

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2009

Miroslav Fink

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
Katedra pozemkových úprav

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Realizace a zaměření sítě polohových a výškových
bodů v povodí Ostřice různými metodami.

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Magdalena Maršíková

Autor:
Miroslav Fink

2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra pozemkových úprav
Akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, JMĚLICKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav FINK**
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Realizace a zaměření sítě polohových a výškových bodů
v povodí Ostřice různými metodami.**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je vybudování sítě bodů, jejich polohové a výškové určení jako podklad pro další měření v lokalitě.

- sběr stávajících podkladů a rekonstrukce dané lokality
- zhodnocení hustoty stávajícího bodového pole a jeho doplnění
- stabilizace bodů a jejich zaměření geodeticky a GPS
- zpracování zaměřených údajů
- vyhotovení 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.
Pažourck, 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
Budovatelů 15
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Martin Kržek, CSc.
děkan

I.S


doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. března 2007

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Realizace a zaměření sítě polohových a výškových bodů v povodí Ostřice různými metodami vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů uváděných v seznamu použité literatury.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 28. 4. 2009

.....

Miroslav Fink

Poděkování

Děkuji paní Ing. Magdaleně Maršíkové za odborné rady a vedení při zpracování této diplomové práce. Dále bych touto cestou chtěl poděkovat panu Ing. Karlu Mikovi za rady týkající se zacházení s aparaturou GPS a příslušným softwarem pro zpracování naměřených dat.

Anotace

V této práci bylo zpracováno téma Realizace a zaměření sítě polohových a výškových bodů v povodí Ostřice různými metodami.

Jejím cílem byla rekognoskace části povodí Ostřice, zhodnocení stávajícího bodového pole, návrh a doplnění sítě bodů PPBP v hustotě dostačující pro další geodetické práce v oblasti a polohové a výškové zaměření bodů geodetickými metodami a metodou GPS.

Rekognoskace území proběhla na základě geodetických a nivelačních údajů o bodech a mapových podkladů. Byla vybudována síť 18 bodů PPBP. Devět z nich jsem polohově určil metodou geodetickou a metodou GPS. Pro polohové zaměření geodetickou metodou byla použita elektronická totální stanice Leica TC 407, pro metodu GPS aparatura Trimble 4600LS. Výškově byly body určeny technickou nivelací. K výškovému zaměření bodů byl použit nivelační přístroj Topcon AT – 24A.

Anotation

In this thesis was elaborated the topic: Project and surveying of the network for planimetry and hight points in the area of the river Ostřice using several methods.

It's purpose was a reconnaissance of the part of a basin of Ostřice, assessment of existing point field, propose and complete the point network for planimetry in sufficient density for further surveying work in the area and survey of location and level by using geodetic methods and GPS.

The reconnaissance of the area was conducted due to geodetic and levelling data of the points and maps. A network of 18 points of the detailed point network was built. I located nine of them by using a GPS method and a method of polygonal traverse. The electronic total station Leica TC 407 was used for the point survey by the method of polygonal traverse, for the GPS method was used a GPS apparatus Trimble 4600LS. Altitude of the points was determined by the method of technical levelling. For the altitude determination was used a Topcon AT – 24A levelling device.

Obsah

1	ÚVOD	3
2	BODOVÁ POLE	4
2.1	Polohová bodová pole.....	5
2.1.1	Základní polohové bodové pole.....	5
2.1.2	Zhušťovací body (ZhB)	7
2.1.3	Podrobné polohové bodové pole (PPBP).....	7
2.1.4	Stabilizace bodů polohových polí.....	7
2.1.5	Signalizace a ochrana bodů polohových polí	10
2.1.6	Číslování bodů polohových polí	11
2.2	Výšková bodová pole.....	12
2.2.1	Základní výškové bodové pole	12
2.2.2	Podrobné výškové bodové pole	14
2.2.3	Výškový systém ČR.....	15
2.2.4	Stabilizace bodů výškových polí	16
2.2.5	Signalizace a ochrana bodů výškových polí	17
3	BUDOVÁNÍ PPBP	18
3.1	Přípravné práce	18
3.1.1	Podklady pro budování sítě PPBP	18
3.1.2	Rekognoskace stávajících bodových polí	18
3.1.3	Rekognoskace terénu a volba polohy nových bodů.....	19
3.2	Měřické práce	19
3.2.1	Zaměření nově zvolených bodů PPBP.....	19
3.2.2	Geometrická nivelace ze středu	21
3.2.3	Polygonový pořad	23
3.2.4	Technologie GPS	25
3.3	Výpočetní práce	26
3.3.1	Výpočet souřadnic bodů	26
3.3.2	Výpočet nadmořské výšky bodů.....	27
4	GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)	28
4.1	Historie družicových navigačních systémů	28
4.2	Segmenty GPS	29
4.2.1	Kosmický segment.....	30
4.2.2	Řídící segment	30
4.2.3	Uživatelský segment	31
4.2.4	Signály vysílané družicemi GPS.....	32

4.3	Přesnost GPS.....	33
4.4	Souřadnicové systémy GPS	37
4.4.1	WGS 84.....	37
4.4.2	ETRS - 89	37
5	CÍL PRÁCE.....	39
6	METODIKA.....	40
7	NAVRŽENÍ A ZAMĚŘENÍ BODOVÉHO POLE.....	42
7.1	Popis zájmového území	42
7.2	Podklady potřebné pro tvorbu sítě PPBP.....	43
7.3	Rekognoskace stávajícího polohového a výškového bodového pole	43
7.4	Rekognoskace území okolí potoka Ostřice.....	45
7.4.1	Stabilizace nově navržených bodů PPBP	46
7.5	Polohové zaměření stabilizovaných bodů PPBP	46
7.5.1	Zaměření bodů klasickou geodetickou metodou	47
7.5.2	Zaměření bodů metodou GPS.....	48
7.6	Výškové zaměření nově stabilizovaných bodů PPBP	49
7.7	Technické vybavení	50
7.8	Výpočetní práce	52
7.8.1	Výpočet polohy bodů.....	52
7.8.2	Výpočet nadmořské výšky bodů.....	54
7.9	Programové vybavení	55
7.10	Výsledky měření a porovnání metod	57
8	ZÁVĚR	60
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	63
11	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	65
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	66

1 ÚVOD

Povodí toku Ostřice se nachází na území mezi obcemi Hodňov a Horní Planá v okrese Český Krumlov. Rozkládá se na necelých 10 km². Samotný tok Ostřice je dlouhý přibližně 5 km, prochází územím od severu k jihu a ústí do nedaleké vodní nádrže Lipno. Celé povodí toku je zájmovým územím pracovníků katedry pozemkových úprav Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, kteří na různých úsecích toku provádějí odběry vzorků povrchových a drenážních vod. Ty následně ve spolupráci se Zemědělskou vodohospodářskou správou vyhodnocují.

Předmětem mé diplomové práce je realizovat a různými metodami zaměřit síť polohových a výškových bodů na dolní části povodí Ostřice. Tato část zaujímá zhruba desetinu celkové rozlohy povodí, tedy přibližně 1 km². Nově vybudovaná síť bodů podrobného polohového bodového pole by měla sloužit pro podrobná měření v oblasti. Tato podrobná měření by se měla týkat především mapování území, zaměření části toku Ostřice, protékající tímto územím a sledování a případné zaměřování změn v oblasti.

2 BODOVÁ POLE

Soubory geodetických bodů tvoří souhrnně celky zvané bodová pole. Podle [1] se bodová pole dělí podle účelu využití na:

- polohová bodová pole
- výšková bodová pole
- tíhová bodová pole

Polohové, výškové i tíhové bodové pole se vždy dělí na základní a podrobné. Dohromady tvoří tzv. geodetické základy. Geodetický bod jednoho bodového pole může být zároveň součástí jiného bodového pole – může tedy být současně řazen do více bodových polí.

I) Polohová bodová pole

I. I) základní polohové bodové pole (ZPBP) obsahuje

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

I. II) zhušťovací body

I. III) podrobné polohové bodové pole (PPBP)

II) Výšková bodová pole

II. I) základní výškové bodové pole (ZVBP)

- tvořeno sítí základních nivelačních bodů (ZNB) a bodů České státní nivelační sítě (ČSNS) I.- III. řádu.

II. II) podrobné výškové bodové pole (PVBP)

- tvořeno body IV. řádu ČSNS, body plošných nivelací, stabilizovanými body technických nivelací či body polohových a tíhových polí, které byly výškově určeny metodou technické nivelace.

III) Tíhová bodová pole

III. I) základní tíhové bodové pole (ZTBP) sestává z

- absolutních tíhových bodů,
- bodů České gravimetrické sítě nultého, I. a II. řádu,

- bodů hlavní gravimetrické základny.

III.II) podrobné tíhové bodové pole (PTBP) obsahuje

- body gravimetrického mapování,
- body účelových sítí.

Tíhová pole slouží podle [2] především k vědeckým účelům, jako jsou např. zavádění výškových oprav či určování slapů Země. Vzhledem k zaměření této práce je tedy vynechám a budu se dále podrobněji zabývat pouze bodovými poli polohovými a výškovými.

2.1 Polohová bodová pole

2.1.1 Základní polohové bodové pole

Jak již bylo zmíněno v předcházející části, základní polohové bodové pole obsahuje body sítí NULRAD, AGS, ČSTS a geodynamické sítě. Na tomto místě bych chtěl alespoň stručně jednotlivé sítě charakterizovat.

Česká státní trigonometrická síť (ČSTS)

Tato síť bodů, dříve nazývaná také Československá jednotná trigonometrická síť, vznikala v letech 1920 - 1957 na území tehdejšího Československa ve třech etapách. Dělí se na 5 řádů, body nižších řádů vždy plošně zahušťují síť řádů vyšších. Hustota bodů V. řádu je v průměru 1,5 km (pohybuje se v rozmezí 1 – 3 km), polohová chyba, vztahující se k sousedním bodům sítě, se udává 15 mm. [3]

Česká státní trigonometrická síť se stala základem pro systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S – JTSK), který je stále závazným souřadnicovým systémem v naší zemi.

V současnosti se na území České republiky vyskytuje přibližně 28 900 trigonometrických bodů.

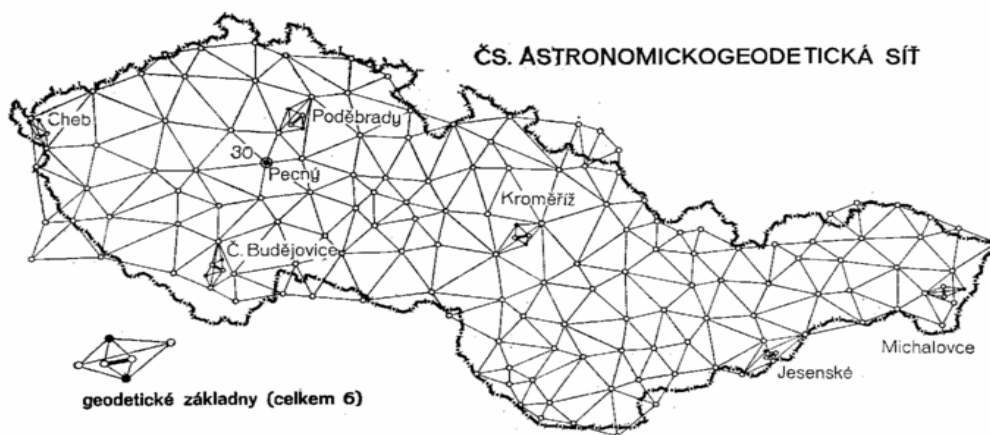
Astronomicko - geodetická síť (AGS)

Současně s probíhajícím zhušťováním ČSTS vznikala i další polohová síť – astronomicko - geodetická (v té době nesla název *Základní trigonometrická síť*). Tato síť vznikala podle tehdejších nejnovějších poznatků a s nejvyšší možnou přesností.

Astronomicko - geodetická síť umožňuje (na rozdíl od ČSTS) napojení na síť ostatních států východní Evropy, s kterými dohromady tvoří Jednotnou astronomicko - geodetickou síť.

Síť pokrývá celé území státu a na rozdíl od jiných zemí je pouze částečně totožná s I. řádem České státní trigonometrické sítě.

Obr. 1 Československá astronomicko – geodetická síť



Zdroj: <http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch03.html#id305538>

Síť nultého řádu (NULRAD)

NULRAD je referenční síť, která vznikala postupným připojením vybraných geodetických bodů k souřadnicovému systému ETRS – 89 pomocí kosmické geodézie, jedná se tedy o referenční GPS síť. Body byly zaměřovány ve dvou etapách (v letech 91 – 92), výsledkem bylo 10 bodů s určenými souřadnicemi v ETRS – 89 na území České republiky (měření probíhalo v rámci celé tehdejší ČSFR). Tato základní síť byla následně v polovině devadesátých let kampaněmi DOPNUL zahuštěna na 176 bodů. Většina bodů sítě nultého řádu je totožná s body AGS.

Základní geodynamická síť (ZGS)

Součástí geodynamické sítě jsou kromě vybraných trigonometrických bodů i vybrané body nivelační a tíhové, celkem je tvořena 36 geodynamickými body. Je využívána ke sledování pohybu zemské kůry.

2.1.2 Zhušřovací body (ZhB)

Zhušřovací body byly před rokem 2007 označovány jako podrobné polohové body I. třídy přesnosti. Vyhláškou č. 26/2007 Sb. byly však třídy přesnosti nahrazeny kódy kvality a zhušřovací body se staly samostatnou skupinou. Zhušřovací body se využívají k určování bodů PPBP. Volí se přednostně na pevných objektech, jako jsou např. nivelační kameny, rovné střechy domů, nebo jako trvale signalizované body, např. věže (výjimku zde tvoří vysílače, vlajkové tyče a komíny továren, které k tomuto účelu sloužit nemohou).

2.1.3 Podrobné polohové bodové pole (PPBP)

Podrobné polohové bodové pole se buduje z důvodu nedostatečné hustoty sítě trigonometrických a zhušřovacích bodů pro podrobná měření.

Přesnost určení souřadnic x , y bodů je charakterizována střední souřadnicovou chybou bodu:

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{(m_x^2 + m_y^2)}{2}} \quad (1)$$

Mezní odchylka se určí ze vztahu:

$$2,5 m_{xy} \quad (2)$$

2.1.4 Stabilizace bodů polohových polí

Body ZPBP

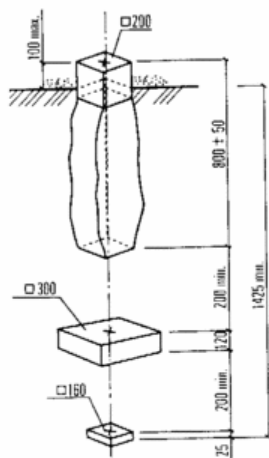
Stabilizaci bodů ZPBP lze provést několika způsoby:

- I) Základním způsobem je stabilizace žulovým kamenem s přibližnou délkou 0,8 m, s hlavou opracovanou do tvaru krychle o straně délky 0,2 m. Vrchní strana hlavy hranolu je ve středu opatřena křížkem orientovaným ve směru úhlopříček. Tato povrchová značka je zajištěna dvěma značkami podzemními. Jednu podzemní značku tvoří kamenná, druhou obvykle skleněná deska, obě opatřené křížkem na svrchní straně. Každá značka je umístěna cca 0,2 m pod značkou předcházející. Křížky všech tří značek musí ležet na svislici, mezní odchylka od svislice je

0,003 m. Jáma, ve které jsou značky umístěny, se zasypává z důvodu snadnější identifikace při hledání bodu odlišným materiálem (Obr. 2).

- II) Druhým způsobem je použití stejné povrchové značky, jako v předcházejícím způsobu, a jedné značky podpovrchové, kterou tvoří kamenná deska s křížkem na svrchní straně, zabetonované ve skále.
- III) U třetího způsobu se užívá stále tatáž povrchová značka, nebo čepová nivelační značka s křížkem, nebo otvorem, které jsou zabetonovány ve skále. U obou případů je značka zajištěna buď čtyřmi nivelačními značkami s křížkem, nebo dvěma zajišťovacími body.
- IV) U bodů volených na plochých střechách budov se jako stabilizace užívá kovový čep s křížkem, osazený do pláště střechy. Takto stabilizovaný bod je jištěn dvěma zajišťovacími body umístěnými mimo budovu.
- V) Méně obvyklým způsobem, používaným v zastavěném území, je tzv. boční stabilizace dvěma konzolovými značkami zapuštěnými do svislé plochy stavby. Souřadnice bodu jsou v tomto případě vztaženy k vrcholu rovnoramenného trojúhelníka, jehož základnu tvoří právě konzolové značky. Nadmořská výška je vztažena vždy k horní ploše levé konzoly při pohledu z vrcholu trojúhelníka. I pro takto stabilizovaný bod se zřizují dva body zajišťovací. [4]

Obr. 2 Stabilizace bodu ZPBP



Zdroj: <http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch03.html#id305876>

Zajištění bodů ZPBP

U bodů s trvalou signalizací se zřizují dva zajišťovací body. První z nich je stabilizován jako bod ZPBP v odstavci I), druhý má opracovanou hlavu o straně 0,15 m a pouze jednu podzemní značku.

Alespoň dva zajišťovací body se také zřizují, pokud u bodu ZPBP stabilizovaného podle odstavce I) nelze osadit dvě ze tří stabilizačních značek. Tyto zajišťovací body mají oba rozměr, jako druhý zajišťovací bod v předchozím případě. Pokud bodu ZPBP nelze osadit pouze jedna ze tří značek, zbuduje se zajišťovací bod alespoň jeden.

Zhušťovací body

Taktéž u zhušťovacích bodů je několik možností jejich stabilizace.

- I) Použití povrchové značky – kamenného kvádrů s opracovanou hlavou o délce hrany 0,15 m, a jedné podpovrchové značky – kamenné desky s vytesaným křížem na svrchní straně. Křížky musí ležet na svislici, v tomto případě s přesností 0,005 m.
- II) Stabilizace toutéž povrchovou značkou, jako v předchozím případě, nebo nivelační značkou s křížkem, či otvorem, které jsou zabetonovány ve skále, nebo betonovém masivu.
- III) Střešní stabilizace kovovým čepem s křížkem (u staveb s plochou střechou).
- IV) Boční stabilizace dvěma konzolovými značkami shodně jako u bodů ZPBP (viz stabilizace bodů ZPBP, odstavec V).
- V) Další možností stabilizace zhušťovacích bodů je použití neporušené stabilizace nivelačního kamene. V tomto případě je za střed bodu považován průsečík úhlopříček horní strany kamene, nebo střed vrchlíku osazené hřebové značky.
- VI) Trvale signalizovaný bod (např. makovice na věži kostela).

Zajištění zhušťovacích bodů

Zajišťovací bod je stabilizován povrchovou značkou jako ZhB v I. odstavci, nebo značkami uvedenými v odstavcích II), IV) a V). Jedním zajišťovacím bodem se zajišťuje zhušťovací bod bez podzemní značky, dvěma pak trvale signalizovaný zhušťovací bod.

