník a síť elektrických ohradníků



Zamokření vzniklé narušeným drenážním systémem



Zamokření vzniklé narušeným drenážním systémem



Zamokření vzniklé narušeným drenážním systémem



Liniové zamokření podél svodného drénu



Liniové zamokření podél svodného drénu



Zamokřené okolí severního rybníka

**Oznámení závad a změn  
na bodech základního polohového bodového pole**

Okres: *Český Krumlov*Triangulační list: *4019*Obec: *Horní Planá*Kat. území: *Horní Planá*

Číslo bodu	Nalezen – stav, popis závad	Nenalezen
<i>13</i>	<i>Ochranná tyč vyvrácena</i>	



\*\*\*\*\*

Polygonový pořad č.1

Korekce měřených směrů  
 indexová chyba: není nastavena  
 kolimační chyba: není nastavena  
 Korekce měřených délek  
 lineární člen: není nastaven  
 absolutní člen: není nastaven  
 vliv refrakce na délky: neuvažuje se  
 vliv nadmořské výšky na délky: neuvažuje se  
 vliv zobrazení na délky: neuvažuje se  
 vliv zobrazení na délky: neuvažuje se

POLYGONOVÝ POŘAD OBOUSTRANNĚ PŘIPOJENÝ A OBOUSTRANNĚ ORIENTOVANÝ

číslo bodu	oprava úhel	směrník	oprava v.délka	Y	X
		373.44480			
000940192160	-0.00117 280.71183		-0.00 153.54	788752.34	1185258.43
067000000509	-0.00078 156.10172	254.15663	-0.00 255.47	788636.92	1185157.18
067000004001	-0.00058 223.51242	210.25835	-0.00 164.92	788595.93	1184905.02
067000000510	-0.00052 142.33398	233.77077	-0.00 106.65	788512.49	1184762.77
067000000511	-0.00040 190.25610	176.10475	-0.00 149.70	788551.59	1184663.54
067000000512	-0.00024 127.24876	166.36085	0.00 70.23	788627.06	1184534.26
067000000513	-0.00019 293.14931	93.60961	-0.00 167.44	788696.94	1184541.30
067000000514	-0.00002 121.17498	186.75892	0.00 85.13	788731.52	1184377.47
067000004004	0.00005 229.79205	107.93390	0.00 470.33	788815.99	1184366.88
067000004005	0.00055 110.20955	137.72594	0.00 166.60	789206.13	1184104.20
000940192100	0.00070 120.06470	47.93550		789320.05	1184225.76
		368.00020			

dosažené přesnosti:

=====

polygon spočten MNČ

úhlový uzávěr=-0.00260, mezní=0.00688

souřadnicové uzávěry: Oy=0.06, mezní=0.09, Ox=0.05, mezní=0.09

polohový uzávěr=0.07, mezní=0.12

aposteriorní jednotková střední chyba=0.00115, pro polohové

vyrovnání

celková délka pořadu=1790.01 m

067000000509	788636.92	1185157.18
067000004001	788595.93	1184905.02
067000000510	788512.49	1184762.77
067000000511	788551.59	1184663.54
067000000512	788627.06	1184534.26
067000000513	788696.94	1184541.30
067000000514	788731.52	1184377.47
067000004004	788815.99	1184366.88
067000004005	789206.13	1184104.20

\*\*\*\*\*

Polygonový pořad č.2

Korekce měřených směrů  
 indexová chyba: není nastavena  
 kolimační chyba: není nastavena  
 Korekce měřených délek  
 lineární člen: není nastaven  
 absolutní člen: není nastaven  
 vliv refrakce na délky: neuvažuje se  
 vliv nadmořské výšky na délky: neuvažuje se  
 vliv zobrazení na délky: neuvažuje se  
 vliv zobrazení na délky: neuvažuje se

POLYGONOVÝ POŘAD OBOUSTRANNĚ PŘIPOJENÝ A OBOUSTRANNĚ ORIENTOVANÝ

číslo bodu	oprava úhel	směrník	oprava v.délka	Y	X
		368.00020			
000940192100	-0.00035 279.93565		0.00	789320.05	1184225.76
		247.93585	166.60		
067000004005	-0.00020 289.78830		0.00	789206.12	1184104.20
		337.72415	470.33		
067000004004	0.00047 170.20847		0.00	788815.98	1184366.87
		307.93262	85.13		
067000000514	0.00057 87.81857		0.00	788731.51	1184377.45
		195.75119	80.23		
067000000515	0.00050 218.53300		0.00	788736.86	1184297.40
		214.28419	72.66		
067000000516	0.00046 188.80296		0.00	788720.69	1184226.56
		203.08716	95.69		
067000000517	0.00039 212.85889		0.00	788716.06	1184130.98
		215.94605	140.41		
067000004002	0.00032 187.09332		0.00	788681.25	1183994.95
		203.03937	102.65		
067000000518	0.00024 204.03424		0.00	788676.35	1183892.41
		207.07362	115.82		
067000000504	0.00017 230.78517		0.00	788663.51	1183777.31
		237.85878	298.84		
067000000503	0.00016 176.15966		0.00	788496.08	1183529.77
		214.01845	251.89		
067000000502	0.00003 176.61203		0.00	788441.06	1183283.95
		190.63047	167.61		
	-0.00014				



067000000501	116.19336		-0.00	788465.64	1183118.15
		106.82383	211.10		
	-0.00053				
000940192090	247.61847			788675.53	1183095.57
		154.44230			

dosažené přesnosti:

=====

polygon spočten MNČ

úhlový uzávěr=0.00210, mezní=0.00770

souřadnicové uzávěry: Oy=-0.06, mezní=0.13, Ox=-0.03, mezní=0.07

polohový uzávěr=0.06, mezní=0.15

aposteriorní jednotková střední chyba=0.00116, pro polohové  
vyrovnání

celková délka pořadu=2258.99 m

067000004005	789206.12	1184104.20
067000004004	788815.98	1184366.87
067000000514	788731.51	1184377.45
067000000515	788736.86	1184297.40
067000000516	788720.69	1184226.56
067000000517	788716.06	1184130.98
067000004002	788681.25	1183994.95
067000000518	788676.35	1183892.41
067000000504	788663.51	1183777.31
067000000503	788496.08	1183529.77
067000000502	788441.06	1183283.95
067000000501	788465.64	1183118.15

## Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologií GPS

Lokalita (název): *Horní Planá*

Okres: *Český Krumlov*

Katastrální území: *Horní Planá*

Organizace-firma zhotovitele: ZF JČU, České Budějovice

Protokol zpracoval (jméno, datum, podpis): Michal Válka, 20.10.2008

### 1. Použité přístroje GPS:

Přijímače:

výrobce – značka		Trimble	
typ		4600LS	
výrobní čísla		0220143851, 0220143852	

Antény:

výrobce – značka			
typ			
výrobní čísla			

Radiomodem (u RTK):

--	--	--	--

### 2. Zaměření:

2.1 Metoda (*statická, rychlá statická, kinematická, RTK, RTK s VRS, postprocessing VRS atd.*):

Rychlá statická

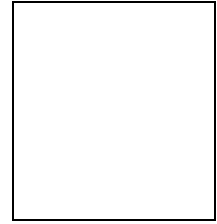
2.2 Doba měření na bodech:	minimální	20'
	průměrná ( <i>odhadem</i> )	20'
2.3 Interval mezi odečty ( <i>v sekundách</i> ):		15''
2.4 Počet zaměření určovaných bodů:		1x
2.5 Interval mezi měřeními na týchž bodech:	nejmenší	
	průměrný ( <i>odhadem</i> )	
2.6 Hodnota DOP:	největší	4,55
	průměrná ( <i>odhadem</i> )	2,5

2.7 Měření výšky antény:

A-svislá vzdálenost, B-šikmá vzdálenost, C-jinak (*zobrazit v náčrtu*)

A

Náčrt (s vyznačením koncových bodů měření výšky):



2.8 Způsob korekce výšky k centru antény (kalkulačka, firemní software, jinak, nekorigováno)

### 3. Výpočty geocentrických souřadnic

3.1 Použitý software (název, verze):

TGOffice verze 1.63

3.2 Použité výchozí souřadnice:

B

A – souřadnice získány během zpracování (WGS-84)

B – souřadnice navázány na ETRS-89 (zadáním souřadnic alespoň 1 bodu s platnými geocentrickými souřadnicemi)

C – souřadnice získány spolu s měřením z permanentní stanice (např. metoda RTK s VRS)

D – přibližné souřadnice ETRS-89 získány zpětnou transformací z S-JTSK  
počet zadaných bodů resp. použitých referenčních stanic:

3.3 Výstup z výpočetního softwaru, kde jsou uvedeny hodnoty DOP a časy začátku a konce obou měření na bodech:                      název souboru:

Ostřice.txt

### 4. Transformace do S-JTSK

4.1 Program použitý pro transformaci (název, verze):

TGOffice verze 1.63

4.2 Použitý transformační klíč:

A

A– klíč určován během procesu transformace

B– použit dříve určený klíč - rok určení, zdroje údajů

4.3 Schéma rozložení určovaných bodů s vyznačením všech daných bodů použitých pro transformaci do S-JTSK (připojovací body) včetně daných bodů použitých pro určení výšek

4.4 Výstupy výsledků transformace včetně seznamu souřadnic (výšek) určovaných bodů

název souboru:

Ostřice\_seznam.txt

4.5 Výstup s porovnáním souřadnic dvakrát určených bodů včetně rozdílů

název souboru:

Diplomová práce.doc

# Points

## *Project : Ostrice*

<b>User name</b>	Admin	<b>Date &amp; Time</b>	11:02:24 14.10.2008
<b>Coordinate System</b>	Czech Republic	<b>Zone</b>	Krovak
<b>Project Datum</b>	S-JTSK		
<b>Vertical Datum</b>		<b>Geoid Model</b>	EGM96 (Global)
<b>Coordinate Units</b>	Meters		
<b>Distance Units</b>	Meters		
<b>Height Units</b>	Meters		

---

Point listing

	Name	Northing	Easting	Elevation	Feature Code
	067000000501	1183118,160	788465,634	810,916	
	067000000502	1183283,965	788441,060	811,462	
	000940190130	1183615,430	787437,610	796,800	
	067000000503	1183529,791	788496,051	817,558	
	000940192090	1183095,570	788675,530	815,050	
	067000000504	1183777,316	788663,486	780,742	
	067000000507	1184612,314	788391,374	764,964	
	000940192150	1184696,100	787461,160	754,030	
	067000000508	1184956,335	788338,154	759,959	
	067000000514	1184377,482	788731,504	764,296	
	067000000506	1184466,920	788588,514	764,729	
	067000000512	1184534,266	788627,046	762,209	
	067000000513	1184541,312	788696,935	764,266	
	000940192100	1184225,760	789320,050	833,760	