Body PPBP

Tyto body se volí na objektech s jakoukoliv osazenou stabilizační značkou, na hraničních kamenech, mostech a propustcích osazených nivelační hřebovou značkou, na technických objektech poskytujících trvalou stabilizaci, znakem na šachtách (mimo zastavěné části obce). Taktéž je možné tyto body stabilizovat vytesáním křížku do opracované skály, kovovými značkami s plochou hlavou zatlučenými do zpevněného povrchu pevných konstrukcí, ocelovými trubkami nebo čepy v betonových blocích o min. rozměrech 0,2 x 0,2 x 0,7 m, nebo zaraženými plnostěnnými trubkami o průměru min. 0,003 m a délce alespoň 0,6 m opatřenými barevnou plastovou hlavou o velikosti nejméně 0,12 x 0,12 x 0,12 m. [5]

Pomocné body

Stabilizace pomocných bodů se realizuje zatlučením dřevěných kolíků se středem vyznačeným zatlučeným hřebíčkem, či tužkou znázorněným křížkem, ocelové trubky, nastřelovacích hřebů, či značek na trvalých objektech (poslední dvě varianty jsou využívány hlavně v intravilánu).

2.1.5 Signalizace a ochrana bodů polohových polí

Zvýraznění bodů pro jejich snadnější identifikaci v terénu je různé a proměnlivé podle potřeby. Body ZPBP se signalizovaly pomocí troj- , nebo čtyřboké pyramidy, která na svém vrcholu nesla signální tyč. Signalizace trigonometrických bodů vyšších řádů se prováděla dřevěnými věžemi o dvou nezávislých konstrukcích. Ta vnější a vyšší nesla signální tyč, vnitřní robustnější část sloužila jako vyvýšené stanoviště pro umístění přístroje. Tyto stavby jsou z dnešního hlediska dosti nákladné, a proto se již budují velmi zřídka, zejména v oblastech, kde se předpokládá velký objem měřických prací. Výjimečně se lze také setkat se signalizací zděnými, k tomu účelu postavenými objekty, betonovými pyramidami či pevnými tyčovými signály.

Způsob signalizace bodů PPBP se liší podle délky záměr či potřebné přesnosti. Na větší vzdálenosti se používají přenosné konstrukce, které lze za snížené viditelnosti ve vrcholu opatřit zábleskovým zařízením, na kratší vzdálenosti postačí výtyčka ve stojánku, nebo pouze hrot svisle drženého hřebu, či tužky.

Geodetické body bývají podle [1] chráněny ochrannými prvky, např.:

- ochrannou červenobílou (příp. černobílou) tyčí, umístěnou obvykle ve vzdálenosti 0,75 m od centra bodu,
- betonovou skruží,
- výstražnou tabulkou s nápisem „ Státní triangulace. Poškození se trestá.“ ,
- ochranným (také vyhledávacím) kopcem,
- či trojbokou pyramidou.

2.1.6 Číslování bodů polohových polí

Body polohových polí jsou označovány číslem, v některých případech i názvem, a příslušností k evidenční jednotce [3].

Úplné číslo bodu je vždy 12-ti místné, skládá se z předčíslí a vlastního čísla bodu.

Číslo bodu ZPBP má tvar: **0009 xxxx xxx0**

- první čtyři číslice tvoří standardní předčíslí 0009,
- druhé čtyřčíslí vyjadřuje číslo triangulačního listu,
- poslední 4 číslice vyjadřují vlastní trojmístné číslo bodu (001-199) a nulu.

Číslo zhušťovacího bodu:- tvar čísla je totožný s body ZPBP, jen vlastní číslo bodu se pohybuje v rozsahu 201- 499,

- číslo přidruženého bodu k bodu ZPBP či zhušťovacímu bodu se uvádí ve stejném tvaru, jako číslo bodu, ke kterému je bod přidružen s tím rozdílem, že místo poslední nuly je pořadové číslo přidruženého bodu.

Čísla bodů PPBP:

- první tři číslice udávají pořadové číslo katastrálního území v rámci okresu,
- čtvrtou až osmou číslici tvoří nuly,
- poslední čtyři číslice vyjadřují vlastní číslo bodu uvnitř katastru v rozmezí 0501- 3999.

Čísla pomocných bodů: - prvních osm míst čísla je totožných, jako u bodů PPBP, poslední čtyři číslice vyjadřují vlastní číslo bodu, které může být od čísla 4001 včetně.

Podrobné body: - první 3 číslice udávají číslo katastrálního území, čtvrtá číslice je uvnitř okresu nulová, pokud však bod náleží do katastrálního území sousední obce, nabývá hodnot 1- 8, - pátá až osmá číslice jsou pořadovým číslem měřického náčrtu, - devátá až dvanáctá číslice udává pořadové číslo bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí 0001- 3999. [6]

2.2 Výšková bodová pole

Soubory výškových bodů vytvářejí výškové (nivelační) sítě. Tyto body jsou zaměřeny metodou velmi přesné, nebo přesné nivelace a počítají se v určitém výškovém systému. Na ně pak navazují další výšková měření používaná k různým praktickým účelům [7] .

Stejně jako polohové, tak i výškové bodové pole se dělí na základní a podrobné.

2.2.1 Základní výškové bodové pole

ZVBP se skládá ze základních nivelačních bodů (ZNB) a bodů České státní nivelační sítě I. – III. řádu. V následujících odstavcích se opět pokusím jednotlivé sítě v jednoduchosti popsat.

Základní nivelační body

S budováním základních nivelačních bodů se začalo již koncem 19. století za Rakouska – Uherska. Celkem bylo na území tehdejšího Československa zaměřeno 22 základních nivelačních bodů, z nichž na území dnešní České republiky se jich nachází 12. Nejznámějším je ZNB Lišov I, který můžeme nalézt zhruba 5 km od Českých Budějovic a jeho nadm. v. je 564,7597 m. n. m. Bod byl zřízen již v roce 1889 a roku 1972 byl okruh 150 m kolem tohoto bodu prohlášen chráněným územím geodetického bodu. ZNB Lišov I slouží jako referenční bod – základní pro všechny nivelační sítě.

Základní nivelační body jsou umístěny ve vybraných lokalitách stanovených na základě geologických posudků. Stabilizace bodů jsou provedeny v neporušených skalních výchozech a jsou chráněny pomníkem. Slouží k zajištění a ověřování výšek v ČSNS [8]. Výšky ZNB byly určeny a jsou pravidelně ověřovány velmi přesnou nivelací.

Obr. 3 Základní nivelační bod Lišov I



Zdroj: www.cuzk.cz

Body ČSNS I.- III. řádu

Výškové body ČSNS I. řádu utvářejí nivelační pořady seskupené do nivelačních polygonů o délce 300 – 400 km. Jednotlivé polygony tvoří uzavřené obrazce, ohraničující tzv. nivelační oblasti I. řádu. Jednotlivé nivelační oblasti I. řádu se označují velkými písmeny od západu k východu a po vrstvách od severu k jihu. Každý nivelační pořad I. řádu se pak značí velkými písmeny styčných oblastí a názvy míst, kde pořad začíná a končí.

ČSNS II. řádu vznikla vložení nivelačních pořadů II. řádu do jednotlivých polygonů řádu I. Tyto pořady pak spolu s částmi pořadů I. řádu vytvářejí znovu uzavřené polygony o délce cca 100 km a ohraničují nivelační oblasti II. řádu. Ty se označují velkým písmenem oblasti I. řádu a malým písmenem (opět značeno od západu k východu a po vrstvách od severu k jihu).

Nivelační pořady II. řádu se označují velkým písmenem oblasti I. řádu, dvěma malými písmeny styčných oblastí II. řádu a názvy míst počátku a konce pořadu.

Nivelační síť III. řádu tvoří nivelační pořady III. řádu, které dále zhušťují síť I. a II. řádu. Značí se velkým písmenem oblasti I. řádu, malým písmenem oblasti II. řádu, pořadovým číslem a názvy počátečního a koncového místa nivelačního pořadu [8].

Body ČSNS I. a II. řádu jsou zaměřovány metodou velmi přesné nivelace (VPN), body ČSNS III. řádu metodou přesné nivelace (PN).

Tab. 1 *Přehled nivelačních pořadů I. – III. řádu*

Řád	Počet pořadů	Počet nivel. bodů	Délka pořadů [km]
I.	75	15 988	4 149
II.	233	19 742	5 775
III.	986	48 062	14 985

Zdroj: HÁNEK, P., Doc. Ing., CSc., MARŠÍKOVÁ, M., Ing., HÁNEK, P., Ing., Geodézie pro obor Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

2.2.2 Podrobné výškové bodové pole

Podrobné výškové bodové pole tvoří:

Body ČSNS IV. řádu

Nivelační síť IV. řádu tvoří nivelační pořady IV. řádu, zahušťující nivelační síť vyšších řádů. Pořady jsou označeny velkým písmenem oblasti I. řádu, malým písmenem oblasti II. řádu, nulou s pořadovým číslem a názvy míst začátku a konce pořadu. Měření výšek bodů ČSNS IV. řádu se provádí metodou přesné nivelace (PN).

Plošné nivelační síť

Vytvářejí síť nivelačních pořadů, rozložených na ploše zaměřovaného území. Bývají budovány podle potřeby, většinou pro obce nebo lokality s rozsáhlejší výstavbou [8]. Výšky bodů těchto sítí se taktéž určují metodou PN.

Součástí PVBP jsou i stabilizované body technických nivelací a body polohových a tíhových polí, které byly výškově určeny metodou technické nivelace.

Nivelační body jsou rozmístěny tak, aby jejich průměrná vzdálenost v nezastavěném území byla menší než 1 km, v zastavěném území v průměru 0,3 km. V intravilánu jsou osazeny vždy nejméně tři značky.

2.2.3 Výškový systém ČR

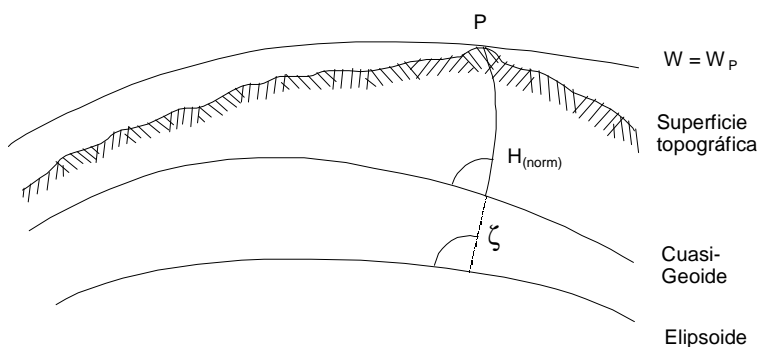
Výšková bodová pole, základní i podrobné, spolu se střední hladinou použitého moře (nulový výškový bod), druhem použitých výšek (způsob respektování tíhového pole) a způsobem vyrovnání tvoří skupinu prvků, charakterizující výškový systém státu. Výšková bodová pole byla již zmíněna v předcházející kapitole, zaměřím se zde tedy na ostatní prvky.

V České republice je od 50. let 20. století závazný a od 1. 1. 2000 jediný uznávaný výškový systém Balt po vyrovnání. Za nulový výškový bod je v tomto systému zvolena střední hladina Baltského moře podle mareografu v Kronštadu. Systém Balt po vyrovnání (Bpv) používá normální (ortometrické) Moloděnského výšky (H_N^B). Moloděnský ve své teorii nahradil skutečnou hodnotu gravitačního zrychlení g_m^B hodnotou určenou přímým měřením γ_m^B na zemském povrchu.

Moloděnského výšky podle [9] neuvažují rozložení zemské hmoty mezi bodem a geoidem – vlivem toho vzniká plocha zvaná *kvazigeoid*. Ta se s geoidem ztotožňuje pouze na hladině oceánů, pod pevninami stoupá nad něj, v rovinách pouze o několik centimetrů, v horách vyšších 4000 m to může být až o 2 metry. Systém Balt po vyrovnání byl zaveden plošně pro všechny státy tehdejší Varšavské smlouvy, jednotlivé země měly do té doby různé výškové systémy a tak byla z pohledu SSSR nutnost je vyrovnat a zavést jednotný systém. Celá síť byla tedy vyrovnána mezinárodně v rámci socialistických států. Přechod nebyl jednoduchý a zabral několik let, během nich se využívaly prozatímní výškové systémy (např. B- 68, B- 46).

V České republice nahrazoval systém Bpv Jaderský výškový systém, který u nás platil od dob Rakouska – Uherska. Jaderský výškový systém měl svůj nulový výškový bod v Terstu u Jaderského moře a používal normální ortometrické výšky. Pro jejich výpočet se skutečné tíhové zrychlení nahrazuje tíhovým zrychlením normálním. Normální ortometrické výšky neberou v úvahu nepravidelné rozložení hmot a jejich hustoty v okolí tížnice [9].

Obr. 4 Výšky H vztažené k ploše kvazigeoidu



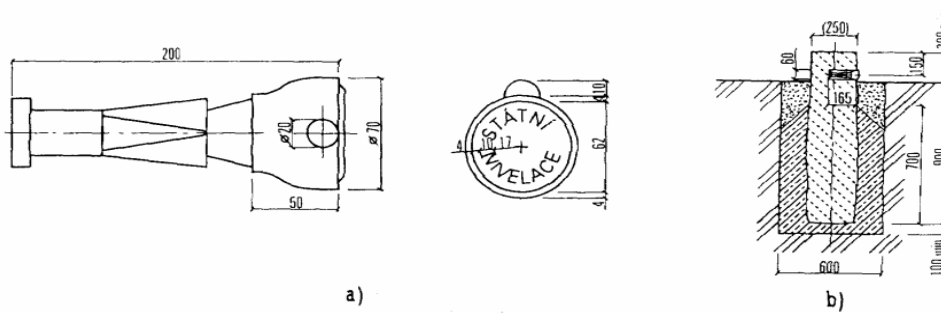
Zdroj: www.vzu.cz/data/zajimavosti/vy_sys.doc

2.2.4 Stabilizace bodů výškových polí

Nivelační body se v dnešní době stabilizují zejména pomocí litinových značek. Značky se osazují tak, aby vyčnívající hlava značky přesně definovala nadmořskou výšku bodu, bod byl dobře přístupný a aby na něj mohla být bez problémů postavena nivelační lať. Možností stabilizace bodů výškových polí je podle [1] několik:

- I) hřebovou značkou osazenou shora do vodorovné plochy skal, balvanů, vybraných staveb či horní plochy kamene,
- II) hřebovou značkou osazenou ze strany do svislé plochy, nebo shora do vodorovné plochy skal nebo vybraných staveb,
- III) hřebovou značkou pro hluboké stabilizace,
- IV) hřebovou značkou pro tyčové stabilizace,
- V) skalní značkou, kterou je vyhlazená ploška, nebo vodorovná ploška uprostřed s polokulovým vrchlíkem,
- VI) čepovou značkou označenou nápisem „Státní nivelace“ na nivelačních bodech základního výškového bodového pole, nebo bez nápisu pro body PVBP. Osazují se do stěn vybraných staveb, do svislých ploch skal, nebo zboku do stěny nivelačního kamene (Obr. 5 b).

Obr. 5 Čepová nivelační značka



Zdroj: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch10s02.html>

Nivelačních kamenů se užívá, pokud není v lokalitě vhodný objekt k osazení (budova, skála, mostek, propustek, apod.). Jedná se o žulové kameny opracované do tvaru kvádrů o rozměrech 0,2 x 0,2 x 1 m, umístěné na vodorovnou betonovou vrstvu, ležící 1 m pod povrchem země, a zabetonované do výšky 0,6 m. Do opracované hlavy se značka usazuje buď shora, nebo ze strany.

2.2.5 Signalizace a ochrana bodů výškových polí

Nivelační body se podle [8] většinou signalizují pouze přechodně, při měření nivelační latí nebo jiným měřítkem. Pro snazší vyhledávání a zároveň ochranu bodů v terénu se používají, podobně jako u trigonometrických bodů, červenobílé tyče opatřené výstražnou tabulkou s nápisem „ Státní nivelace. Poškození se trestá.“, u skalních stabilizací bývají osazeny železné roxory zvýrazněné barvou. V místních tratích se nad čepovou značkou osazuje pouze tabulka s nápisem „ Státní nivelace. Poškození se trestá“. V některých případech mohou být nivelační body chráněny proti zničení i betonovou skruží, či ochrannou šachticí, nebo betonovým sloupkem.

3 BUDOVÁNÍ PPBP

Budování sítě bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP) je komplexní činností vyžadující několik kroků vedoucích k vlastní realizaci. Hlavními činnostmi, které je nutno při budování PPBP provést jsou přípravné práce, jimiž získáváme údaje o dotčeném území a vypracováváme si plán pro postup budování sítě bodů, dále pak geodetické práce, tedy vlastní zaměření stabilizovaných bodů v terénu některou z geodetických metod, a nakonec práce výpočetní, při kterých zpracováváme naměřené údaje, dokumentujeme výsledky a případně vytváříme grafické výstupy.

3.1 Přípravné práce

3.1.1 Podklady pro budování sítě PPBP

Pro budování sítě bodů podrobného polohového bodového pole lze využít údaje z platného SGI a SPI. Pro tento účel jsou nejpodstatnější přehledy stávající sítě bodů ZPBP, ZhB a bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP). Také je potřeba opatřit si geodetické údaje o bodech polohového a nivelační údaje o bodech výškového pole.

3.1.2 Rekognoskace stávajících bodových polí

Tato část přípravných prací se již provádí v terénu, spočívá ve vyhledání stávajících bodů polohových a výškových polí v dané lokalitě. Pokud nelze bod ihned najít, je potřeba věnovat jeho nalezení větší pozornost, body mohou mít pouze poškozenou signalizaci, nebo mohou být překryty vrstvou zeminy. Pokud chceme bod prohlásit za zničený, musíme o tom být nesporně přesvědčeni. U nalezených bodů se kontrolním měřením přezkouší, zda jejich poloha souhlasí s geodetickými / nivelačními údaji.

Na základě výsledků rekognoskace stávajících bodových polí se vyhotovuje u polohových bodových polí *Oznámení závad a změn na bodech základního polohového bodového* a *Oznámení závad a změn na zhušťovacích bodech* pro každý triangulační list, zvlášť se vyhotovuje pro každý list SMO – 5 *Oznámení závad a změn na bodech PPBP*. U bodů výškových bodových polí se o kontrolu stavu a správnost určení bodů průběžně

stará samotný Český úřad zeměměřičský a katastrální, proto se žádná oznámení většinou nevyhotovují.

3.1.3 Rekognoskace terénu a volba polohy nových bodů

Seznámení se s terénem v zaměřované lokalitě je důležité provést osobním průzkumem, nejen z mapových podkladů. V terénu se mohou vyskytovat skutečnosti, které nejsou z nějakého důvodu v mapě zachyceny. Geodet musí znát dobře terén, aby mohl co nejlépe navrhnout rozmístění bodů PPBP. Ty je třeba s rozvahou volit tak, aby nebyly ohroženy, aby z každého z nich byla možná orientace minimálně na jeden z dalších bodů PPBP (příp. ZPBP, Zhb, zajišťovací bod) a aby takto vybudované podrobné polohové pole umožňovalo vytvoření sítě pomocných bodů pro polohopisné podrobné měření.

Po pečlivé rekognoskaci terénu se na zvolených místech body PPBP stabilizují vhodným způsobem (viz kapitola 2. 1. 4). Poloha bodů se následně zakreslí do přehledného náčrtu polohového bodového pole. Ten se připravuje nejčastěji v měřítku 1: 5000, nebo 1: 10 000 zakreslením daných bodů polohového pole včetně jejich čísel a vyznačením polygonových pořadů. Ke každému bodu se vyhotoví místopis.