# Points

## *Project : Ostrice II*

<b>User name</b>	Admin	<b>Date &amp; Time</b>	13:33:40 12.10.2008
<b>Coordinate System</b>	Czech Republic	<b>Zone</b>	Krovak
<b>Project Datum</b>	S-JTSK		
<b>Vertical Datum</b>		<b>Geoid Model</b>	EGM96 (Global)
<b>Coordinate Units</b>	Meters		
<b>Distance Units</b>	Meters		
<b>Height Units</b>	Meters		

---

Point listing

Name	Northing	Easting	Elevation	Feature Code
000940190130	1183615,433	787437,608	796,800	
000940192090	1183095,566	788675,533	815,050	
000940192100	1184225,761	789320,053	833,760	
067000000510	1184762,741	788512,505	760,444	
067000000512	1184534,269	788627,053	762,215	
067000000505	1184228,566	788604,743	774,902	
067000000516	1184226,592	788720,681	767,630	
067000000517	1184131,021	788716,035	769,265	
067000000518	1183892,426	788676,307	776,728	
067000000515	1184297,430	788736,847	765,614	
000940192150	1184696,098	787461,156	754,030	

## Baseline Summary B2 (000940190130 to 067000000502)

**Processed:** úterý, III 17, 2009 06:26:36odp.  
**Solution type:** L1 fixed  
**Solution acceptability:** Solution acceptable  
**Ephemeris used:** Broadcast  
**Met Data:** Standard  
**Baseline slope distance:** 1056,930m  
**Elevation mask:** 13 degrees  
**Variance ratio:** 18,1  
**Reference variance:** 1,610  
**RMS:** 0,005m  
**Horizontal Precision 1-sigma (scaled):** 0,001m  
**Vertical Precision 1-sigma (scaled):** 0,002m  
**Start time (GPS Time):** 08/06/22, 08:22:00.000 1485, 30120,000  
**Stop time (GPS Time):** 08/06/22, 08:42:30.000 1485, 31350,000  
**Occupation time:** 00:20:30.000

### Baseline Components (Mark to Mark)

<b>From:</b>	000940190130				
<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>WGS 84</b>	
<b>Northing</b>	1183615,429m	<b>Latitude</b>	48°46'49,57536"N	<b>Latitude</b>	48°46'47,26876"N
<b>Easting</b>	787437,610m	<b>Longitude</b>	14°04'53,13333"E	<b>Longitude</b>	14°04'49,72750"E
<b>Elevation</b>	796,800m	<b>Height</b>	796,450m	<b>Height</b>	843,542m
<b>To:</b>	067000000502				
<b>Grid</b>		<b>Local</b>		<b>WGS 84</b>	
<b>Northing</b>	1183283,965m	<b>Latitude</b>	48°46'55,62542"N	<b>Latitude</b>	48°46'53,31649"N
<b>Easting</b>	788441,061m	<b>Longitude</b>	14°04'02,18073"E	<b>Longitude</b>	14°03'58,78150"E
<b>Elevation</b>	811,462m	<b>Height</b>	811,111m	<b>Height</b>	858,210m
<b>Baseline:</b>					
<b>Δ Northing</b>	331,464m	<b>NS Fwd Azimuth</b>	280°11'28"	<b>Δ X</b>	125,988m
<b>Δ Easting</b>	-1003,451m	<b>Ell. Distance</b>	1056,692m	<b>Δ Y</b>	-1040,784m
<b>Δ Elevation</b>	14,662m	<b>Δ Height</b>	14,667m	<b>Δ Z</b>	134,151m

## Standard Errors

<b>Baseline Errors:</b>					
<b><math>\sigma \Delta</math> Northing</b>	0,001m	<b><math>\sigma</math> NS Fwd Azimuth</b>	0,133 seconds	<b><math>\sigma \Delta</math> X</b>	0,001m
<b><math>\sigma \Delta</math> Easting</b>	0,001m	<b><math>\sigma</math> Ell.Distance</b>	0,001m	<b><math>\sigma \Delta</math> Y</b>	0,001m
<b><math>\sigma \Delta</math> Elevation</b>	0,002m	<b><math>\sigma \Delta</math> Height</b>	0,002m	<b><math>\sigma \Delta</math> Z</b>	0,001m

## Aposteriori Covariance Matrix

	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
<b>X</b>	1,518e-6m <sup>2</sup>		
<b>Y</b>	9,767e-8m <sup>2</sup>	3,830e-7m <sup>2</sup>	
<b>Z</b>	9,217e-7m <sup>2</sup>	2,698e-7m <sup>2</sup>	1,186e-6m <sup>2</sup>

## Occupations

		<b>From</b>	<b>To</b>
<b>Point Name:</b>		000940190130	067000000502
<b>Data file:</b>		38521740.DAT	38511741.DAT
<b>Receiver Type:</b>		4600LS	4600LS
<b>Receiver Serial Number:</b>		20143852	20143851
<b>Antenna type:</b>		4600LS Internal	4600LS Internal
<b>Measured To:</b>		Hook using 4600LS tape	Hook using 4600LS tape
<b>Antenna height</b>	<b>Measured</b>	1,549m	1,571m
	<b>APC</b>	1,611m	1,633m

# Tracking Summary

SV	Satellite Phase Tracking Summary - 000940190130	
2	L1	_____
	L2	_____
4	L1	_____
	L2	_____
7	L1	_____
	L2	_____
13	L1	_____
	L2	_____
20	L1	_____
	L2	_____
23	L1	_____
	L2	_____
25	L1	_____
	L2	_____
27	L1	_____
	L2	_____

08:22:00 (30120)

2 min. / div.

Full phase \_\_\_\_\_ Half phase \_\_\_\_\_

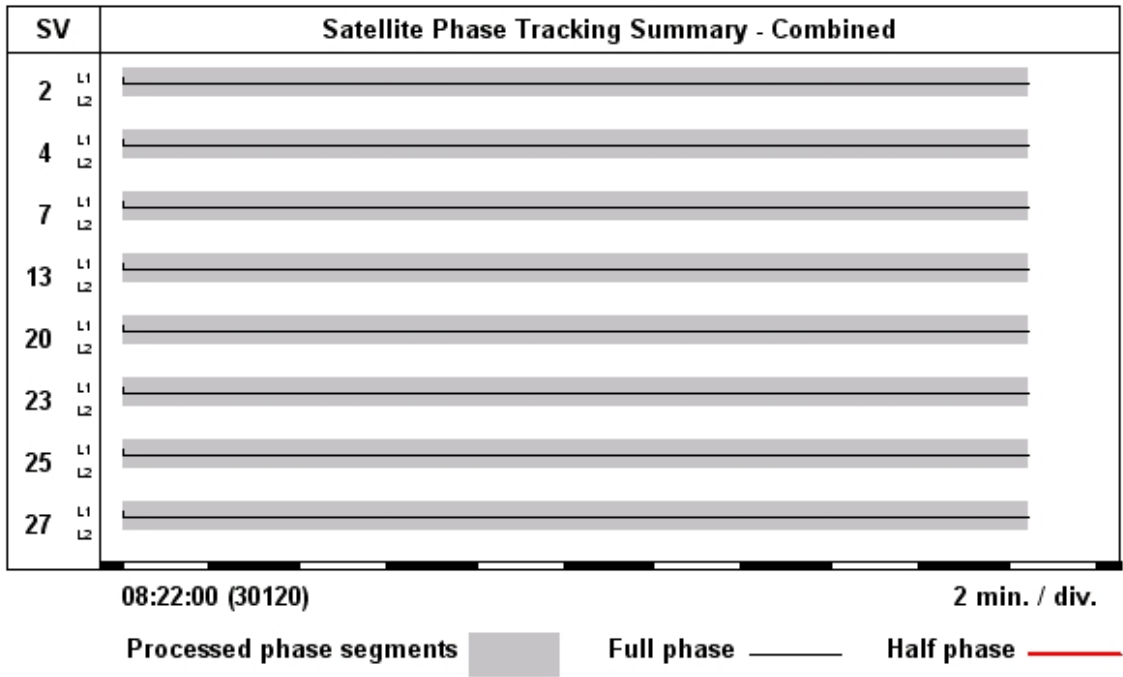
SV	Satellite Phase Tracking Summary - 067000000502	
2	L1	_____
	L2	_____
4	L1	_____
	L2	_____
7	L1	_____
	L2	_____
13	L1	_____
	L2	_____
20	L1	_____
	L2	_____
23	L1	_____
	L2	_____
25	L1	_____
	L2	_____
27	L1	_____
	L2	_____

08:22:00 (30120)

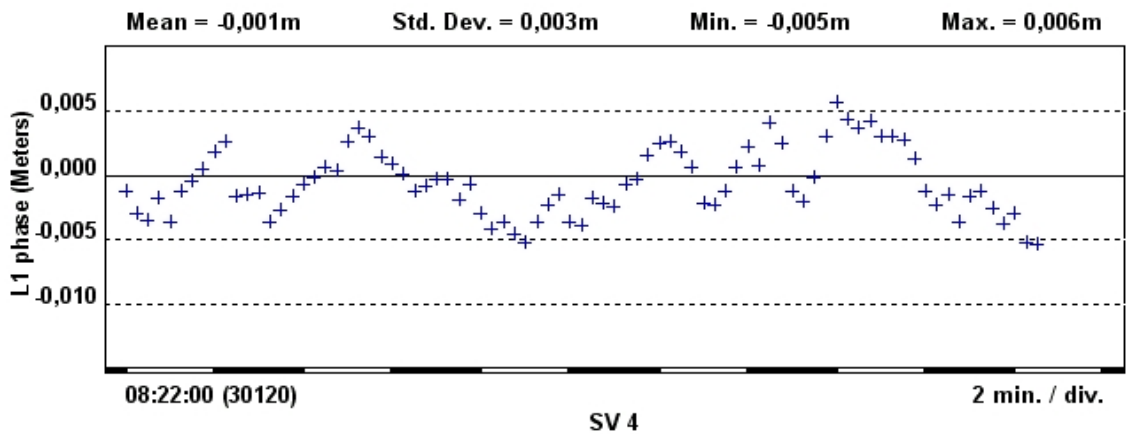
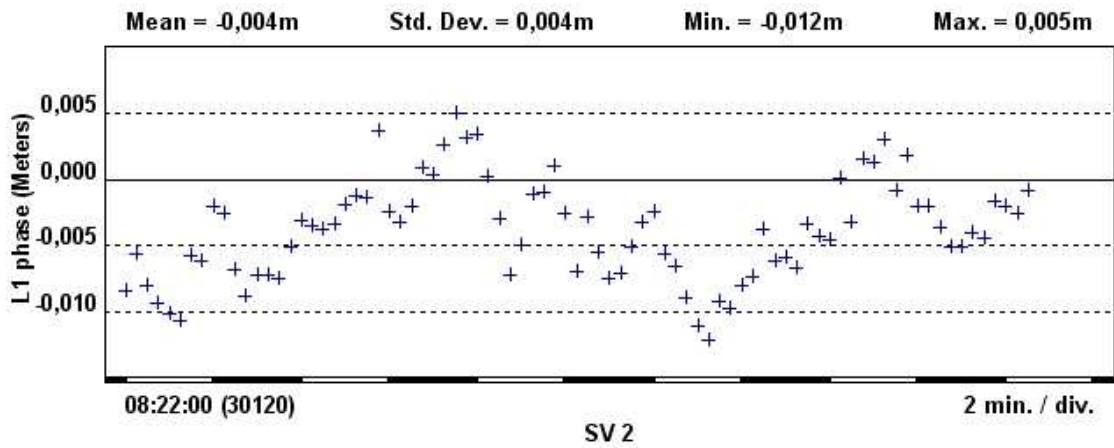
2 min. / div.