3.2 Měřické práce

3.2.1 Zaměření nově zvolených bodů PPBP

Polohové zaměření stabilizovaných bodů PPBP lze podle [6] provést za použití:

- Geodetické metody
 - Zaměření plošnými sítěmi s měřenými vodorovnými úhly a délkami,
 - Protínáním vpřed z úhlů, délek, nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří daných bodů (ZPBP, ZhB, PPBP),
 - Rajónem do délky 1 500 m s orientací na daném bodě na dva dané body (body ZPBP, ZhB, body PPBP s prokazatelnou střední souřad. chybou do 0,04 m), nebo s orientací na daném i určovaném bodě [6],
 - Polygonovým pořadem
- Přesnost měřených délek a vodorovných úhlů a přesnost použitých přístrojů při měření geodetickými metodami jsou upraveny v Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převodu z roku 2007.

- Technologie GPS
- Fotogrammetrie

Tab. 2 Mezní odchylky mezi body polohových bodových polí

		Mezní odchylka	
		v úhlu [gon]	v délce [m]
a)	mezi body ZPBP nebo mezi jejich orientačními body OB1 a OB2	0,0015	0,03
		0,0015	0,05
b)	mezi bodem ZPBP a ZhB	0,002	0,05
c)	mezi ZhB	0,003	0,05
d)	mezi body podle písm. a), b), c) a orientačním bodem OB3	0,006	-
e)	mezi body podle písm b) a bodem podle písm. f)	0,01	0,13
f)	mezi body PPBP	0,03	0,15
g)	mezi body podle písm. f) na technických objektech přidružených k témuž určujícímu bodu do vzdálenosti 50 m od něj	0,05	0,04

Zdroj: Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

Vysvětlivky: ZPBP - základní polohové bodové pole
 ZhB - zhušťovací bod(y)
 PPBP - podrobné polohové bodové pole

K výškovému určení se užívá:

- Trigonometrické určení výšek

Založeno na řešení trojúhelníka. K určení výšky / převýšení se ze známého bodu o známé výšce měří šikmé nebo vodorovné směry a svislé úhly na určované body. Používá se v případech, kdy není možné měřit výšku objektu přímo. Nutno je při trigonometrickém určování výšek také uvažovat fyzikální vlastnosti Země a její atmosféry.

- Geometrická nivelace

Určování převýšení mezi dvěma body nivelačním přístrojem a nivelačními pomůckami [4]. Existují 2 základní metody geometrické nivelace:

- kupředu,
- ze středu (dnes využívána nejčastěji).

Jak uvádí [2], lze geometrickou nivelaci dělit taktéž podle přesnosti:

- zvlášť přesná nivelace (ZPN), $D \leq 1,5\sqrt{R}$ (3)

- velmi přesná nivelace (VPN), $D = (1,5 - 2,25)\sqrt{R}$ (4)

- přesná nivelace (PN), $D = (3 - 5)\sqrt{R}$ (5)

- technická nivelace (TN), $D = (15 - 60)\sqrt{R}$ (6)

kde D je hodnota mezního rozdílu dvojího měření, konaného cestou tam a zpět, a R je délka oddílu jedním směrem v km.

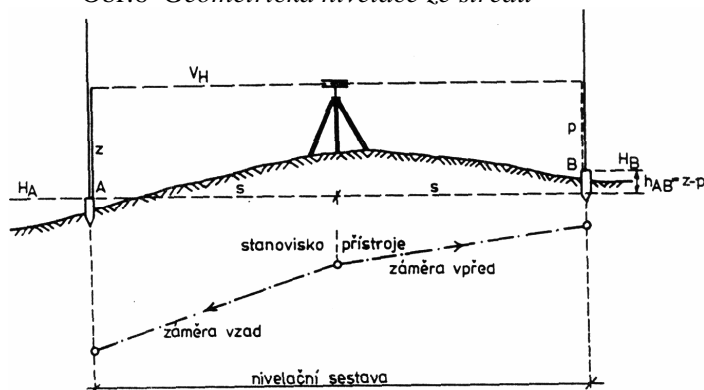
3.2.2 Geometrická nivelace ze středu

Jedná se o nejběžnější druh nivelace postačující pro určení nadmořské výšky v podrobném výškovém bodovém poli, tj. stabilizovaných bodů TN a bodů polohopisného bodového pole. Není určena pro měření v sítích I. – IV. řádu ani PNS [8].

Při nivelaci ze středu se nivelační přístroj postaví přibližně doprostřed spojnice sousedních bodů A a B . Na těchto bodech se postaví nivelační latě a přístrojem se na nich provede čtení vzad (z) a vpřed (p). Nivelované převýšení se pak určí ze vztahu:

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = z - p \quad (7)$$

Obr.6 Geometrická nivelace ze středu



Zdroj: k154.fsv.cvut.cz/~stroner/SGE/pred_7.ppt

Tento postup se opakuje podle počtu určovaných bodů v nivelačním pořadu. Nivelační pořad je složen z nivelačních oddílů (jeden nivelační oddíl tvoří vzdálenost bodů A – B), při větší vzdálenosti určovaných bodů se oddíly rozdělí pomocnými mezibody na potřebný počet nivelačních sestav, v tom případě však platí:

$$\Delta H = \sum z - \sum p \quad (8)$$

Při technické nivelaci se volí délka záměr do 120 m, záměry se určují odhadem. Nivelační oddíl se určuje pouze jedenkrát (dvakrát jen u volných pořadů). Při zvýšené přesnosti se volí záměry optimálně 40 – 50 m (maximální délka záměry je 80 m). Střed spojnice sousedních bodů se zjišťuje krokováním. Výška záměry nad terénem by neměla být nižší než 0,3 m.

Kritériem přesnosti je odchylka mezi daným a měřeným převýšením. Vyjadřuje ji vzorec: - pro základní přesnost $\Delta h_{\max} = 40\sqrt{R}$ (9)

$$\text{- pro zvýšenou přesnost } \Delta h_{\max} = 20\sqrt{R} \quad (10)$$

Vzniklá odchylka se úměrně rozdělí jednotlivým horizontům přístroje (nejlépe k záměrům vzad) [4].

Nivelační souprava pro technickou nivelaci je tvořena nivelačním přístrojem s minimálně 16 násobným zvětšením, s citlivostí nivelační libely min. 60" / 2 mm (nebo s kompenzátorem odpovídající přesnosti), nivelačními latěmi se zřetelným dělením a pevnou patkou a nivelačními podložkami.

Pokud se geodetovi dostane do rukou nivelační přístroj, se kterým pracuje poprvé, je třeba provést zkoušku nivelačního přístroje, aby se vyhnul případným chybám plynoucím z nesplnění geometrické podmínky vzájemné polohy hlavních os nivelačního přístroje.

Pozn.: Geometrické podmínky vzájemné polohy hlavních os jsou podle [4]

- u libelových nivelačních přístrojů:
 - osa pomocné krabicové libely L' je kolmá k vertikální ose V ($L' \perp V$),
 - vodorovné vlákno nitkového kříže H je kolmé k vert. ose V ($H \perp V$),
 - osa nivelační libely L má být rovnoběžná se záměrnou přímkou Z ($L \parallel Z$).

- u kompenzátorových nivelačních přístrojů:
 - první dvě podmínky jsou shodné jako u libelových přístrojů,
 - třetí podmínkou je, že kompenzátor má působit tak, aby vodorovná přímka procházela přesně středem nitkového kříže (tzv. podmínka kompenzátoru).

3.2.3 Polygonový pořad

Polygonový pořad je lomená čára, spojující dva měřické body [2]. Pokud souřadnice měřických bodů neznáme označujeme polygonový pořad jako nepřipojený, pokud jsou to měřické body o známých souřadnicích, pak nazýváme polygonový pořad připojeným.

Jestliže je polygonový pořad připojen i směrově, to znamená, že na počátečním či koncovém bodě pořadu svírá rameno polygonové strany úhel se směrem na bod, jehož pravouhlé rovinné souřadnice jsou známy, nazýváme ho orientovaným pořadem.

Podle způsobu připojení rozeznáváme polygonové pořady:

- oboustranně připojené a orientované,
- jednostranně připojené a orientované,
- oboustranně připojené a jednostranně orientované,
- oboustranně připojené a neorientované (vetknuté),
- nepřipojené.

Dále můžeme polygonové pořady dělit podle tvaru na:

- otevřené,
- uzavřené.
 - Uzavřené polygonové pořady začínají a končí v tomtéž bodě. Existují uzavřené pořady připojené a orientované i nepřipojené. Jejich použití není příliš vhodné, pro zaměřování bodů PPBP se nepoužívají vůbec.

V polygonových pořadech zaměřujeme všechny vrcholové úhly levostranné ve směru postupu výpočtu a délky všech stran. Poměr délek sousedních stran polygonového pořadu může být max. 1:3. Výpočet pořadu se skládá z výpočtu směrníků, souřadnicových rozdílů a následně souřadnic bodů polygonu.

Geometrické parametry a kritéria přesnosti polygonových pořadů popisuje následující tabulka:

Tab. 3 Mezní hodnoty polygonových pořadů

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	$25 \cdot (n)^{1/2}$	$0,0025 \cdot (\Sigma d)^{1/2}$
ZPBP, ZhB	50 - 400	3000	$50 \cdot (n)^{1/2}$	$0,004 \cdot (\Sigma d)^{1/2}$
PPBP, ZPBP, ZhB	50 - 400	1500	$100 \cdot (n)^{1/2}$	$0,006 \cdot (\Sigma d)^{1/2}$

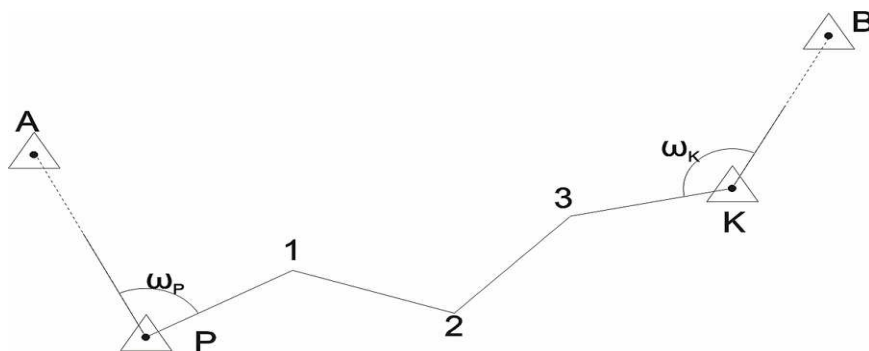
Zdroj: Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

- Vysvětlivky: n -počet bodů v pořadu (včetně bodů připojovacích)
 Σd -součet délek stran pořadu [m]
 ZPBP -body základního polohového bodového pole
 ZhB -zhušťovací body
 PPBP -body podrobného polohového bodového pole

Pro určení bodů PPBP se užívají polygonové pořady oboustranně připojené a orientované. Můžeme ale použít i polygonové pořady jednostranně orientované, či vetknuté (neorientované), za předpokladu, že délka polygonového pořadu nepřesáhne 1 500 m. Vetknutý pořad smí mít max. 4 strany o délce do 250 m, je dobré na jednom z vrcholů zaměřit orientační úhel, dovolují-li to okolnosti [6].

Použití polygonových pořadů při zaměřování bodů podrobného polohového bodového pole je stále jednou z nejpoužívanějších metod. S nástupem, zdokonalováním a zpřístupňováním technologií GPS je ale dnes na mírném ústupu.

Obr. 7 Oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad



Zdroj: gis.zcu.cz/studium/gen1/html/

3.2.4 Technologie GPS

Pro určování bodů PPBP používáme GPS stanice, které nám zajistí, že bod bude určen s požadovanou přesností. Při měření používáme dvě stanice, z nichž jedna je umístěna na bodě určeném jak v systému S – JTSK (syst. Jednotné trigonometrické sítě katastrální), tak v systému ETRS – 89 (Evropský terestrický referenční systém) – ta slouží jako stanice referenční. Druhou stanicí pak určujeme současně nově určované body a body identické, jejichž souřadnice jsou známé a ani v jednom systému, mezi kterými se následně provádí transformace, nesmí být určeny s přesností nižší, než jakou požadujeme u nově určovaných bodů. Stanice stavíme na body centricky a měříme jejich výšku nad měřickou značkou.

Se zdokonalujícími se GPS aparaturami si dnes již téměř každý geodet vystačí při měření pouze s jednou stanicí GPS, jako referenční si zvolí některou ze sítě permanentních stanic pro určování polohy CZEPOS. Stanice poskytují uživatelům data pro zpracování měření. Provozovatelem české sítě permanentních referenčních stanic CZEPOS je Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK), správcem je geodetická firma Gefos a. s.

Poloha a nadmořská výška určovaných bodů se následně určí výpočtem ve firemním softwaru (tzv. postprocessing). Při něm se vytváří transformační klíč z referenčního a identických bodů a provádí se transformace souřadnic z ETRS – 89 (souřadnice GPS) do českého státního souřadnicového systému S – JTSK.

Pro určení bodu jsou podle [6] potřebná nejméně dvě nezávislá měření GPS, nebo jedno měření GPS a jedno klasickou geodetickou metodou. Opakované měření metodou GPS je třeba provádět s časovým odstupem, aby byla zajištěna různá konstelace družic, a při různé výšce stanice nad určovaným bodem. Pokud je nutné rozdělit měření v lokalitě na etapy, je dobré kvůli zachování homogenity výsledků používat stále stejné transformační vztahy.

Při určování bodů v terénu i následných výpočtech je třeba dodržovat zásady uvedené ve firemních návodech pro příslušné přístroje a použitý zpracovatelský software.

Technologie GPS přinesla velkou revoluci v určování polohy. Její využití zasahuje do mnoha oborů lidské činnosti. V dnešní době je stále více využívána stále širším spektrem uživatelů. Proto bude družicovému určování polohy věnována celá následující samostatná kapitola, ve které bude tento „fenomén“ popsán podrobněji.

3.3 Výpočetní práce

3.3.1 Výpočet souřadnic bodů

Podle [6] se při určení bodů plošnými sítěmi, analytickou aerotriangulací a pomocí GPS použije výpočet souřadnic bodů s vyrovnáním metodou nejmenších čtverců. Při určení bodu polární metodou z dvojice měření vypočteme jeho souřadnice aritmetickým průměrem hodnot z těchto měření. Dodržení kritérií přesnosti se posuzuje podle přílohy k vyhlášce č. 26/2007 Sb., odstavce 12.11 a 12.12.

Geodeticky určené body se mohou v ostatních případech vypočítat s přibližným vyrovnáním:

- aritmetickým průměrem z jednotlivých kombinací určovaných prvků, přičemž rozdíly v souřadnicích mezi jednotlivými kombinacemi mohou dosahovat maximálně 2,5 násobku základních středních souřadnicových chyb (příloha vyhlášky č. 26/2007 Sb., odstavce 12.9, 12.10).
- polygonového pořadu rovnoměrným rozdělením úhlové odchylky na jednotlivé vrcholy pořadu a rozdělením odchylek v souřadnicích úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů. Mezní odchylky v uzávěru polygonového pořadu jsou uvedeny v tabulce 3.

Při zpracování výsledků měření pomocí geodetického softwaru se vytváří protokol o výpočtu. Ten musí podle [6] obsahovat údaje o měření (lokalitě), vstupní údaje, schematický náčrt sítě s vyznačeními měřenými prvky sítě, údaje o dosažených odchylkách v určovacích obrazcích (např. v polygonových pořadech), při vícenásobném určení souřadnic bodů musí být uvedeny údaje o dosažených odchylkách, včetně porovnání dosažených a mezních odchylek. Souřadnice bodů se udávají v metrech a zaokrouhlují se na dvě desetinná místa podle § 77 vyhlášky č. 26/2007 Sb.

Fyzikální redukci z tlaku a teploty vzduchu, matematickou redukci do vodorovné roviny a z nadmořské výšky zavádíme, pokud je hodnota mezního rozdílu dvojího měření větší než 0,02 m [6]. U vzdáleností kratších, než 300 m je možné je pominout, neboť nabývají tak nízkých hodnot, že se po zavedení téměř neprojeví.

3.3.2 Výpočet nadmořské výšky bodů

V zaměřeném nivelačním pořadu se provede rozdíl mezi sumami záměr vzad a vpřed. Tato odchylka se úměrně rozdělí jednotlivým záměrům vzad a upraví se převýšení mezi body pořadu. Následně se vypočítají z vyrovnaných převýšení nadmořské výšky jednotlivých bodů nivelačního pořadu.

U vetknutého nivelačního pořadu (počáteční i koncový bod jsou pevné body daných výšek) je možná okamžitá kontrola správnosti měření, neboť se vypočítaná nadmořská výška koncového bodu nivelačního pořadu musí rovnat hodnotě uvedené v nivelačních údajích bodu. Z této skutečnosti je jasně patrná výhoda vetknutého nivelačního pořadu a proto je i nejčastěji používán.

V místech, kde podmínky neumožňují vytvořit vetknutý nivelační pořad, se používá pořad připojený pouze na jeden daný bod. Zde není možná kontrola správnosti měření. Proto se, pokud je to možné, vytvoří pro měření uzavřený pořad (počáteční i koncový bod je tentýž). Rozdíl převýšení mezi počátečním a koncovým bodem je tedy roven nule.

4 GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

4.1 Historie družicových navigačních systémů

Již po vypuštění prvního umělého satelitu Země Sputnik přišli vědci na skutečnost, že ze známé polohy družice a z parametrů její oběžné dráhy lze určit polohu pozorovatele. Od tohoto zjištění se vědci světových velmocí začali intenzivně zabývat možnostmi využití vesmírných družic k účelům navigace.

První globální družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System, GNSS) byl uveden do provozu námořnictvem Spojených států amerických v roce 1964. Tento systém nesl název *TRANSIT* a zpočátku sloužil pouze k vojenským účelům. Systém využíval k určování polohy Dopplerova jevu a na oběžné dráze Země měl umístěných 6 družic. Roku 1967 byl systém uvolněn i pro civilní uživatele.

V době studené války nemohl ani tehdejší Sovětský svaz zůstat pozadu za USA a vybudoval vlastní dopplerovský GNSS pro vojenské námořnictvo s názvem *Cyklon*. Obdobně jako americký *TRANSIT* umožňoval pouze určení polohy v 2D a to s přesností stovek, později až desítek metrů.

Amerika začala postupně svůj systém rozšiřovat a po sloučení dvou projektů – *System 621B* (pro určování polohy) a *Timotion* (pro přesné určování času) – zahájila roku 1973 vývoj nového vojenského GNSS s názvem *NAVSTAR – GPS* (Navigation System using Timing and Ranging – Global Positioning System). Stejně jako jeho předchůdce měl sloužit i *NAVSTAR – GPS* pouze pro vojenské účely, časem byl však zpřístupněn i pro širokou veřejnost a dnes se jedná o nejrozšířenější globální družicový polohový systém na Zemi.

I Sovětský svaz začal pracovat v sedmdesátých letech na vývoji nové generace GNSS. Tento systém byl pojmenován *GLONASS* (Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema). Jeho princip řízení a fungování je téměř totožný s americkým systémem *NAVSTAR – GPS*. Oba systémy jsou pasivní dálkoměrné kódové, umožňující určení polohy v 3D včetně přesného času.