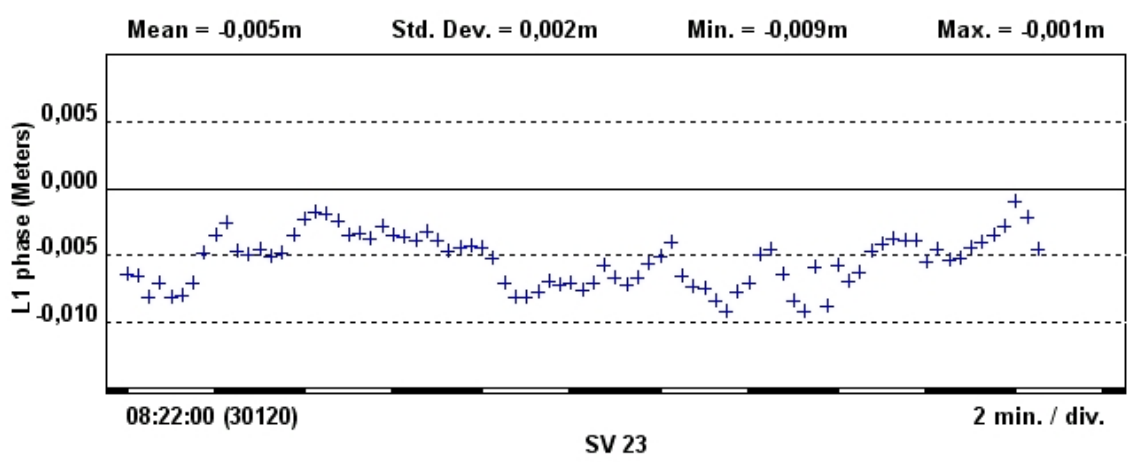
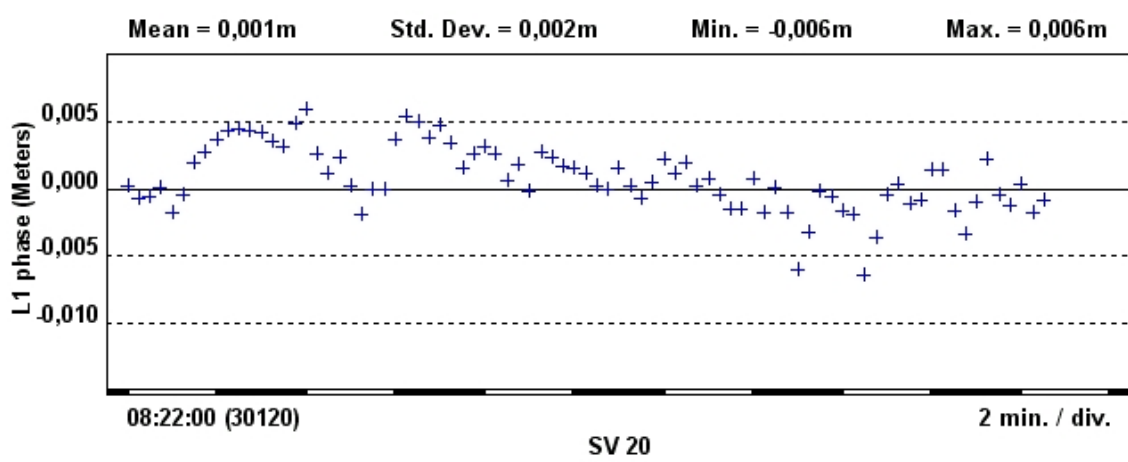
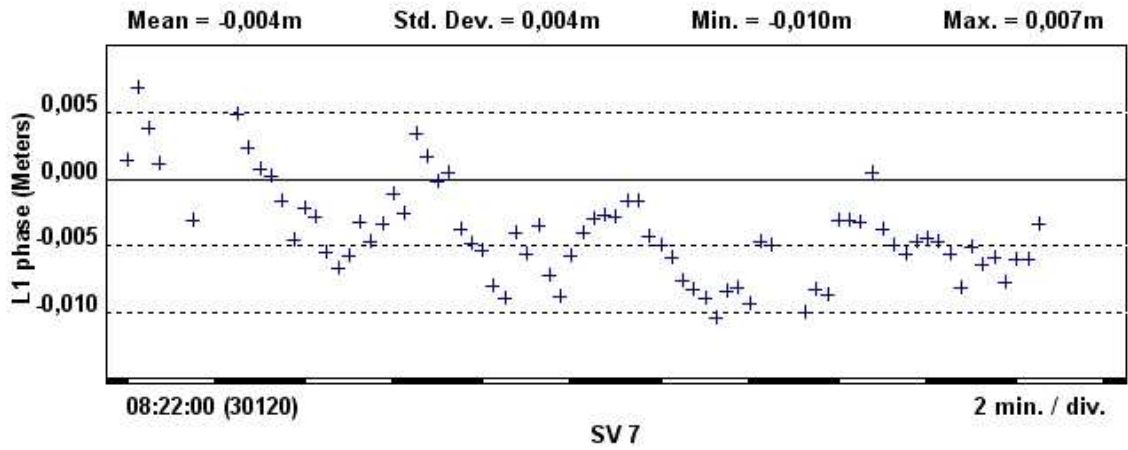
Full phase \_\_\_\_\_ Half phase \_\_\_\_\_

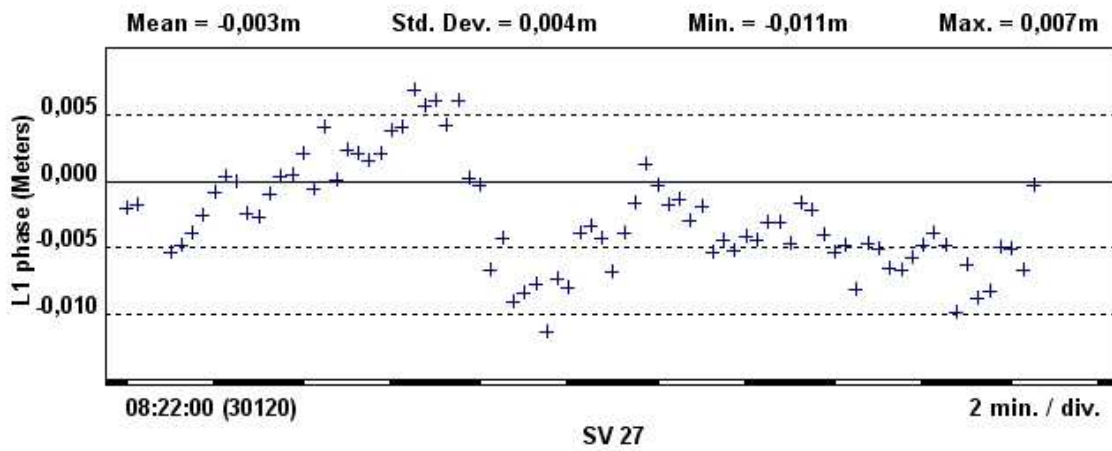
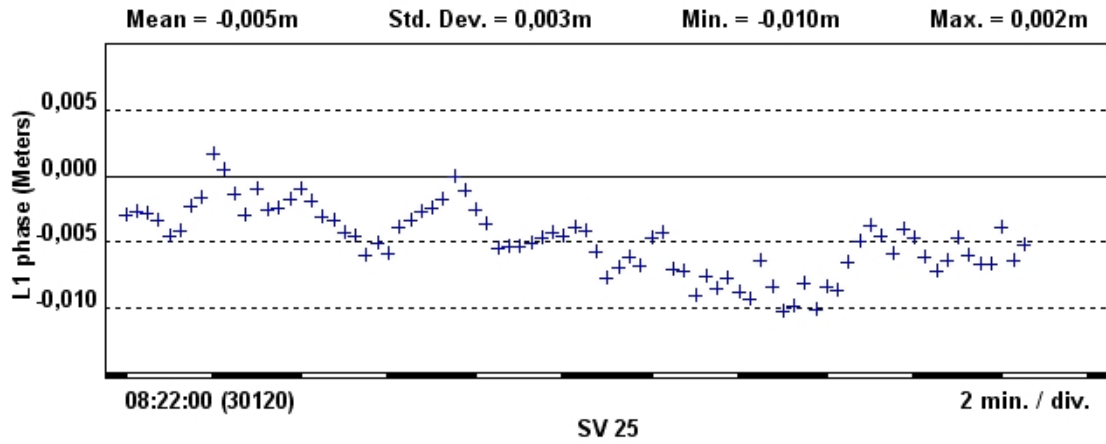




## Residuals







## Processing Style - Trimble Default

Elevation Mask	13 degrees
Ephemeris	Broadcast
Solution Type	Fixed

## Static

Minimum baseline observation time	120 seconds
Maximum baseline length to attempt a fixed solution :	
Using broadcast ephemeris	200 kilometers
Using precise ephemeris	2000 kilometers

## Kinematic

<b>Minimum reference observation time</b>	600 seconds
<b>Minimum static initialization observation time</b>	120 seconds
<b>Minimum known point initialization ratio</b>	3,000
<b>Minimum OTF processing time</b>	200 seconds