Ostatní vyspělé státy a velmoci nechtěly být závislé na v podstatě vojenských systémech dvou světových velmocí a rozhodly se vytvořit si pro své potřeby navigace vlastní GNSS. Evropská unie začala v roce 2006 s realizací svého projektu *GALILEO*. Ten by měl sloužit převážně k civilním účelům a kosmický segment systému by mělo

tvořit 30 operačních družic. Datum spuštění systému je stále nejisté, podle posledních údajů je nejbližším možným termínem rok 2014.

Ani Čína nehodlá v tomto ohledu zaostat za ostatními velmocemi a od roku 2007 pracuje na vlastním globálním navigačním systému *COMPASS (Beidou – 2)*. Ten by měl být v konečné fázi tvořen na oběžné dráze 35 družicemi a měl by mít stejné funkce jako konkurenční systémy.

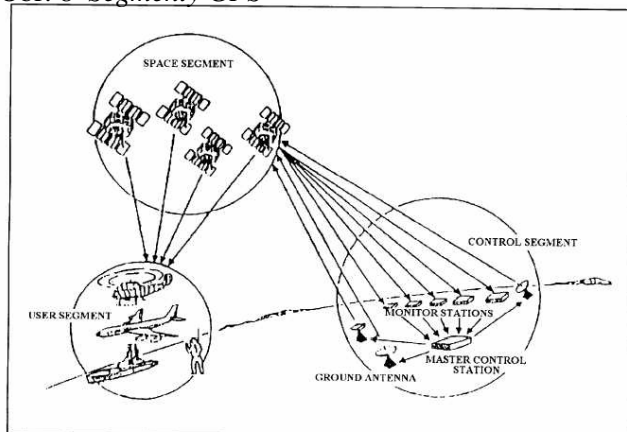
Globální družicový navigační systém GPS je provozován Ministerstvem obrany Spojených států amerických. Vlášda na jeho provoz vynakládá 600 – 900 miliónů dolarů ročně. S jeho pomocí lze určit přesný čas či polohu objektu s přesností v řádu jednotek centimetrů. Jak již bylo uvedeno, GPS je dnes nejpoužívanější a nejrozšířenější GNSS na Zemi, využívaný v čím dál větším počtu činností. Jde například o navigaci v letecké, námořní, kosmické a pozemní dopravě, o geodézii a geografické informační systémy (GIS), archeologii, zemědělství, určování přesného času, turistiku, ale i navádění bojových raket, podporu velení a vedení vojáků v poli, vojenské mapování a další.

4.2 Segmenty GPS

Globální polohový systém je tvořen 3 segmenty:

- I) kosmickým,
- II) řídicím (kontrolním),
- III) uživatelským.

Obr. 8 *Segmenty GPS*



Zdroj: www.tpub.com/content/et/14090/css/14090_24.htm

4.2.1 Kosmický segment

Kosmický segment je tvořen družicemi obíhajícími po stálých oběžných drahách. V plném počtu tvoří kosmický segment 24 družic, z nichž je 21 plně funkčních navigačních a 3 aktivní záložní [9]. Kromě toho by na Zemi měly být vždy připraveny 4 další záložní družice tak, aby je v případě potřeby bylo možné do 48 hodin dopravit na oběžnou dráhu a uvést do plného provozu. Družice nesou na palubě rádiové vysílače, tři až čtyři velmi přesné atomové hodiny a další zařízení zajišťující správnou funkci systému.

Družice obíhají ve výšce cca 20 200 km nad zemským povrchem po 6 kruhových drahách se sklonem 55° vzhledem k rovníku. Na každé dráze jsou umístěny 4 družice. Poloha oběžných drah vůči Zemi se nemění. Takovéto uspořádání družic umožňuje na celé zeměkouli dostupnost signálu z minimálně čtyř družic po celý den. Doba oběhu družic kolem Země je 11 hodin 58 minut.

Několikrát do roka jsou družice odstaveny z důvodu údržby atomových hodin nebo korekce dráhy letu družice. Taková údržba trvá v průměru 12 – 24 hodin. Podle [9] je plánovaná životnost družice 7,5 roku, skutečná životnost je až 10 let.

4.2.2 Řídící segment

Základním úkolem řídicího segmentu je podle [10] sledování družic, určování jejich drah, synchronizace družicových oscilátorů (atomových hodin), řízení manévrů družic a předávání informací o systému družicím, které je pak zpětně vysílají všem uživatelům. Taktéž může aktivovat a deaktivovat opatření k zabránění plného využití systému neautorizovanými uživateli [9].

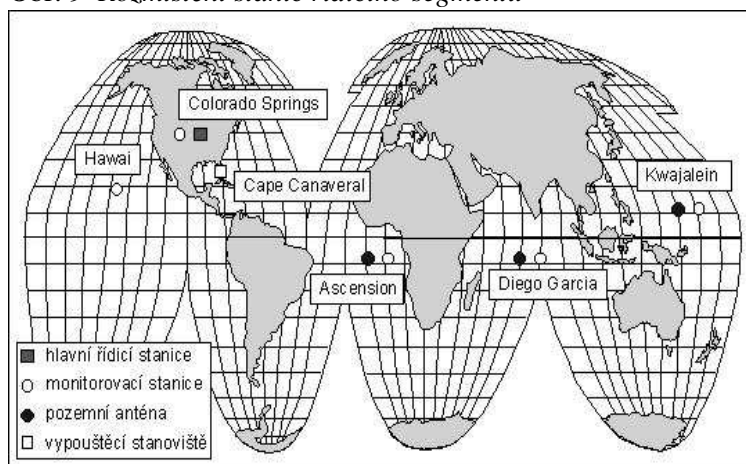
Řídící segment se skládá z několika částí:

- **Hlavní řídicí stanice** (Master Control Station, MCS) – nachází se na letecké základně Schriever v americkém Colorado Springs. Jejím úkolem je sběr dat z monitorovacích stanic, z nichž vypočítává parametry drah a palubních hodin družic. Přes pozemní antény pak tyto parametry vysílá zpět družicím.
- **Monitorovací stanice** (Monitor Station, MS) – jsou vybaveny přesnými atomovými cesiovými hodinami a přijímačem tzv. P – kódu. Stanic je celkem pět a jsou umístěny na vojenských základnách armády spojených států – Hawaii, Ascension Island, Kwajalein, Colorado Springs a Diego García. Pokud by některá z nich měla poruchu, lze využít středisko na

Cap Canaveral, které za normálních okolností slouží k přípravě družic před vypuštěním. Monitorovací stanice jsou bezobslužné, řízené dálkově z hlavní řídicí stanice.

- **Povelové stanice** (Ground Antenna) – předávají družicím informace o systému, které pak družice vysílají zpětně k uživatelům. Stanice jsou umístěny na vojenských základnách Kwajalein, Ascension Island a Diego García.

Obr. 9 Rozmístění stanic řídicího segmentu



Zdroj: <http://home.zf.jcu.cz>

4.2.3 Uživatelský segment

Do uživatelského segmentu se řadí různé druhy přístrojů pro příjem dat z družic, softwaru a postupů pro zpracování těchto dat a obsluha přístrojů, tedy uživatelé GPS. Aby přijímač mohl určit polohu, nadmořskou výšku antény a přesný čas, musí k tomu mít dostupný signál z dostatečného počtu družic. Minimální počet družic je podle [11] čtyři. Přijímač pak měří vzdálenosti ke všem čtyřem družicím, čímž vzniká soustava čtyř rovnic o čtyřech neznámých:

$$\sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} = d_i = (t_{mi} + \Delta t)c = D_i + b, \quad i = 1, 2, 3, 4 \quad (11)$$

Kde d_i je vzdálenost přijímače od i -té družice, x_i , y_i , z_i jsou souřadnice jednotlivých družic (ty získáme výpočtem z údajů o drahách družic obsažených v navigačních zprávách každé z nich), x , y , z jsou určované souřadnice přijímače, t_{mi} je doba, za kterou signál urazí rychlostí světla c zdánlivou vzdálenost D_i , posunutá o neznámý

časový interval Δt oproti skutečné době šíření, b vyjadřuje vzdálenost, kterou urazí signál rychlostí světla za neznámý časový interval Δt .

Přijímače neměří skutečnou, ale zdánlivou vzdálenost od družic z důvodu nesouladu mezi časem atomových hodin družic a časem měřeným přijímačem. Vzniká tak výše zmíněný neznámý časový posun Δt , který je taktéž nutno vypočítat.

Při určování polohy a přesného času je ale ideální větší počet družic, neboť z čím více družic přijímá přijímač signál, tím přesněji je schopen určit polohu. Zjištěná poloha se u přijímačů pravidelně aktualizuje každou jednu až dvě vteřiny.

Komunikace probíhá pouze od družice k přijímači, nikoliv naopak, přijímač je tedy pasivní. To pochází již z dob výhradně vojenského využití GPS (Přijímač, který nevysílal nazpět, nemohl být zaměřen).

4.2.4 Signály vysílané družicemi GPS

Družice vysílají signály v pásmech zvolených tak, aby byly co nejméně ovlivňovány meteorologickými vlivy při průchodu zemskou atmosférou. Vysílané signály jsou kombinací navigační zprávy a nosné vlny dálkoměrného kódu. Všechny složky signálu vznikají násobením a dělením základní frekvence [11]. Družice vysílají signály na dvou základních frekvencích L1 a L2:

- Frekvence **L1** – 1575,42 MHz, vlnová délka cca 19 cm, modulována dvěma dálkoměrnými kódy složenými ze sekvencí čísel PRN (Pseudo Random Number). *Kód C/A* je nešifrovaný a dostupný pro širokou veřejnost. *P – kód* (Precision, nebo P – code) je přesný kód. Pro vojenské účely může být šifrovaný, pak mluvíme o *Y – kódu*.
- Frekvence **L2** – 1227,60 MHz, vlnová délka cca 24 cm, modulovaná pouze P – kódem, resp. jeho šifrovanou variantou kódem Y.

Signály, které modulují frekvenci L1 jsou označovány jako signály standardní polohové služby (Standard Positioning Service, neboli SPS), signály modulující frekvenci L2 jako signály přesné polohové služby (Precise Positioning Service, PPS). Signály PPS mohou být přijímány pouze speciálně vybavenými přijímači.

Signály SPS mohou být veřejností využívány bezplatně a neomezeně a je možné přijímat je pomocí většiny GPS přijímačů. Nevýhodou je, že ministerstvo obrany USA, jakožto provozovatel systému, má právo kdykoliv zapojit tzv. selektivní dostupnost a snížit tím významně přesnost vysílaného signálu. Naopak signály PPS jsou k dispozici

pouze pro autorizované uživatele, kterými jsou armáda USA a armády spřátelené, některé vládní orgány a civilní uživatelé mající zvláštní povolení americké vlády.

Vysílaný signál obsahuje kromě C/A a P – kódu i navigační zprávu kódovanou fázovým posunem nosných vln a přenášenou oběma nosnými frekvencemi. Navigační zpráva podle [11] obsahuje parametry oběžné dráhy družice a další důležité informace, například čas počátku vysílání zprávy, stav družice, údaje umožňující přesně korigovat čas vysílání družice.

4.3 Přesnost GPS

Přesnost určení polohy přijímačem GPS se může lišit vzhledem k použité metodě měření, použité aparatuře, způsobu zpracování výsledků měření, stavu atmosféry v průběhu měření, apod.

Podle [11] je přesnost určování polohy a času systémem GPS ovlivněna několika různými faktory:

- **Řízení přístupu k signálům z družic**

Z důvodů omezení přístupu neautorizovaným osobám k signálu byly vyvinuty dva mechanismy, které toto umožňují. Prvním z nich je již dříve zmíněná selektivní dostupnost, snižující přesnost přijímaného signálu, a tou druhou je tzv. Anti Spoofing. Ten spočívá v šifrování P – kódu (pak tedy hovoříme o Y - kódu), aby byla znesnadněna jeho manipulace nepřítelem v případě války.

- **Stav družic**

Informace o svém stavu vysílají družice, jak již bylo zmíněno, v navigační zprávě. Pokud je družice těsně po vypuštění na oběžnou dráhu a není ještě pevně umístěna na své místo, nebo je v procesu periodické údržby, či při nápravě abnormálního chování družice, je označena jako „nezdravá“. Přijímače mají v sobě zabudovanou kontrolu zabraňující jim využívat údaje z takovéto „nezdravé“ družice.

- **Rozsah přesnosti měření**

Jedná se o statistický údaj, předpověď přesnosti měření s využitím dané družice [11]. Jeho hodnota je taktéž součástí navigační zprávy družice. Pokud by

tato hodnota překročila 30, znamenalo by to pravděpodobné spuštění selektivní dostupnosti.

- **Poměr signál / šum**

Vyjadřuje míru užitečných informací v signálu vzhledem k šumu. Čím nižší poměr je, tím více se informace ztrácejí v šumu. Oslabení signálu může mít různé příčiny, např. nízká poloha družice nad horizontem, nebo průchod signálu korunami stromů.

- **Vícecestné šíření signálu**

Signál vysílaný družicemi může být odražen od objektů s vysoce odrazným povrchem (vodní plochy, skleněné a kovové budovy, apod.). Přijímač GPS pak přijímá dva signály – přímý signál z družice a signál nepřímý, odražený. Následná interference těchto dvou signálů v přijímači má za následek snížení přesnosti určení zdánlivé vzdálenosti mezi družicí a přijímačem. Největší vliv má vícecestné šíření signálu na družice pohybující se nízko nad obzorem. Doporučuje se proto vyřadit z měření družice, které jsou níže než 5° nad obzorem. Výskyt odražených signálů je závislý na geometrickém uspořádání družic, přijímačů a terénu, je tedy možné ho eliminovat vhodnou volbou místa měření.

- **Počet viditelných družic**

Aby mohlo dojít k určení všech 4 souřadnic (X, Y, Z a T), je nutné, aby byl přijímači dostupný signál nejméně ze 4 družic. V praxi se k měření využívá signál z více družic (5 +). Signál z většího počtu družic zajišťuje vyšší přesnost měření.

- **Geometrické uspořádání viditelných družic**

Tento faktor významně ovlivňuje výsledky měření. Pokud jsou družice nakumulované v malé oblasti, jsou výsledky určení polohy na základě jejich signálu horší. Ideální je stav, kdy je jedna družice v nadhlavníku a ostatní cca $15 - 20$ stupňů nad obzorem, 120 stupňů od sebe [11]. K hodnocení kvality geometrického rozmístění družic se používá matematický parametr „snížení přesnosti“ (Dilution Of Precision - DOP). Je výsledkem výpočtu beroucího v úvahu relativní polohu každé družice vzhledem k ostatním. Na základě jeho hodnoty lze určit přesnost poloh určených v tomto uspořádání. Nižší hodnota DOP znamená, že bude možné určit

polohu a čas s vyšší přesností, vyšší hodnota naopak. Existuje několik druhů parametrů DOP, které značí ovlivnění přesnosti různých parametrů:

- relativní RDOP – relativní chyba polohy
- horizontální HDOP – horizontální měření
- vertikální VDOP – měření výšky
- časové TDOP – posun hodin
- polohové PDOP – horizontální a vertikální měření, je nejčastěji používaným indikátorem vhodnosti uspořádání. Pro měření platí, že PDOP 4 a menší zaručuje přesné určování polohy (uspořádání je vhodné), PDOP mezi 5 - 7 znamená ještě akceptovatelné rozmístění s tím, že poloha bodu musí být ověřena ještě jinou technologií a PDOP větší než 7 již značí nevhodné uspořádání a výsledky nelze použít pro určení polohy bodu [1].

- **Typ přijímače**

Podle [9] lze GPS přijímače dělit dle několika hledisek, např.:

- podle konstrukce – na *kompaktní*, které tvoří jeden celek a *víceprvkové*, které se skládají z více prvků (anténa, přijímač).
- podle přijímaných údajů – *kódové aparatury*, využívající pro určení polohy C/A kód (např. turistické a navigační systémy) a *fázové aparatury*, dělené dále na jednofrekvenční, dvoufrekvenční a dvoufrekvenční s podporou GNSS. Dvoufrekvenční aparatury využívají k určení polohy nosné vlny signálů L1 a L2.
- podle způsobu využití – *navigační systémy*, pro kosmickou, leteckou, lodní navigaci, *turistické GPS, přijímače pro mapování*, sloužící k získávání podkladů pro tvorbu map, *geodetické aparatury* schopné nejpřesnějších měření k určení polohy bodu, *přijímače přesného času* generující přesný čas, *OEM moduly*, což jsou holé desky GPS přijímačů určené k zabudování do jiných zařízení a *referenční přijímače* speciálně vyráběné k výstavbě referenčních stanic, musejí splňovat nejvyšší nároky na přesnost, spolehlivost a nízkou poruchovost.

- **Pečlivost přípravy plánu měření**

Aby mohli geodeti v dané oblasti optimálně využít GPS aparatury, musí si nejprve pečlivě připravit plán měření. Mají k dispozici programy, kterými mohou zjistit přibližnou konstelaci družic v dané oblasti v daném čase a vhodně přizpůsobit dobu měření vzhledem k nejvhodnějšímu rozmístění družic, či charakteru místního terénu.

- **Platnost efemerid**

Údaje o efemeridách družic jsou součástí navigační zprávy. Při zpracování je počítačový program obvykle založí do souboru a pracuje s nimi i v dalších zpracováních. Platnost efemerid je obvykle podle [11] tři měsíce od data přijetí, pokud nedojde k nějaké výrazné změně v konstelaci družic (např. porucha družice, vypuštění nové družice, apod.). V takovém případě může dojít k ohrožení kvality přípravy měření i samotného vyhodnocení měření.

- **Přesnost určení efemerid**

Tento faktor nemůže uživatel nijak ovlivnit. Pokud řídicí segment vyše družici chybné efemeridy, bude je družice vysílat jako správné až do doby, než obdrží nové. K zjištění takovéto situace dnes neexistuje pro uživatele ani pro přijímač vhodný nástroj.

- **Přesnost hodin na družicích**

Ani vysoce kvalitní atomové hodiny na družicích nejsou úplně dokonalé. Řídicí segment navíc vysílá parametry pro korekci družicového času a tím může nastat podobná situace, jako s efemeridy.

- **Vliv ionosféry a troposféry**

V ionosféře (ve výšce 50 – 500 km na povrchem Země) ovlivňuje procházející radiový signál velké množství ionizovaných částic. Vzniká tak ionosférická refrakce, která může za určitých podmínek způsobit chybu ve vertikálním směru až 30 m. Při příjmu signálu z družic na horizontu je v typickém případě až třikrát větší. Vliv ionosféry je ale závislý na frekvenci procházejících vln, lze tedy její vliv eliminovat analýzou signálů na různých kmitočtech (L1 a L2).

Vliv troposféry, nacházející se do výšky 15 km nad zemským povrchem, se označuje jako chyba z troposférické refrakce. Ve vertikálním směru může dosahovat až cca 2 m, pokud je signál přijímaný z družic nacházejících se na horizontu, může být až desetinásobná. Pokud známe atmosférické podmínky v místě měření, lze troposférickou refrakci poměrně přesně vypočítat.

- **Chyba hodin přijímače**

Hodiny přijímače jsou několikanásobně méně kvalitní, než atomové hodiny družic, proto je také jejich chyba několikanásobně větší a počítá se s ní jako s neznámou. (viz kap.4. 2. 3)

4.4 Souřadnicové systémy GPS

4.4.1 WGS 84

Světový geodetický systém 1984, neboli World Geodetic System 1984, je celosvětově uznávaný geodetický model, vydaný ministerstvem obrany USA v roce 1984. Zároveň je standardizovaným geodetickým systémem armád NATO. Jeho primární využití je tedy ve vojenství.