## Global

<b>Frequency type</b>	L1
<b>Maximum fixable cycle slip (static processing only)</b>	600 seconds
<b>Maximum iterations (static processing only)</b>	10
<b>Maximum integer search time (static processing only)</b>	30 minutes
<b>Antenna Model</b>	Trimble

## Quality

	Single frequency		Dual frequency	
	Flag	Fail	Flag	Fail
<b>RMS acceptance criteria</b>	0,030	0,040	0,020	0,030
<b>Ratio acceptance criteria</b>	3,000	1,500	3,000	1,500
<b>Reference variance acceptance criteria</b>	10,000	20,000	5,000	10,000
<b>Edit multiplier</b>	3,500			

## Tropo

<b>Model</b>	Hopfield
<b>Minimum zenith delay interval</b>	2 hours
<b>Use observed met data</b>	Enabled

## Iono

<b>Ambiguity resolution pass (static processing only)</b>	Enabled
<b>Apply to all baselines longer than</b>	10 kilometers
<b>Final pass</b>	Enabled
<b>Apply to all baselines longer than</b>	5 kilometers

## Events

<b>Interpolation method</b>	Linear
<b>Number of points to fit</b>	2
<b>Maximum allowed missing epochs</b>	0
<b>Time offset</b>	0 microseconds

## OTF Search

<b>Search method</b>	Optimal
----------------------	---------

**GEODETICKÉ ÚDAJE**  
trigonometrického bodu

Kraj: Jihočeský  
Okres: Český Krumlov  
Obec: Horní Planá

List č.: 1/1  
Stav k: 1998

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	130541

Číslo a název bodu		13	Na pastvině			13
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
13	TB	787437.61	1183615.43	niv. 796.80	hranol	
ETRS-89 13		B 48 46 47.2665	L 14 04 49.7188	Helips. 843.89		

Orientace na body (ve stupních)							
Číslo		Jižník	Délka strany	Číslo		Jižník	Délka strany
5		231 38 01.5	3924.946				

Místopisný popis: Bod je na malém vršku, 0.5 km jihovýchodně od kostela v Hodňově. Parcelní číslo je PK.

Bod	13					
Stab. údaje	0,00	žula 20.20.82	0,00	0,00	0,00	
	.92	žula 50.50.10				
	1.24	sklo 16.16.03				
Označ. povrch. značky na boku:	1946 j.					
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-1962,OSK-1998					
Kat. území: Parc.čís.: Druh poz.:	Horní Planá 1072/1					

<p>Druh a výška signal. stavby nebo nárys trvalého cíle:</p> <p>Signalizace z roku: .....</p>			Poznámky:
-----------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	-----------

# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušřovacího bodu

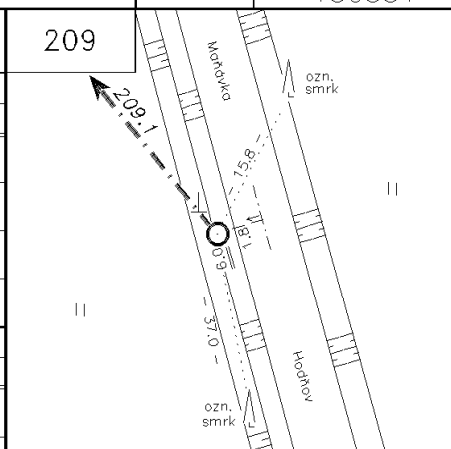
Kraj: Jihočeský  
 Okres: Český Krumlov  
 Obec: Horní Planá

List č.: 1/1  
 Stav k:

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	130551

Číslo a název bodu		209	K Maňávce		
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
209	ZHB	788675.53	1183095.57	815.05 <sup>niv.</sup>	hranol
209.1	OB1	788756.44	1183002.50	820.17	hranol



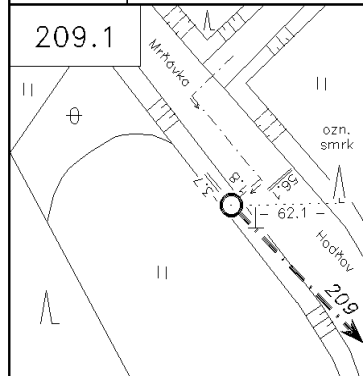
Orientace na body (v grádech) :					
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany
209.1	154.4423	123.320			

Bod určen : metodou GPS

Místopisný popis : Bod je asi 0.9 km od kostela v obci Hodňov ve stupni u silnice do Maňávky.

Bod určen :

Bod	209		209.1					
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x74	0.00	žula 16x16x64	0.00		0.00	
	.95	žula 20x20x8	.84	žula 20x20x7				
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-2000		OT-2000					
Kat.území Parc.čís.	Horní Planá 1102		Horní Planá 1102					



Bod	209	209.1		
Organizace, rok	Zřízení	2000 KÚ ČB	2000 KÚ ČB	
	Určení YX	2001	2001	
	Určení výšky	2001	2001	
	[Pře]Stabilizace	2000	2000	
Rok	Údržba	1900		
	Obnova			

Poznámka : Bod 209.1 určen metodou GPS.

# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušťovacího bodu

Kraj: Jihočeský

Okres: Český Krumlov

Obec: Horní Planá

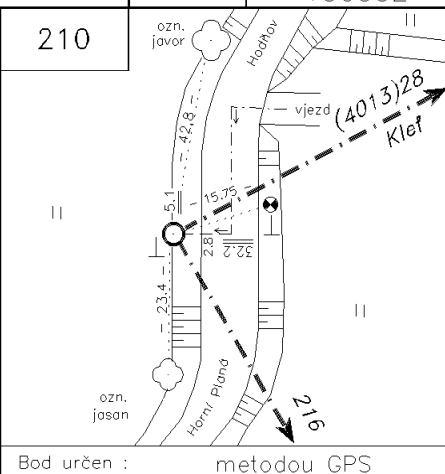
List č.: 1/1

Stav k: .....

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	130552

Číslo a název bodu		210	U smrku		
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
210	ZHB	789320.05	1184225.76	833.76 <sup>niv.</sup>	hranol



Orientace na body (v grádech) :

Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany
216	368.00025	1178.432			
/4013/ 28	273.39440	19645.507			

Bod určen : metodou GPS

Místopisný popis : Bod je asi 1.8 km jihozápadně od kostelav obci Hodňov na stupni u silnice Horní Planá – Hodňov.

Bod určen :

Bod	210						
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x72	0.00		0.00		0.00
	.92	žula 20x20x7					
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-2000						
Kat.území Parc.čís.	Horní Planá 1732						

--	--	--

Bod	210				
Organizace, rok	Zřizen	2000 KÚ ČB			
	Určení YX	2001			
	Určení výšky	2001			
	[Pře]Stabilizace	2000			
Rok	Údržba	1900			
	Obnova				

Poznámka :



# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušřovacího bodu

Kraj: Jihočeský

Okres: Český Krumlov

Obec: Horní Planá

List č.: 1/1

Stav k: .....

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	130542

Číslo a název bodu		215	Myslivecké údolí			215
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
215	ZHB	787461.16	1184696.10	754.03	hranol	
Orientace na body (v grádech) :						Bod určen : metodou GPS
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany	
218	337.37888	1369.616				
4013/28	269.24341	18176.119				

Místopisný popis : Bod je asi 1.5 km jihovýchodně od kostela v obci Hodňov, na hraně příkopu u silnice Černá v Pošumaví – Hodňov.

Bod určen :

Bod	215					
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x77	0.00		0.00	0.00
	.97	žula 20x20x8				
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-2000					
Kat.území Parc.čís.	Horní Planá 163					

--	--	--

--	--	--

Bod	215		
Organizace, rok	Zřízení	2000 KÚ ČB	
	Určení YX	2001	
	Určení výšky	2001	
	[Pře]Stabilizace	2000	
Rok	Údržba	1900	
	Obnova		

Poznámka :

--	--	--

# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušťovacího bodu

Kraj: Jihočeský  
 Okres: Český Krumlov  
 Obec: Horní Planá

List č.: 1/1  
 Stav k:

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	130552

Číslo a název bodu		216	Nad Jelem			216
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
216	ZHB	788752.34	1185258.43	793.90	hranol	
Orientace na body (v grádech) :						
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany	
210	168.00025	1178.432	4013/ 28	269.57452	19581.015	
217	373.44476	1363.316				
						Bod určen : geodetickou metodou

Místopisný popis : Bod je asi 2.3 km jihovýchodně na rohu lesa od kostela v obci Hodňov

Bod určen :

Bod	216					
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x67	0.00		0.00	0.00
	.87	žula 20x20x9				
Ochranný znak: (druh, rok)	OT-2000					
Kat. území Parc. čís.	Horní Planá 1324					

Bod	216			
Organizace, rok	Zřízení	2000 KÚ ČB		
	Určení YX	2001		
	Určení výšky	2001		
	[Pře]Stabilizace	2000		
Rok	Údržba	1900		
	Obnova			

Poznámka :

# GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušřovacího bodu

Kraj: Jihočeský

Okres: Český Krumlov

Obec: Horní Planá

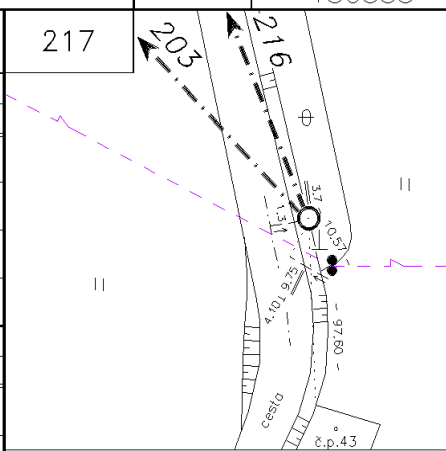
List č.: 1/1

Stav k: .....

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	130553

Číslo a název bodu		217	U samoty			217
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
217	ZHB	788200.01	1186504.85	741.40	hranol	
Orientace na body (v grádech) :						
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany	
203	153.43735	566.943				
216	173.44476	1363.316				
Bod určen : metodou GPS						



Místopisný popis : Bod je asi 3.1 km severozápadně od kostela v obci Černá v Pošumaví, na stupni u cesty do lesa.

Bod určen :

Bod	217					
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x71	0.00		0.00	0.00
	.93	žula 20x20x10				
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-2000					
Kat.území Parc.čís.	Horní Planá 1498/1					

--	--	--

--	--	--

Bod	217				
Organizace, rok	Zřízení	2000 KÚ ČB			
	Určení YX	2001			
	Určení výšky	2001			
	[Pře]Stabilizace	2000			
Rok	Údržba	1900			
	Obnova				

Poznámka :