Referenční plochou systému je elipsoid WGS 84, použité kartografické zobrazení je UTM (Universal Transversal Mercator). Jde o geocentrický model s počátkem ve hmotném středu Země. Osy X , Y leží v rovině rovníku, osa Z je totožná s osou zemské rotace v roce 1984. Počátek a orientace os jsou realizovány pomocí 12 pozemních monitorovacích stanic o známých souřadnicích, které nepřetržitě monitorují dráhy družic systému NAVSTAR – GPS [4].

Přesnost geocentrických souřadnic přímo určených ve WGS 84 pomocí GPS je zatížena nejen měřickou chybou, ale i chybou v realizaci počátku souřadnicového systému a v určení rozměru sítě. Jeho použití se tedy nedoporučuje pro nejpřesnější geodetické práce.

4.4.2 ETRS - 89

Mezinárodní geodetická asociace (International Association of Geodesy, IAG) vytvořila v roce 1987 podkomisi pro definici evropského referenčního systému (EUREF). Ta se rozhodla definovat systém ETRS – 89 (European Terrestrial

Reference System 89), jehož souřadnicový rámec byl odvozen z rámce ITRF (International Terrestrial Reference Frame, Mezinárodní terestrický referenční rámec) Mezinárodní službou rotace Země (International Earth Rotation Service). Výhodou tohoto rámce je, že je spojen s euroasijskou kontinentální deskou a proto jsou roční časové změny nejméně o řád menší, než je tomu u ITRF.

Je tedy doporučeno používat ETRS – 89 jako uživatelský geocentrický souřadnicový systém pro přesná geodetická měření.

5 CÍL PRÁCE

Cílem této práce je vytvoření sítě bodů podrobného polohového bodového pole (PPBP) v povodí potoka Ostřice a jejich následné polohové a výškové zaměření klasickou geodetickou metodou a metodou GPS. Bodové pole a výsledky jeho polohového a výškového určení budou sloužit jako podklad pro další měřické práce v lokalitě. Pro správné použití metod je potřeba podrobně se seznámit s technologií GPS a jejím správným využitím při zaměřování bodů PPBP. Taktéž je nutné podrobně prostudovat klasické geodetické metody a způsoby určování polohy a nadmořské výšky s jejich pomocí.

Při tvorbě sítě bodů PPBP budu postupovat podle následujících dílčích kroků. Nejprve shromáždím dostupné stávající podklady o území a o jeho bodových polích, poté provedu rekognoskaci zájmové oblasti. Na základě zjištěných informací zhodnotím hustotu stávajícího bodového pole a navrhu jeho doplnění. Navržené body následně v terénu vhodným způsobem stabilizuji. Nově stabilizované body zaměřím geodetickými metodami a metodou GPS a výsledky měření zpracuji a vyhodnotím za pomoci příslušných počítačových programů.

6 METODIKA

Shromažďování stávajících podkladů

Před započítím veškerých měřických prací je nutné opatřit si stávající podklady o zájmovém území a bodových polích v něm se vyskytujících. Na základě těchto údajů se pak odvíjejí ostatní činnosti. Na internetovém portálu Českého úřadu zeměměřického a katastrálního je možné si opatřit ortofotomapu zájmového území, geodetické údaje o ZhB, bodech ZPBP a nivelační údaje o bodech výškového bodového pole. Od katastrálního úřadu lze získat v digitální formě mapy SMO 5 či kopii mapy ZM 10 zájmového území.

Rekognoskace území a bodového pole

Všechny potřebné body se v terénu vyhledají za pomoci místopisů a mapových podkladů. K odměření vzdáleností se používá pásmo. V některých případech je bod zakrytý zeminou, nebo hustým porostem, v takové situaci musí být geodeticky vytyčen. U nalezených bodů se zjišťuje jejich současný stav. Body musí být neporušené a nezničené.

Průzkum terénu se provádí osobně, zjišťuje se jeho členitost, případně nové skutečnosti, které nejsou zaneseny v podkladech a určují se vhodná místa pro stabilizaci nových bodů PPBP.

Doplnění stávajícího bodového pole

Po průzkumu stavu polohového bodového pole v území se navrhne jeho doplnění tak, aby body PPBP pokrývaly území v dostatečné hustotě. Body volíme na místech, kde se nepředpokládá možnost jejich poškození a kde nepřekážejí v užívání pozemků. Jejich stabilizace se následně provede v souladu s vyhláškou č. 26/2007 Sb. Ke každému nově stabilizovanému bodu se vyhotoví místopis a doplní geodetické údaje. K vyhotovení místopisu jsem použil program Microstation v. 95 ACADEMIC EDITION, se sériovým číslem 4 5000 2117 00234.

Měřické práce

Nově stabilizované body se polohově a výškově zaměří. Polohové zaměření bodů PPBP se provede dvěma nezávislými měřeními. Lze ho zaměřit dvakrát nezávisle

metodou GPS, nebo jednou metodou GPS a jednou metodou geodetickou. Ve svém měření jsem zvolil druhou uvedenou variantu. Při geodetické metodě jsem body zaměřil totální stanicí Leica TC 407 se softwarem verze 213.2520, u metody GPS jsem užil přijímače Trimble 4600LS, sériová čísla přístrojů 0220143852 a 0220143851. Jako geodetickou metodu jsem zvolil zaměření bodů oboustranně připojeným a orientovaným polygonovým pořadem, z metod GPS jsem použil rychlou statickou metodu.

Výškové připojení bodů bylo provedeno technickou nivelací, metodou geometrické nivelace ze středu. Pro zaměření bodů jsem použil nivelační přístroj Topcon AT-24A se sériovým číslem T34221.

Výpočetní práce

Naměřená data se nakonec vypočítají a vyhodnotí geodetickým softwarem. Výsledky měření geodetickou metodou jsem vypočetl v počítačovém programu Kokeš v. 7. 63, využívající hardwareový klíč, který je majetkem katedry pozemkových úprav. Data získaná zaměřením bodů metodou GPS jsem zpracoval v programu Trimble Geomatic Office v. 1. 60 se sériovým číslem 0030006815. Nadmořské výšky bodů byly vypočítány manuálně ze zápisníků pro technickou a plošnou nivelaci.

7 NAVRŽENÍ A ZAMĚŘENÍ BODOVÉHO POLE

Při realizaci polohového bodového pole a jeho polohovém a výškovém zaměření jak klasickými geodetickými metodami, tak metodou GPS jsem využil teoretických poznatků uvedených v předcházejících kapitolách této práce a řídil jsem se zákonnými předpisy a vyhláškami, které tuto problematiku upravují.

Bodové pole jsem navrhoval a zaměřoval v okolí potoka Ostřice, protékajícího mezi obcemi Horní Planá, Hodňov, Olšina a Žlábek, nedaleko vojenského újezdu Boletice.

7.1 Popis zájmového území

Lokalitu v níž bylo bodové pole navrhováno a zaměřováno lze charakterizovat těmito základními údaji:

Kraj:	Jihočeský
Katastrální úz.:	Horní Planá
Číslo k. ú.:	643700
Pořadové číslo k. ú. v rámci KP:	067

Toto území se nachází zhruba 600 m jihozápadně od obce Hodňov a necelých 2000 m na severovýchod od obce Horní Planá a zaujímá rozlohu přibližně 1 km². Tvořeno je převážně zemědělskou půdou určenou pro pastvu hospodářských zvířat rozdělenou a ohraničenou menšími plochami porostů lesních dřevin a křovin. Rozvlněný revitalizovaný tok Ostřice prochází podélně celým zájmovým územím a půlí ho na dvě části, pouze ve střední části lokality protéká křovinami a náletem dřevin po kraji na hranici lesa a pastviny.

Vzhledem k rozlehlosti území jsem se na tvorbě PPBP v okolí potoka Ostřice podílel s kolegou, se kterým jsme si území rozdělili na dvě poloviny. Proto tato práce postihuje tvorbu a zaměření pouze části podrobného bodového polohového pole v dané lokalitě. Řešení druhé části je obsahem diplomové práce mého kolegy.

7.2 Podklady potřebné pro tvorbu sítě PPBP

Na internetové adrese Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, www.cuzk.cz, jsem si vyhledal grafické znázornění rozmístění bodů polohových a výškových polí v lokalitě (Obr. 10). Na jeho základě jsem následně na serveru našel a vytiskl geodetické údaje o bodech polohových polí a nivelační údaje o bodech výškových polí (Přílohy č. 6 a 8), nacházejících se v, nebo poblíž zájmového území. Z nich jsem zjistil souřadnice bodů a jejich nadmořské výšky (Tab. 4 a 5). Vedoucí diplomové práce mi také poskytla kopii mapy ZM 10 daného území, kterou jsem využil při rekognoskaci terénu.

Tab.4 Souřadnice TB, ZhB a bodů přidružených v zájmovém území

číslo bodu	Y	X	nadm. v. (Bpv)
940190130	787437.61	1183615.43	796.80 m
940192090	788675.53	1183095.57	815.05 m
940192091	788756.44	1183002.50	820.17 m
940192100	789320.05	1184225.76	833.76 m
940192150	787461.16	1184696.10	754.03 m
940192160	788752.34	1185258.43	793.90 m

Zdroj: <http://dataz.cuzk.cz>

Tab.5 Nivelační body použité v zájmovém území

číslo bodu	nivelační pořad	nadm. v. (Bpv)
Mi3-9	Mi3	837.477 m
Mi3-10	Mi3	832.621 m
Mi3-12	Mi3	811.515 m
Mi3-12.1	Mi3	810.723 m

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

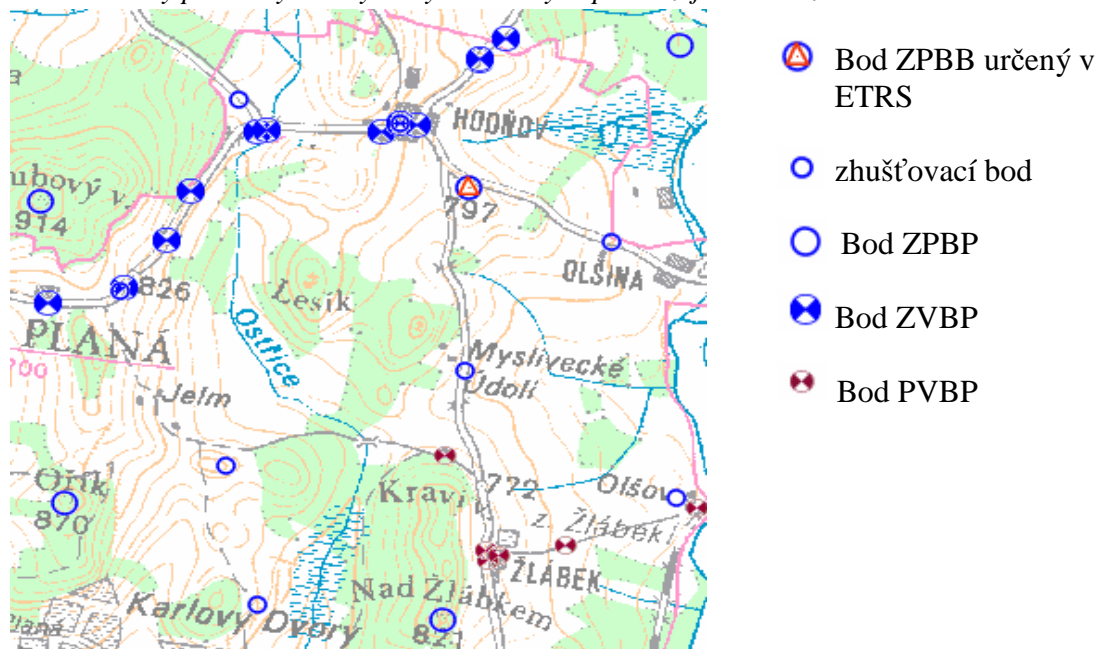
7.3 Rekognoskace stávajícího polohového a výškového bodového pole

Při rekognoskaci stávajících bodových polí jsem v zájmovém území vyhledával body polohových a výškových bodových polí, které byly nejvhodnější pro použití při tvorbě nové sítě bodů PPBP. Hledal jsem základní bod polohového bodového pole č. 13, zhušťovací body s č. 209, 209.1, 210, 215 a 216. Všechny zhušťovací body se nacházely v blízkosti pozemní komunikace, nebo na okraji lesního porostu a byly řádně signalizovány červenobílou tyčí, při jejich hledání se tedy nevyskytl žádný větší problém. Základní bod č. 13 byl umístěn na kopci, chráněn betonovou skruží. Ochranná

červenobílá tyč byla zpočátku zlomena a položena vedle skruže, v průběhu měření však byla pracovníky katastrálního úřadu nahrazena tyčí novou. Ani s nalezením tohoto bodu tedy nebyl problém. Rozmístění bodů ZPBP a ZhB v oblasti bylo příznivé pro připojení zaměření polohy nově navržených bodů PPBP. Ke všem nalezeným bodům jsem vyhotovil *Oznámení závad a změn* (Příloha č. 1 a 2). Podklady, které jsem měl k dispozici nedokládaly v zájmovém území existenci sítě podrobných polohových bodů, přesto se na některých místech nacházely plastové mezníky, které pravděpodobně sloužily pro zaměrování při stavbě dvou rybníků, které se v místě nacházely.

Dále jsem v lokalitě s pomocí místopisů obsažených v nivelačních údajích bodů hledal body základního výškového bodového pole **Mi3-9**, **Mi3-10**, **Mi3-12** a **Mi3-12.1**. Bod Mi3-9 byl stabilizován ve stěně domu č.p. 151 v Horní Plané, byl bez závad a snadno k nalezení. Bod Mi3-10 byl řádně signalizován červenobílou tyčí a nacházel se u pozemní komunikace nedaleko zhušťovacího bodu polohového bodového pole č. 210. Jediný obtížněji vyhledatelný byl bod Mi3-12, neboť byl stabilizován v kameni nacházejícím se mírně v lese, signalizovaný pouze krátkou vyhledávací tyčí. Nivelační bod Mi3-12.1 byl nalezen bez obtíží ve stěně propustku na silnici mezi Hodňovem a Horní Planou. Všechny nalezené body výškových bodových polí byly bez závad.

Obr. 10 *Body polohových a výškových bodových polí v zájmovém území*



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

7.4 Rekognoskace území okolí potoka Ostřice

Rekognoskaci terénu jsme prováděli ve skupině se všemi kolegy, kteří pracovali v této lokalitě na mapování terénu a zaměřování potoka a kteří při svých pracích vycházeli z námi vybudovaného podrobného bodového pole, a s vedoucí našich diplomových prací.

S průzkumem terénu jsme začali v severní části území, tedy nad silnicí mezi Hodňovem a Horní Planou a pohybovali se směrem k jihu. Okolí silnice bylo vcelku rovinné území, pokryté hlavně travním porostem, potok Ostřice ho rozděloval na dvě části. Zde se umístění podrobných bodů nejevilo nijak problematické. Na druhé straně silnice začínal ovšem po několika desítkách metrů lesní porost, kterým potok prochází a bylo tedy nezbytné tudy rozšiřovat bodové pole. Les byl na mírném svahu a viditelnost skrz něj nebyla nijak vysoká, ačkoliv byl porost řidší. Na druhé straně lesa se nacházel poměrně prudký svah, ze kterého byla viditelnost téměř na celé zájmové území. Za svahem následovalo jen lehce svažité až rovinné území pastvin pro dobytek dělených a místy lemovaných menšími lesy. V jižní a západní části území se terén opět zvedal a vytvářel strmější svahy. Zde bylo jasné, že bude problém s viditelností mezi jednotlivými body.

Umístění bodů jsme navrhovali přímo při seznamování se s terénem za odborného vedení naší vedoucí diplomové práce. Body jsme se snažili volit na místech, kde nepřekážely v užívání vlastníkům pozemků, tedy na hranici pastviny a lesa, za elektrickými ohradnicemi a u břehů potoka, kam se již nezajíždí s mechanizací. Tím jsme i snížili riziko mechanického poškození bodu. Při umisťování nových bodů PPBP bylo také nutné brát v úvahu, k čemu bude síť bodů sloužit, tedy primárně k polohovému a výškovému zaměření vodního toku Ostřice a k podrobnému zaměření polohopisu a výškopisu v okolí toku, které by mělo sloužit k sledování a případnému zaměřování změn v oblasti. Zároveň jsme dbali na to, aby mezi jednotlivými body byla vzájemná viditelnost. Navržené body jsme zanašovali do kopie ZM 10 (Příloha č. 5) a rovnou je v terénu stabilizovali. Nakonec jsme je signalizovali dřevěným kolíkem obarveným načerveno a barevnou značkou na stromě, či balvanu, nacházel-li se v blízkosti bodu.

V oblasti bylo celkem navrženo a stabilizováno 18 nových bodů podrobného polohového bodového pole. Ke všem nově navrženým bodům byly vyhotoveny místopisy. Všechny místopisy jsme orientovali k severu za pomoci kompasu a body

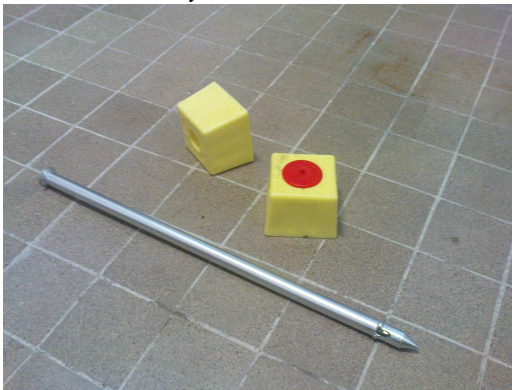
v nich jsme vztahovali vodorovnou vzdáleností k objektům trvalého rázu. To bylo na pastvinách poměrně komplikované, vybírali jsme tedy hlavně soliterní stromy, skruže, rohy rybníků a protékající potok. Vzdálenosti jsme měřili pásmem. Místopisy jsou součástí geodetických údajů o bodech, které jsem vypracoval po zpracování měření (Příloha č. 7).

7.4.1 Stabilizace nově navržených bodů PPBP

Nově navržené body PPBP jsme stabilizovali pomocí zatlukacích plastových mezníků s opatřením proti vytažení tak, aby hlava byla pokud možno zapuštěná na úrovni terénu.

Jedná se o standardizované plastové mezníky o rozměrech hlavy 90 mm x 90 mm x 60 mm, které se ukotvují pomocí ocelové trubky o délce 600 mm a průměru 30 mm se zpětnými hroty. Tyto mezníky jsou v souladu s vyhláškou č. 26/2007 Sb. podle níž smějí být používány pouze mezníky s plastovou hlavou o rozměrech nejméně 80 mm x 80 mm x 50 mm s ocelovými trubkami o průměru minimálně 30 mm a tloušťce stěny minimálně 3 mm, s délkou alespoň 600 mm (500 mm pokud je trubka opatřena zařízením proti vytažení mezníku).

Obr.11 *Plastový mezník*



Zdroj: Vlastní foto

7.5 Polohové zaměření stabilizovaných bodů PPBP

Polohové zaměření jsem provedl jednou klasickou geodetickou metodou, tedy oboustranně připojeným a orientovaným polygonovým pořadem, a jednou metodou GPS. Tento postup určování polohy bodu je v souladu s Návodem pro obnovu katastrálního operátu a převod i s vyhláškou č. 31/1995 Sb. Zatímco klasickou geodetickou metodou jsem zaměřil pouze 9 bodů, jejichž následné polohové a výškové

určení je součástí této práce, metodou GPS jsme s kolegou zpracovávajícím druhou půli nových bodů PPBP kvůli lepší dostupnosti přístroje a časové úspoře změřili společně všechny body, u kterých to dovolovaly stanovištní podmínky.

7.5.1 Zaměření bodů klasickou geodetickou metodou

Stabilizované body PPBP jsem zaměřil v oboustranně připojeném a orientovaném polygonovém pořadu o 9 vrcholech. Počátečním bodem polygonu byl Zhb č. **209** s orientací na orientační bod č. **209. 1**. Polygonové vrcholy tvořily body č. **501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508** a **509**. Koncový bod č. **216** měl orientaci na bod č. **210**. Celková délka polygonového pořadu činila 2730,11 m. Vzájemná viditelnost mezi jednotlivými body byla velmi dobrá, jejich zaměření tedy neprovázely žádné větší problémy. Menší obtíže se vyskytly pouze mezi body č. 502 a 503, kde se nacházel řidší lesní porost a snižoval tak vzájemnou viditelnost, a mezi body č. 509 a 216, kde musela být záměra vedena skrz křoviny, což také poměrně velkým dílem snižovalo viditelnost mezi danými body.

Parametry polygonového pořadu:

Počáteční bod: 000940192090 (orientace na bod 000940192091)

Zaměřené body polygonu: 067000000501, 067000000502, 067000000503,
067000000504, 067000000505, 067000000506,
067000000507, 067000000508, 067000000509

Koncový bod: 000940192160 (orientace na bod 000940192100)

Souřadnicové uzávěry $O_y = 0,03$, mezní $O_y = 0,16$

$O_x = 0,07$, mezní $O_x = 0,07$

Úhlový uzávěr 0,00090, mezní hodnota 0,00688.

Polohový uzávěr 0,08, mezní hodnota 0,18.

Celková délka pořadu 2730,11 m.

Zaměření nově stabilizovaných bodů PPBP jsem provedl trojpodstavcovou metodou. Ta spočívá v použití tří stativů s trojnožkami, které se horizontují a centrují vždy nad třemi sousedními body a střídají se na nich při zaměřování odrazné hranoly s totální stanicí. Zadní stativ se po zaměření vždy přemísťuje na následující bod za bodem předním. Tato metoda poskytuje časovou úsporu a vyšší přesnost měření.

Body jsem zaměřoval v 1. skupině a naměřené údaje – vodorovný úhel v obou polohách dalekohledu a vodorovnou délku – jsem zapisoval do zápisníku úhlového a délkového měření. Všechny body byly zaměřeny s přesností odpovídající vyhlášece č. 26/2007 Sb., tedy s $m_{x,y} = 0,06$ m.

K zaměřování bodů jsem použil totální stanici Leica TC407, tři stativy, tři trojnožky a dva odrazné hranoly.

7.5.2 Zaměření bodů metodou GPS

K zaměření polohy nových bodů PPBP metodou GPS byla použita aparatura Trimble 4600LS. Měření probíhalo rychlou statickou metodou s nutností následného postprocessingu. Při měření jsme použili dva GPS přijímače, z nichž jeden byl zhorizontován a zcentrován na geodetickém bodě, jehož souřadnice jsou určeny jak v systému S – JTSK, tak v ETRS – 89. S druhým přijímačem jsme se pohybovali mezi body PPBP, jejichž polohu jsme chtěli určit. Na každém bodě jsme přístroj zhorizontovali, zcentrovali a po spuštění nechali měřit v průměru 20 minut, než se nad ním vystřídal dostatečný počet družic k určení polohy bodu v dostačující přesnosti. Když byl bod doměřen, vypnuli jsme přijímač, přesunuli jsme se s ním na další určovaný bod a postup opakovali. Museli jsme také zaměřit alespoň tři identické body, tedy body polohově určené v S – JTSK, které při postprocessingu slouží spolu s referenčním bodem k vytvoření transformačního klíče pro převod souřadnic bodů z ETRS – 89 do S – JTSK. Tyto body by se měly ideálně nacházet vně měřenou lokalitu a vytvářet kružnici kolem určovaných bodů. První přijímač stál po celou dobu měření spuštěný na referenčním bodě. Elevační maska obou přístrojů byla nastavena na 13° (Pojmem elevační maska rozumíme úhel počítaný od horizontu, do kterého jsou družice přijímačem ignorovány).

Zaměření všech bodů PPBP, u kterých to podmínky dovoľovaly, jsme provedli během dvou celodenních měření. První den byly postupně v uvedeném pořadí zaměřeny body č. **501, 502, 503, 504, 507, 508, 509, 514, 506, 512, 513**. Jako referenční jsme zvolili bod ZPBP č. **13**, jako identické body č. **209, 210 a 215**. Při druhém měření jsme zaměřili v uvedeném pořadí body **510, 512, 505, 516, 517, 518, 515**. Za referenční a identické byly zvoleny stejné body, jako při prvním měření. Všechny body byly zaměřeny bez obtíží, kromě bodu č. 509. Při observaci na tomto bodě přidával přijímač i po 20 minutách měření vždy dalších 5 minut měření. Po zhruba 20 přidaných minutách jsme se rozhodli měření sami ukončit. Příčinou tohoto problému bylo pravděpodobně

zastínění přijímaného signálu stromy, které se v blízkosti bodu nacházely. Po zaměření bodů a zpracování výsledků měření jsem vyhotovil *Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologií GPS* (Příloha č. 12).

Při měření bodů PPBP touto GPS metodou je po horizontaci a centraci přístroje nutné také změřit jeho výšku nad bodem a přibližný čas počátku měření. Tyto údaje se využijí při následném zpracování měření v příslušném softwaru.

Nevýhodou této metody bylo, že se referenční bod, na kterém po celou dobu měření stál jeden GPS přijímač, nacházel několik kilometrů od místa, kde jsme s druhým přijímačem prováděli měření. Proto jsme vždy museli buď mít nějakého dobrovolníka, který u něj po celou dobu (přibližně devět hodin) seděl a hlídal ho, nebo jsme se s kolegou v hlídání a měření museli střídat. Body byly zaměřeny s přesností odpovídající vyhlášece č. 26/2007 Sb., tedy s $m_{x,y} = 0,06$ m.

7.6 Výškové zaměření nově stabilizovaných bodů PPBP

Výškové zaměření jsem provedl technickou nivelací. Všechny body PPBP byly zaměřeny ve dvou nivelačních pořadech. Z důvodů ne příliš příznivého rozmístění bodů výškových polí v lokalitě jsem, po konzultaci s vedoucí diplomové práce, zvolil jeden nivelační pořad jako uzavřený.

První nivelační pořad jsem připojil na bod ZVBP **Mi3-12.1**, jehož nadmořskou výšku jsem ověřil bodem **Mi3-12**. Tímto pořadem byly výškově zaměřeny body č. **501, 502, 503, 504, 514, 515, 516, 517** a **518**. Nadmořská výška koncového bodu **Mi3-10** byla ověřena bodem **Mi3-9**. Celková délka prvního pořadu je 3 176 m.

Druhý, uzavřený nivelační pořad byl připojen na nivelační bod **Mi3-10**, s nadmořskou výškou, kterou jsem ověřil bodem **Mi3-9**. Tímto uzavřeným pořadem byly výškově zaměřeny body č. **505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514**, do pořadu jsem pro kontrolu zapojil i ZhB č. **216**. Celková délka druhého nivelačního pořadu je 3 706 m.

K výškovému zaměření bodů PPBP jsem použil kompenzátorový nivelační přístroj Topcon AT – 24A, stativ, teleskopickou nivelační lať a nivelační podložku.

Před prvním použitím jsem provedl zkoušku nivelačního přístroje. Ta probíhala tak, že jsem v mírně svažitém terénu odkrokoval cca 30 m a na počátek a konec této vzdálenosti položil nivelační podložky. Zhruba doprostřed jsem postavil stativ s nivelačním přístrojem a připravil ho k měření, následně provedl záměru vzad a potom

vpřed. Vypočítal jsem si jejich vzájemný výškový rozdíl, jako záměra vzad – záměra vpřed. Poté jsem přístroj přemístil co nejbližší za lať „vpřed“, připravil ho k měření a znovu ve stejném pořadí jsem zacílil na obě stanoviška. Podmínkou této zkoušky je, že druhé čtení na lati vzad by se mělo rovnat součtu druhého čtení na lati vpřed a výškového rozdílu prvních čtení (záměra vzad – záměra vpřed). Tato podmínka byla splněna, přístroj byl tedy v pořádku a nebylo nutné provádět rektifikaci posunem nitkového kříže, či rektifikačními šrouby. Pro zvýšení přesnosti jsem při zkoušce přístroje i při měření použil pouze jednu nivelační lať.

Zaměřování výšek nebylo vzhledem k několika strmým svahům v území vůbec jednoduché a právě v těchto úsecích si vyžadovalo minimální délky záměr a velké množství přestaveb. Všechny naměřené hodnoty jsem zapisoval do zápisníků pro technickou a plošnou nivelaci (Příloha č. 10) a po dokončení měření ručně vypočítal.

7.7 Technické vybavení

Veškeré technické vybavení pro polohové a výškové zaměření bodů nově navržené sítě bodů PPBP v zájmovém území mi bylo zapůjčeno katedrou pozemkových úprav, Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Technické parametry přístrojů jsem čerpal z údajů uváděných jejich výrobcí.

- **Topcon AT – 24A**

Kompenzátorový nivelační přístroj umožňující automatické urovnání záměrné přímkou do vodorovné pozice. Jeho objektiv má průměr 36 mm a umožňuje 24 x zvětšení. Přesnost přístroje je 2 mm / 1000 m, přesnost kompenzátoru +/- 15 cc. Váha přístroje je 2 kg.

Obr .12 Nivelační přístroj Topcon AT – 24A



Zdroj: <http://www.gpprague.cz/katalog.php?>

- **Leica TC 407**

Elektronická totální stanice vybavená velkým osvětleným displejem a rozsáhlou pamětí. Umožňuje úhlové měření se standardní přesností 20 cc a měření délek s přesností $\pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$. Součástí přístroje je automatický dvouosý kompenzátor a dálkoměr s dosahem až 3000 m na odrazný hranol.

Obr. 13 *Totální stanice Leica TC 407*



Zdroj: www.geotech-progps.sk/new/downloads/Totalne-stanice/TPS400_Akcia_2008.pdf

- **Trimble 4600 LS**

Jednofrekvenční GPS aparatura obsahující dva GPS přijímače a datový záznamník, sloužící ke konfiguraci a ovládání GPS přijímačů. Ten umožňuje ukládání bodů, zjednodušení vytyčovacíh úloh, provádění výpočtů včetně kalibrací a výpočtů souřadnic, konfiguraci parametrů GPS přijímačů a řízení či sledování stavu přijímače.

Samotné přijímače jsou kryty plastovými pouzdry vybavenými pouze tlačítkem pro spuštění / vypnutí a třemi kontrolními diodami signalizujícími příjem satelitního signálu, záznam dat do paměti a napájení. Váha přijímače je 1,7 kg.

Aparatura umožňuje provádět měření v reálném čase (Real Time Kinematic, RTK), statickou a rychlou statickou metodu polohového a výškového zaměření bodu. Přesnost dosahovaná při měření rychlou statickou metodou – horizontální $\pm 5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$, vertikální $\pm 10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

Obr. 14 GPS přijímač Trimble 4600 LS



Zdroj: <http://www.cpelda.com.br/pdf/gps/4600LS.pdf>

7.8 Výpočetní práce

7.8.1 Výpočet polohy bodů

Výpočet souřadnic ze zaměrování klasickou geodetickou metodou:

Zpracování dat z měření v terénu a výpočetní práce jsem v obou případech provedl za pomoci příslušných geodetických softwarů.

Při zpracování měření klasickou metodou jsem použil geodetický software Kokeš v. 7. 63. Nejprve jsem si v záložce *Soubor* založil nový soubor s příponou *.ss, tedy seznam souřadnic, následně jsem do něj z měřických zápisníků úhlového a délkového měření přes nabídku *Seznam* → *Vstup bodů* ručně vložil celá čísla a souřadnice počátečního a koncového bodu polygonového pořadu a bodů, na které jsou orientované.

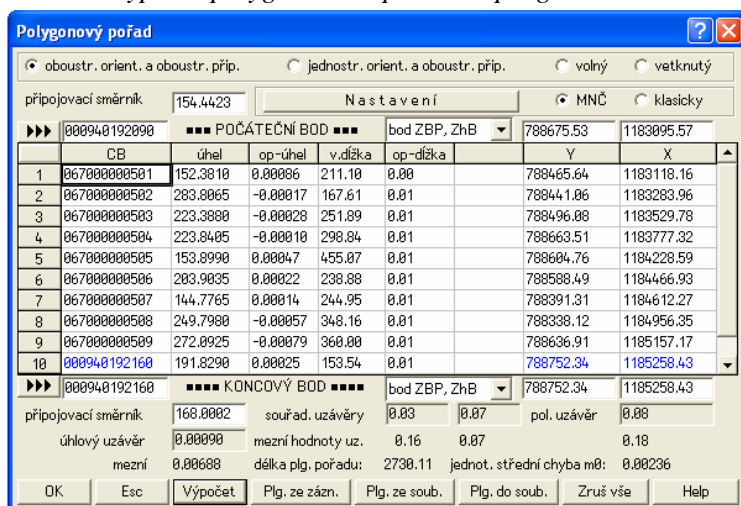
Dále jsem v menu *Výpočty* → *Vztah bod bod* → *Řetěžit* vypočítal směrníky tak, že jsem si kliknul na body, ze kterých jsem potřeboval vypočítat směrníky. Vypočtené hodnoty jsem si poznamenal pro pozdější využití při výpočtu.

V nabídce *Výpočty* → *Další geodetické* → *Polygonový pořad* jsem si otevřel okno pro výpočet polygonového pořadu. V něm jsem si nastavil typ polygonu, který budu počítat, tedy oboustranně připojený a oboustranně orientovaný, jako metodu vyrovnání jsem zadal metodu nejmenších čtverců (MNČ). Po tomto nastavení jsem vložil celé číslo počátečního a koncového bodu pořadu s jejich souřadnicemi a směrníky na orientační body, dále pak celá čísla jednotlivých polygonových bodů, vodorovné délky a úhly.

Po vyplnění všech potřebných údajů jsem zadal výpočet polygonového pořadu. O výpočtu byl také programem vyhotoven protokol, ten jsem si pomocí editoru záznamu uložil jako textový soubor, který je možné najít v přílohách této práce (Příloha č. 11).

Při výpočtu jsem nezaváděl matematické a fyzikální redukce naměřených délek, neboť jsem hodnoty pro jejich zavedení zadával přímo do totální stanice při vlastním zaměřování bodů.

Obr. 15 Výpočet polygonového pořadu v programu Kokeš



Výpočet souřadnic ze zaměřování za použití GPS:

Data z měření metodou GPS jsem zpracovával v softwaru Trimble Geomatic Office. Nejprve jsem si založil nový projekt a v něm nastavil souřadnicovou soustavu, ve které jsem požadoval výsledné souřadnice bodů, tedy S – JTSK a, jelikož je software americký, i metrický systém. Po stažení dat z GPS přijímačů do programu se na monitoru zobrazilo rozmístění jednotlivých bodů. U každého bodu se, po dvojitém kliknutí myši na bod, otevřela tabulka, do které jsem vyplnil číslo bodu a výšku přijímače nad ním v době observace. U referenčního bodu a u bodů identických bylo navíc třeba zadat jejich souřadnice v S – JTSK a potvrdit je nastavením možnosti *Control Quality*, tedy jako body o známé kvalitě. U určovaných bodů byla nastavena možnost *Unknown Quality*, což signalizovalo, že bod je neznámý a jeho souřadnice bude program počítat. Program si sám vytvořil transformační klíč, podle kterého vypočítal souřadnice bodů v systému S – JTSK. Navíc ze zadaných výšek přijímače vypočítal i nadmořské výšky bodů, které jsem dále mohl využít pro porovnání výsledků s geodetickou metodou určování výšky, tedy s geometrickou nivelací ze středu.

Výpočty vektorů většiny určovaných bodů byly označeny jako *FIXED*, jejich použití při výpočtu souřadnic bodů je tedy v souladu s přílohou č. 9 vyhlášky č. 31/1995 Sb. Pouze výpočet u bodu č. 509 byl označen jako *FLOAT*, nebylo ho tedy možné použít pro určení souřadnic tohoto bodu. Jako parametr snížení přesnosti jsem využil PDOP. Jeho hodnoty u žádného měřeného bodu nebyly vyšší než 7, všechny naměřené hodnoty u bodů s označením *FIXED* tedy bylo možné k určení jejich souřadnic využít (Tab. 6).

O každém bodě byl v programu vyhotoven několika stránkový report o zpracování údajů a výpočtu souřadnic, obsahující výsledné údaje o bodu a podrobnosti týkající se měření. Navíc jsou jeho součástí i grafy znázorňující dostupnost signálu v průběhu měření na bodě. Kvůli rozsáhlosti reportů jsem do přílohy umístil pro názornost pouze jeden kompletní výstup k bodu č. 501 (Příloha č. 14). Součástí přílohy je také *Point report* (Příloha č. 13), neboli seznam všech bodů i s jejich souřadnicemi v S – JTSK a nadmořskou výškou. Jelikož jsme, jak jsem uvedl v kap. 7. 5, měřili metodou GPS téměř všechny nové body PPBP v zájmovém území a toto měření probíhalo ve dvou dnech, jsou v přílohách seznamy souřadnic bodů dva a obsahují i body, jejichž polohové a výškové určení nebylo náplní mojí práce.

Tab. 6 Počet družic při observaci a hodnoty PDOP

č. bodu	počet družic	PDOP
501	8	2,37
502	8	2,23
503	8	4,55
504	6	2,71
505	7	2,62
506	7	3,22
507	6	2,61
508	7	2,43
510	8	2,24
512	7	1,87
513	8	2,32
514	9	1,71
515	8	1,82
516	8	2,04
517	8	1,93
518	7	2,61

7.8.2 Výpočet nadmořské výšky bodů

Nadmořskou výšku bodů jsem počítal ručně z hodnot zapsaných v zápisnících pro technickou a plošnou nivelaci (Příloha č. 10). Nejprve jsem u obou nivelačních

pořadů sečetl záměry zpět a vpřed a vypočítal, zda jsem měřením nepřekročil maximální přípustnou odchylku. Ta byla počítána podle vzorce pro maximální přípustnou odchylku u výškového určení bodů PPBP:

$$\Delta h_{\max} = 20\sqrt{R} \quad (12)$$

kde r je délka nivelačního pořadu v km.

V obou případech maximální povolená odchylka překročena nebyla. V prvním pořadu dosáhla odchylka měření 13 mm, maximální přípustná odchylka byla 36 mm. V druhém pořadu byla odchylka měření 12 mm, maximální přípustná odchylka 39 mm. Poté jsem dosaženou odchylku rozdělil úměrně záměrům vzad a z vyrovnaných převýšení vypočítal nadmořské výšky jednotlivých bodů daných nivelačních pořadů.

7.9 Programové vybavení

Výpočetní práce jsem prováděl v počítačové laboratoři katedry pozemkových úprav Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a použil jsem při tom počítačové programy Kokeš, Trimble Geomatic Office a Microstation.

- **Kokeš**

Geodetický systém Kokeš je kompaktní program umožňující zpracování terénních měření, řešení geodetických výpočtů, konstrukčních úloh, ale také například tvorbu map, digitalizaci mapových podkladů a podobně. Program lze dle potřeby rozšířit různými doplňkovými moduly a nastavbami pro speciální úlohy.

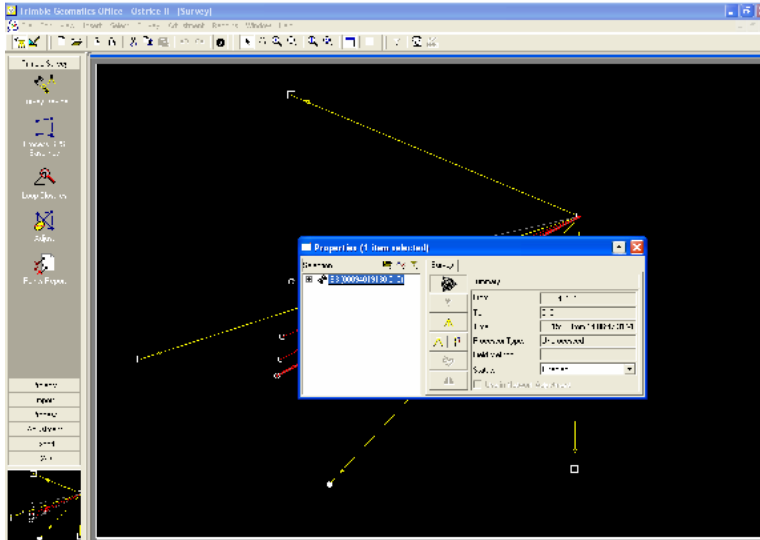
Kokeš pracuje se třemi základními typy souborů: *.ss – seznam souřadnic, *.vyk – výkres, *.bmp – rastr. Všechny operace a výpočty prováděné programem jsou ukládány do protokolů. Výrobce geodetického systému Kokeš je firma Gepro spol. s r. o.

- **Trimble Geomatic Office**

Software pro zpracování dat z měření GPS aparaturou Trimble 4600LS. Pomocí tohoto programu lze určovat souřadnice a nadmořské výšky bodů z naměřených dat stažených z přijímače do osobního počítače. Obsahuje databázi světových souřadnicových systémů a umožňuje tak jeho celosvětové využití. Data zpracovaná programem mohou být dále využita v GIS nebo CAD aplikacích. Program

vyhotovuje o měřeních protokoly, které jsou ve formě HTML. Program je produktem firmy Trimble.

Obr. 16 *Prostředí programu Trimble Geomatic Office*

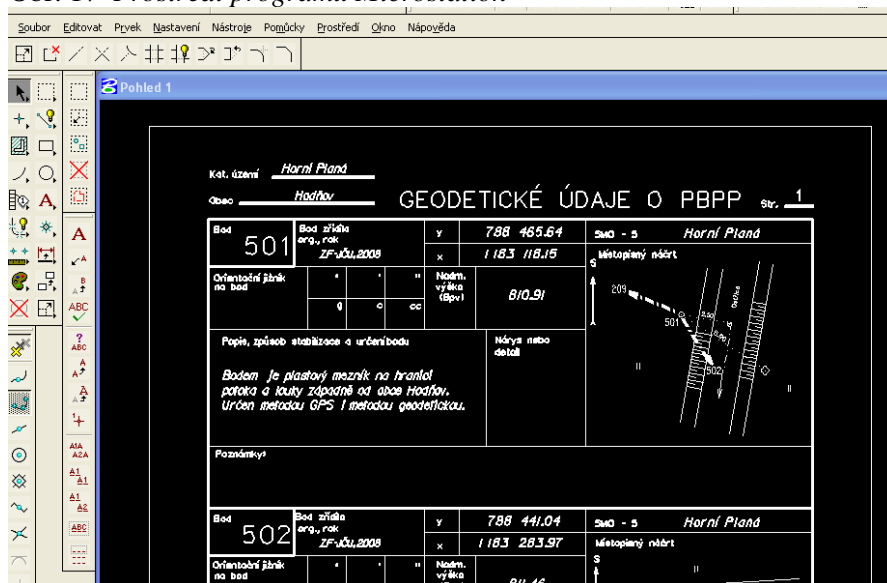


- **Microstation**

Program umožňující vytváření elektronických výkresů pro různé obory, mimo jiné i pro geodézii. Pro specifické oblasti činností je pro Microstation k dispozici množství nadstaveb a rozšíření. Pracuje se soubory ve formátu DGN, umožňuje propojení s dalšími geodetickými programy. Výrobce programu je firma Bentley Systems.

Microstation jsem využíval v 2D rozhraní pro vytváření geodetických údajů o bodech PPBP.

Obr. 17 Prostředí programu Microstation



7.10 Výsledky měření a porovnání metod

Metodou geodetickou a metodou GPS jsem v lokalitě toku Ostřice zaměřil celkem 9 bodů PPBP. Na nich lze provést porovnání obou metod z hlediska náročnosti jak technické, tak časové pro využití metod v praxi.

Tabulka 7 obsahuje souřadnice a nadmořské výšky bodů určované jak pomocí geodetických metod, tak pomocí metody GPS. Výsledné souřadnice bodů byly určeny jako aritmetický průměr souřadnic z obou měření. Podklady pro tvorbu této tabulky jsou součástí příloh.

Tab. 7 Porovnání souřadnic bodů určených metodou geodetickou a metodou GPS

Bod č.	Metoda geodetická		Nadm. v. (Bpv) [m]	Metoda GPS		Nadm.v. (Bpv) [m]	m _{xy}
	Y [m]	X [m]		Y [m]	X [m]		
067000000501	788465,64	1183118,16	810,914	788465,63	1183118,16	810,916	0,01
067000000502	788441,06	1183283,96	811,462	788441,06	1183283,97	811,462	0,01
067000000503	788496,08	1183529,78	817,554	788496,05	1183529,79	817,558	0,02
067000000504	788663,51	1183777,32	780,748	788663,49	1183777,32	780,742	0,01
067000000505	788604,76	1184228,59	774,893	788604,74	1184228,57	774,902	0,02
067000000506	788588,49	1184466,93	764,725	788588,51	1184466,92	764,729	0,02
067000000507	788391,31	1184612,27	764,964	788391,37	1184612,31	764,964	0,05
067000000508	788338,12	1184956,35	759,958	788338,15	1184956,34	759,959	0,02
067000000509	788636,91	1185157,17	777,979	nezměřeno	nezměřeno	nezměřeno	-

Vyhláška č. 26/2007 Sb. udává hodnotu základní střední souřadnicové chyby 0,06 m. Při určování souřadnic bodů bylo dosaženo maximální střední souřadnicové chyby 0,05 m. Souřadnice bodů byly tedy určeny s odpovídající přesností.

Pro polohové zaměření bodů klasickou geodetickou metodou bylo potřeba velké množství pomůcek – tři stativy, dva odrazné hranoly, totální stanice Leica TC 407 a tři trojnožky, zatímco při zaměřování metodou GPS postačily dva stativy a dva přijímače Trimble 4600LS, z nichž jeden stativ s přijímačem po celou dobu měření neopustil svoje stanoviště.

Při klasické geodetické metodě je pro plynulost měření potřeba 3 lidí, geodeta a dvou figurantů. Při metodě GPS měří pouze jeden člověk, při využití druhého přijímače jako referenční stanice je ovšem nutný ještě jeden člověk, který stanici hlídá.

Vlastní měření je značně obtížnější při geodetické metodě. Ta si vyžaduje neustálé přemísťování stativů s trojnožkami a jejich horizontaci a centraci na bodech, výměny odrazných hranolů a totální stanice na trojnožkách. Zaměřování metodou GPS spočívá pouze ve zhorizontování a zcentrování přístroje nad bodem a následném čekání zhruba 20 minut, než bude bod zaměřen. Náročnost na provedení je nízká, zaměření bodů při využití rychlé statické metody trvalo přibližně stejně dlouho jako zaměření metodou geodetickou. Navíc jsem body zaměřoval zároveň i výškově, na což jsem u geodetické metody potřeboval další vybavení, jmenovitě nivelační přístroj Topcon AT – 24A, nivelační podložku a nivelační lať. Nivelaci jsem prováděl po polohovém zaměření bodů. Zatímco při použití metody GPS zaznamenává přijímač data, z nichž se při následném zpracování získají současně se souřadnicemi určovaných bodů i jejich nadmořské výšky. Je zde tedy zřejmá časová úspora.

Aby bylo možné zaměřit polohu bodů klasickou geodetickou metodou, musí být splněna podmínka vzájemné viditelnosti mezi body. Při použití metody GPS tato podmínka odpadá, poloha bodů je určována nezávisle na viditelnosti mezi sousedními body, což se s výhodou uplatňuje v členitém terénu. Na druhou stranu je však limitována potřebou otevřeného prostranství a dostatečného počtu družic viditelných nad obzorem. V hustším porostu dřevin, nebo v intravilánu hrozí zastínění družicového signálu korunami stromů, nebo domy.

Následné zpracování naměřených údajů pomocí příslušných geodetických softwarů je srovnatelné v porovnání náročnosti. Ovládání programů je koncipováno na intuitivní bázi, není tedy příliš složité se v nich orientovat a pracovat v nich.

Z uvedených skutečností vyplývá, že použití metody GPS pro polohové a výškové určení bodů PPBP je výhodnější co do množství potřebných pomůcek a osob při zaměřování, náročnosti na provedení, úspory času a menší závislosti na členitosti terénu. Naopak klasická geodetická metoda, přes její větší náročnost, bude stále výhodnější v oblastech velkého zastínění oblohy, např. v blízkosti vzrostlých stromů či v husté zástavbě.

8 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vytvoření sítě bodů PPBP v povodí potoka Ostřice a jejich následné polohové a výškové zaměření klasickou geodetickou metodou a pomocí technologie GPS.

Proto jsem v teoretické části práce uvedl nejprve rozdělení a charakteristiku polohových a výškových bodových polí v České republice a následně důvod a jednotlivé etapy budování sítě bodů podrobných polohových bodových polí (PPBP). Dále jsem popsal druhy geodetických metod polohového a výškového zaměření bodů a podmínky pro jejich užití. Součástí teoretické části práce bylo také seznámení s technologií GPS, s principy, na kterých pracuje, s možnostmi a způsoby jejího využití.

V praktické části práce jsem s využitím poznatků z teorie popisoval průběh vlastního návrhu a následného vybudování sítě bodů PPBP. Realizace probíhala v povodí potoka Ostřice, v území mezi obcemi Horní Planá a Hodňov, v okrese Český Krumlov. Tato lokalita slouží jako výzkumná oblast katedry pozemkových úprav Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Nově vybudovaná síť bodů PPBP zde bude sloužit jako základ pro další geodetické práce v území, zejména pro zaměření toku Ostřice, mapování území a zaměření skutečného stavu a změn v území.

V zájmové lokalitě jsem provedl rekognoskaci stávajícího bodového pole. Hledal jsem body ZPBP a zhušťovací body (ZhB), které se jeví jako nejvhodnější pro použití při budování nové sítě bodů PPBP. Všechny hledané body jsem našel neporušené a nezničené. Podklady, které jsem měl k dispozici nevypovídaly o existenci starších sítí bodů PPBP, proto jsem tyto body při rekognoskaci nehledal. Vyhledával jsem také výškové body, které by byly vhodné pro výškové připojení bodů. I všechny tyto body byly nalezeny nezničené a neporušené.

Ze zjištěných skutečností bylo patrné, že stávající hustota sítě bodů polohového bodového pole v území je nedostatečná a vyžaduje doplnění. V lokalitě bylo navrženo 18 nových bodů PPBP na místech, kde nepřekážely ve využití pozemků a kde nehrozilo jejich mechanické poškození. Dalším kritériem byla vzájemná viditelnost mezi body. Stabilizovány byly v souladu s vyhláškou č. 26/2007 Sb. plastovými mezníky s hlavou o rozměrech 90 mm x 90 mm x 60 mm, ukotvených pomocí ocelové trubky o délce 600 mm a průměru 30 mm se zpětnými hroty proti vytažení stabilizace.

Devět bodů (s čísly 501 – 509) jsem pro určení polohy zaměřil dvakrát nezávisle, jednou metodou geodetickou a jednou metodou GPS. Jako geodetickou metodu jsem zvolil oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad zaměřený totální stanicí Leica TC 407. U naměřených vzdáleností byly zavedeny matematické (z nadmořské výšky) a fyzikální (z teploty a tlaku vzduchu) redukce. Pro měření aparaturou GPS jsem zvolil rychlou statickou metodu. Tou jsem pomocí GPS přijímačů Trimble 4600LS zaměřil všechny body, u kterých to umožňovaly jejich stanovištní podmínky.

Výškové zaměření bodů jsem provedl technickou nivelací. Ve dvou oboustranně připojených nivelačních pořadech, jednom otevřeném a jednom uzavřeném, jsem nivelačním přístrojem Topcon AT – 24A výškově zaměřil všechny body PPBP. Počáteční body pořadů jsem výškově ověřil každý jedním dalším výškovým bodem.

Naměřené údaje z polohového měření jsem následně zpracoval v příslušných geodetických softwarech. Výpočet dat z geodetické metody byl proveden v programu Kokeš, zpracování měření pomocí GPS v programu Trimble Geomatic Office. Výpočet z výškového měření jsem provedl ručně. Výsledky měření jsem zpracoval do formy tabulky a uvedl je v práci (Tab. 7). Z rozdílů souřadnic bodů jsem vypočítal střední souřadnicové chyby a z výsledků vyplynulo, že největší dosažená souřadnicová chyba má hodnotu 0,05 m. Všechny body byly tedy určeny s přesností odpovídající vyhláše. Z vlastního měření a výpočtů jsem vytvořil potřebné výstupy a přílohy této diplomové práce.

Tvorba sítě bodů PPBP v oblasti povodí Ostřice nebyla úplně jednoduchou činností. Jedná se o území tvořené převážně loukami a pastvinami zemědělských zvířat, body musely být voleny u krajů pastvin, na jejich hranici s lesem, aby nedošlo k jejich poškození. Z tohoto důvodu musela být i větší pečlivost při volbě umístění bodů z hlediska vzájemné viditelnosti. Členitý terén pak komplikoval měření geodetickými metodami, zvláště výškové zaměření technickou nivelací si vyžádalo množství času a úsilí. Zaměřování bodů metodou GPS pak neslo rizika zastínění signálu stromy při měření bodů na okrajích lesa.

Ačkoliv by se budování sítí bodů PPBP dalo označit jako běžná, nebo rutinní geodetická činnost, na jejich výsledcích je závislá kvalita dalších měřických prací. Proto je nutné přistupovat ke všem etapám budování sítě bodů PPBP zodpovědně a s pečlivostí a ať už zvolíme jakoukoliv metodu zaměření bodů, nesmíme žádnou z etap podcenit.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška č. 31/1995 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterou se provádí zákon č.200/1994 Sb., *O zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších předpisů.*
- [2] ŠVEC, M., Doc. Ing., HÁNEK, P., Doc. Ing., CSc. *Stavební geodézie 10*. Praha: ČVUT, 1993. 175 str. ISBN 80-01-03403-8
- [3] HÁNEK, P., Doc. Ing., CSc. *Bodová pole a síť* [online]. 2006. [cit. 2009-12-28]
Dostupný z WWW: <http://home.zf.jcu.cz/public/departments/kpu/vyuka/geod_hanek/bodova_pole_a_site.pdf>
- [4] ČADA, V., Doc. Ing., CSc. *Přednáškové texty z geodézie* [online]. [cit. 2009-01-04].
Dostupný z WWW: <<http://www.gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>>
- [5] Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., *O zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem*, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č.344/1992 Sb., *o katastru nemovitostí České republiky*, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod. Praha: CUZK, 2007. 53 str.
- [7] SCHENK, J., Doc. Ing., CSc. *Geodetické síť: Bodová pole* [online]. 2004. [cit. 2009-02-16].
Dostupný z WWW: <<http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/geosite.pdf>>
- [8] BLAŽEK, R., Doc. Ing., CSc., JANDOUREK, J., Ing., CSc. *Geodézie: Úpravy měřených veličin a výškopis*. Praha: ČVUT, 1991. 164 str. ISBN 80-01-00611-5
- [9] HÁNEK, P., Doc. Ing., CSc., MARŠÍKOVÁ, M., Ing., HÁNEK, P., Ing. *Geodézie pro obor Pozemkové úpravy a převody nemovitostí*. České Budějovice, 2007. 88 str. ISBN 978-80-7040-971-8
- [10] MERVART, L., Ing. *Základy GPS*. Praha: ČVUT, 1993. 53 str. ISBN 80-01-00959-9
- [11] RAPANT, P. *Družicové polohové systémy*. Ostrava: VŠB – TU, 2002. 200 str. ISBN 80-248-0124-8
- [12] <http://www.cuzk.cz>
- [13] <http://www.topconeurope.com>
- [14] <http://www.leica-geosystems.com>
- [15] <http://www.trimble.com>

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AGS	- Astronomicko - geodetická síť
Bpv	- Výškový systém Balt po vyrovnání
CAD	- Computer Aided Drawing
CZEPOS	- Česká síť permanentních referenčních stanic
ČSNS	- Česká státní nivelační síť
ČSTS	- Česká státní trigonometrická síť
ČÚZK	- Český úřad zeměměřický a katastrální
DOP	- Dilution Of Precision (snížení přesnosti)
DOPNUL	- Doplnění sítě nultého řádu
ETRS-89	- Evropský terestrický referenční systém 1989
EUREF	- European Reference Frame (evropský referenční rámec)
GIS	- Geografické informační systémy
GLONASS	- Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema
GNSS	- Global Navigation Satellite System (Globální navigační polohový systém)
GPS	- Global Positioning system (Globální polohový systém)
HDOP	- Horizontal Dilution of Precision
IAG	- International Association of Geodesy (mezinárodní geodetická asociace)
ITRF	- International Terrestrial Reference Frame (mezinárodní terestrický referenční rámec)
MCS	- Master Control Station (hlavní řídicí stanice)
MNČ	- Metoda nejmenších čtverců
MS	- Monitor Station (monitorovací stanice)
NAVSTAR	- Navigation System using Timing and Ranging
NULRAD	- Síť nultého řádu
PDOP	- Position Dilution Of Precision
PN	- Přesná nivelace
PPBP	- Podrobné polohové bodové pole
PPS	- Precise Positioning Service (přesná polohová služba)
PRN	- Pseudo Random Number
PTBP	- Podrobné tíhové bodové pole
PVBP	- Podrobné výškové polohové pole
RTK	- Real Time Kinematic (metoda měření GPS v reálném čase)

SGI	- Soubor geodetických informací
S-JTSK	- Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SMO 5	- Státní mapa odvozená v měřítku 1: 5000
SPI	- Soubor popisných informací
SPS	- Standard Positioning Service (standardní polohová služba)
TDOP	- Time Dilution Of Precision
TN	- Technická nivelace
UTM	- Univesal Transversal Mercator
VDOP	- Vertical Dilution Of Precision
VPN	- Velmi přesná nivelace
WGS 84	- World Geodetic System (světový geodetický systém)
ZGS	- Základní geodynamická síť
ZhB	- Zhušťovací bod(y)
ZM 10	- Základní mapa v měřítku 1: 10 000
ZNB	- Základní nivelační bod
ZPBP	- Základní polohové bodové pole
ZPN	- Zvlášť přesná nivelace
ZTBP	- Základní tíhové bodové pole
ZVBP	- Základní výškové bodové pole

11 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

- Obr. 1: *Československá astronomicko – geodetická síť*
- Obr. 2: *Stabilizace bodu ZPBP*
- Obr. 3: *Základní nivelační bod Lišov I*
- Obr. 4: *Výšky H vztažené k ploše kvazi-geoidu*
- Obr. 5: *Čepová nivelační značka*
- Obr.6: *Geometrická nivelace ze středu*
- Obr. 7: *Oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad*
- Obr. 8: *Segmenty GPS*
- Obr. 9: *Rozmístění stanic řídicího segmentu*
- Obr. 10: *Body polohových a výškových bodových polí v zájmovém území*
- Obr. 11: *Plastový mezník*
- Obr. 12: *Nivelační přístroj Topcon AT – 24A*
- Obr. 13: *Totální stanice Leica TC 407*
- Obr. 14: *GPS přijímač Trimble 4600 LS*
- Obr. 15: *Výpočet polygonového pořadu v programu Kokeš*
- Obr. 16: *Prostředí programu Trimble Geomatic Office*
- Obr. 17: *Prostředí programu Microstation*
-
- Tab. 1: *Přehled nivelačních pořadů I. – III. řádu*
- Tab. 2: *Mezní odchylky mezi body polohových bodových polí*
- Tab. 3: *Mezní hodnoty polygonových pořadů*
- Tab.4: *Souřadnice TB, ZhB a bodů přidružených v zájmovém území*
- Tab.5: *Nivelační body použité v zájmovém území*
- Tab. 6: *Počet družic při observaci a hodnoty PDOP*
- Tab. 7: *Porovnání souřadnic bodů určených metodou geodetickou a metodou GPS*

12 SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy vázané v diplomové práci:

- Příloha č. 1: *Oznámení závad a změn na bodech ZPBP (1 x A4)*
- Příloha č. 2: *Oznámení závad a změn na bodech PPBP (1 x A4)*
- Příloha č. 6: *Geodetické údaje ZhB a bodů ZPBP (5 x A4)*
- Příloha č. 7: *Geodetické údaje bodů PPBP (3 x A4)*
- Příloha č. 8: *Nivelační údaje (4 x A4)*
- Příloha č. 11: *Protokol o výpočtu polygonového pořadu (2 x A4)*
- Příloha č. 12: *Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologií GPS (2 x A4)*
- Příloha č. 13: *Výsledné souřadnice a nadm. výšky bodů z měření GPS (2 x A4)*
- Příloha č. 14: *Baseline summary (9 x A4)*

Přílohy v přebalu diplomové práce:

- Příloha č. 3: *Přehled polohového bodového pole 1:10 000 (1 x A3)*
- Příloha č. 4: *Přehledný náčrt podrobného polohového bodového pole 1:10 000 (1 x A3)*
- Příloha č. 5: *Kopie mapy ZM 10 s ručním zákresem polohy bodů PPBP (1 x A0)*
- Příloha č. 9: *Zápisník úhlového a délkového měření (2 x A4)*
- Příloha č. 10: *Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci (11 x A4)*

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
13	Ochranná tyč zlomena	

Příloha č. 6 – GEODETICKÉ ÚDAJE ZhB A BODŮ ZPBP

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 bok:	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

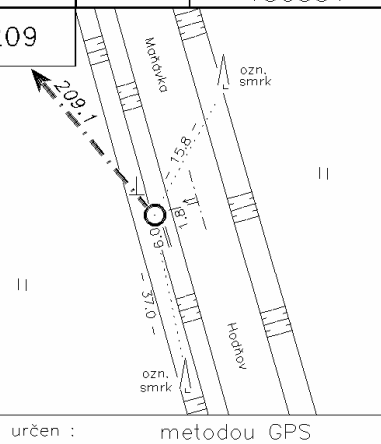
Kraj: Jihočeský
 Okres: Český Krumlov
 Obec: Horní Planá

List č.: 1/1
 Stav k:

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SM0-5	130551

Číslo a název bodu		209	K Maňávce			209
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
209	ZHB	788675.53	1183095.57	niv. 815.05	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				

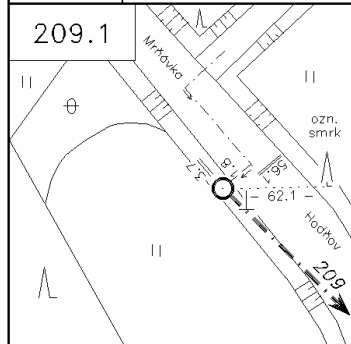


Bod určen : metodou GPS

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	Zřízen	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

zhušřovacího bodu

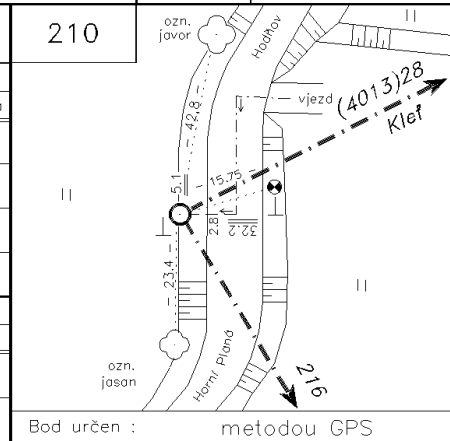
Kraj: Jihočeský
 Okres: Český Krumlov
 Obec: Horní Planá

List č.: 1/1
 Stav k:

Vytvořeno pro web 17.02.2009

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

Číslo a název bodu		210	U smrku			210
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
210	ZHB	789320.05	1184225.76	niv. 833.76	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	0.00
	.92	žula 20x20x7				
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-2000					
Kat.území Parc.čís.	Horní Planá 1732					

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

Poznámka :

GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušřovacího bodu

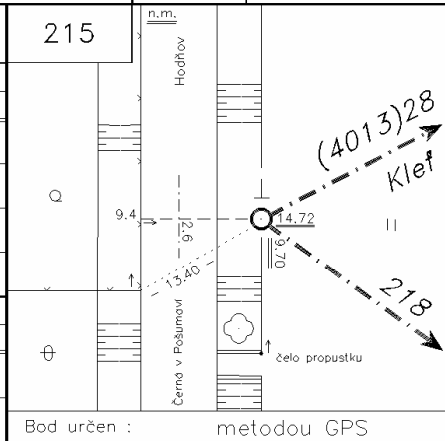
Kraj: Jihočeský
 Okres: Český Krumlov
 Obec: Horní Planá

List č.: 1/1
 Stav k:

Vytvořeno pro web 17.02.2009

TL	4019
ZM-50	32-23
SMO-5	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 číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany	
218	337.37888	1369.616				
/4013/ 28	269.24341	18176.119				



Bod určen : metodou GPS

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		
Rok	Zřízení	2000 KÚ ČB	
	Určení YX	2001	
	Určení výšky	2001	
	[Pře]Stabilizace	2000	
Rok	Údržba	1900	
	Obnova		

Poznámka :

GEODETICKÉ ÚDAJE

zhušřovacího bodu

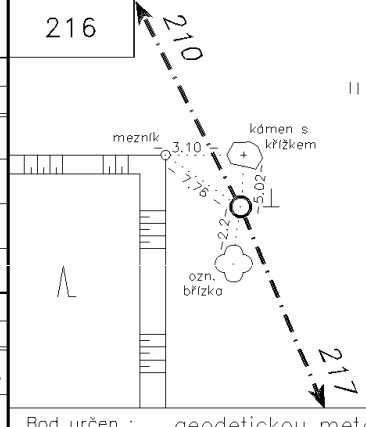
Kraj: Jihočeský
 Okres: Český Krumlov
 Obec: Horní Planá

List č.: 1/1
 Stav k:

Vytvořeno pro web 17.02.2009

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

Číslo a název bodu		216	Nad Jelem		216
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
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
	.87	žula 20x20x9			
Ochranný znak: (druh, rok)	OT-2000				
Kat. území Parc. čis.	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 :

Příloha č. 7 – GEODETICKÉ ÚDAJE O BODECH PPBP

Kat. území Horní Planá

Obec Hodňov

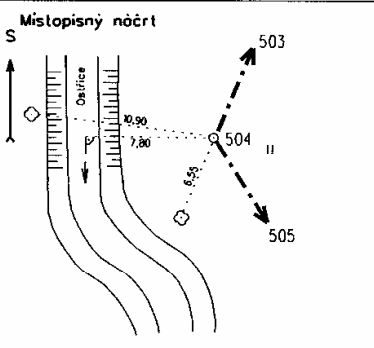
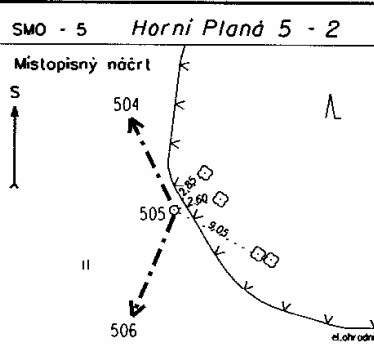
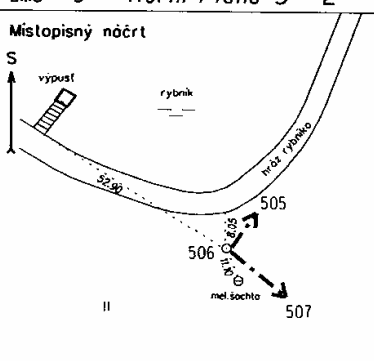
GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP Str. 1

Bod 501	Bod zřídilo org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y	788 465.64	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - I</i>	Místopisný náčrt
		x	1183 118.16		
Orientační jižník na bod	g	c	cc	Nadm. výška (Bpv)	810.91
Popis, způsob stabilizace a určení bodu				Nárys nebo detail	
<i>Bodem je plastový mezník na hranici potoka a louky západně od obce Hodňov. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>					
Poznámky:					
Bod 502	Bod zřídilo org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y	788 441.06	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - I</i>	Místopisný náčrt
		x	1183 283.97		
Orientační jižník na bod	g	c	cc	Nadm. výška (Bpv)	811.46
Popis, způsob stabilizace a určení bodu				Nárys nebo detail	
<i>Bodem je plastový mezník západně od obce Hodňov v blízkosti silnice spojující Hodňov a Horní Planou. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>					
Poznámky:					
Bod 503	Bod zřídilo org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y	788 496.07	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - I</i>	Místopisný náčrt
		x	1183 529.79		
Orientační jižník na bod	g	c	cc	Nadm. výška (Bpv)	817.55
Popis, způsob stabilizace a určení bodu				Nárys nebo detail	
<i>Bodem je plastový mezník umístěný jihozápadně od obce Hodňov na hranici lesa a pastviny. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>					
Poznámky:					

Kat. území Horní Planá

Obec Hodňov

GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP Str. 2

Bod 504	Bod zřídila org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y 788 663.50	x 1 183 777.32	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - 1</i>
Orientační jížník na bod	· · · · · g c cc	Nadm. výška (Bpv)	780.75	Místopisný náčrt 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu		Nárys nebo detail		
<i>Bodem je plastový mezník na hranici potoka a louky Jihozápadně od obce Hodňov. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>				
Poznámky:				
Bod 505	Bod zřídila org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y 788 604.75	x 1 184 228.58	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - 2</i>
Orientační jížník na bod	· · · · · g c cc	Nadm. výška (Bpv)	774.89	Místopisný náčrt 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu		Nárys nebo detail		
<i>Bodem je plastový mezník nacházející se na hranici lesa a pastviny u elektr. ohradníku. Jihozápadně od obce Hodňov. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>				
Poznámky:				
Bod 506	Bod zřídila org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y 788 588.50	x 1 184 466.93	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - 2</i>
Orientační jížník na bod	· · · · · g c cc	Nadm. výška (Bpv)	764.73	Místopisný náčrt 
Popis, způsob stabilizace a určení bodu		Nárys nebo detail		
<i>Bodem je plastový mezník nacházející se pod hrází severněji položeného rybníka, u jeho rohu. Nedaleko se nachází mel. šachta. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>				
Poznámky:				

Kat. území Horní Planá

Obec Hodňov

GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP Str. 3

Bod 507	Bod zřídilo org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y	788 391.34	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - 2</i>	Místopisný náčrt
		x	1184 612.29		
Orientační jižník na bod	·	'	''	Nadm. výška (Bpv)	764.96
			g	c	cc
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <i>Bodem je plastový mezník na hranici pastviny a lesa, před el. ohradníkem, jihozápadně od obce Hodňov. Určen metodou GPS i metodou geodetickou.</i>				Nárys nebo detail	
Poznámky:					
Bod 508	Bod zřídilo org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y	788 338.14	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - 2</i>	Místopisný náčrt
		x	1184 956.35		
Orientační jižník na bod	·	'	''	Nadm. výška (Bpv)	759.96
			g	c	cc
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <i>Bodem je plastový mezník, který se nachází u jižního rohu jižněji položeného rybníka. Určen metodou GPS a metodou geodetickou.</i>				Nárys nebo detail	
Poznámky:					
Bod 509	Bod zřídilo org., rok <i>ZF-JČU, 2008</i>	y	788 636.91	SMO - 5 <i>Horní Planá 5 - 2</i>	Místopisný náčrt
		x	1185 157.17		
Orientační jižník na bod	·	'	''	Nadm. výška (Bpv)	777.98
			g	c	cc
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <i>Bodem je plastový mezník umístěný u průjezdu stromořadím, které lemuje polní cestu. Určen metodou geodetickou.</i>				Nárys nebo detail	
Poznámky:					

Příloha č. 8 – NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační bod

http://bodovapole.cuzk.cz/_nbOutput.aspx?id=s%2fgelw6nTQz059...

hlášení závad

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Mi3 Horní Planá-Křenov						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Mi3-7	Mi3-9	0.552	1.887	837.477 m	1959	
<p>Místopisný popis: Horní Planá, dům čp. 151</p> <p>Poznámky: 1. Možno zaměřit latí s rozšířenou patkou</p> <p>Stav a stáří objektu: značka 0,5 m nad zemí zachovalá omítnutá podsklepená jednopatrová kamenná stavba</p>		<p>Místopis:</p>				
Úz. jednotka:	330201301			Vlastník:		
Okres:	Český Krumlov					
Obec:	HORNÍ PLANÁ					
Kat. území:	HORNÍ PLANÁ					
Parc. číslo:						
ZM-50	32-23		SMO-5	HORNÍ PLANÁ 5-2		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V	3	GTÚ		Y	789707 m	
	Druh stab.	Hrobník		X	1184298 m	dig.
	N	1959				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
14° 3' 7.8"		48° 46' 17.4"	980759 mgal	980956 mgal	-18 mgal	
Datum: 19.7.2008						

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Mi3 Horní Planá-Křenov					
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku
		oddílu	od počátku		
Mi3-9	Mi3-10	0.452	2.339	832.621 m	1996
<p>Místopisný popis: Horní Planá, nivelační kámen</p> <p>Poznámky:</p> <p>Stav a stáří objektu: obetonovaný žulový hranoi, normalizovaný do 0,3 m hlína, do 1,0 m hlína s kamením</p>		<p>Místopis:</p>			

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Mi3 Horní Planá-Křenov					
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku
		oddílu	od počátku		
Mi3-11	Mi3-12	0.643	3.673	811.515 m	1959
<p>Místopisný popis: Horní Planá, balvan</p> <p>Poznámky: 1. Vyhledávací tyč 29 cm dlouhá (bod vpravo 0,1 m; 0,6 m před VT)</p> <p>Stav a stáří objektu: značka shora zachovalý rulový balvan</p>		<p>Místopis:</p>			
Úz. jednotka:	330201301			Vlastník:	
Okres:	Český Krumlov				
Obec:	HORNÍ PLANÁ				
Kat. území:	HORNÍ PLANÁ				
Parc. číslo:					
ZM-50	32-23		SMO-5	HORNÍ PLANÁ 5-1	
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK	
H III	2	GTÚ		Y	788582 m
	Druh stab.	Hrobník		X	1183292 m
	J	1959			
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba
14° 3' 55.4"		48° 46' 54.7"	980765 mgal	980957 mgal	-18 mgal
Datum: 14.4.2008					

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Mi3 Horní Planá-Křenov					
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku
		oddílu	od počátku		
MI3-12	MI3-12.1	0.080	3.753	810.723 m	1996
<p><i>Místopisný popis:</i> Horní Planá, silniční propustek</p> <p><i>Poznámky:</i></p> <p><i>Stav a stáří objektu:</i> značka 0,3 m pod hranou, 1,1 m nad zemí betonová stavba z roku 1970</p>		<p><i>Místopis:</i></p>			
<p><i>Úz. jednotka:</i> 330201301</p> <p><i>Okres:</i> Český Krumlov</p> <p><i>Obec:</i> HORNÍ PLANÁ</p> <p><i>Kat. území:</i> HORNÍ PLANÁ</p> <p><i>Parc. číslo:</i></p>	<p><i>Vlastník:</i></p>				
ZM-50	32-23	SMO-5	HORNÍ PLANÁ 5-1		
<i>Druh zn.</i>	<i>Stupeň stab.</i>	<i>Stabilizoval</i>	<i>Druh bodu</i>	<i>Souřadnice v S-JTSK</i>	
Č VIa	4	Zúřad Bartůněk		y	788527 m
	<i>Druh stab.</i>	1996		x	1183279 m
	J				dig.
<i>Zeměpisná délka</i>		<i>Zeměpisná šířka</i>	<i>Gs</i>	<i>Gn</i>	<i>Ba</i>
14° 3' 58.0"		48° 46' 55.4"	980765 mgal	980957 mgal	-18 mgal
<i>Datum:</i> 14.4.2008					

Příloha č. 9 – ZÁPISNÍK ÚHLOVÉHO A DÉLKOVÉHO MĚŘENÍ

ZÁPISNÍK ÚHLOVÉHO A DÉLKOVÉHO MĚŘENÍ

str.: 1

STANOVIŠTĚ č.

Situační náčrt:

Měřil: MIROSLAV FINK

Teodolit: LEICA TC 407

Počasí: OBLAČNO
10°C

v.p.

Datum: 26.4.08

BOD č.	Řada	Horizontální směry										v. c.	Zenitové úhly Výškové úhly			Délka	Převýšení				
		1 skup.					2 skup.						prům.		I + II			Z.ú.	vodorovná	šikmá	
		prům.		red.			prům.		red.				1+2 2								
		g	e	ec	c	ec							g	e	ec			g	e	ec	
209.1	I	0	00	00	99	95														123,328	
	II	199	99	90	00	00						0	00	00							
501	I	152	38	08	38	05														211,109	
	II	352	38	02	38	10						152	38	10							
209	I	0	00	00	00	03														211,111	
	II	200	00	05	00	00						0	00	00							
502	I	283	80	71	80	68														167,612	
	II	83	80	65	80	65						283	80	65							
501	I	0	00	00	99	93														167,610	
	II	199	99	85	00	00						0	00	00							
503	I	223	38	74	38	73														251,893	
	II	23	38	72	38	80						223	38	80							
502	I	0	00	00	99	98														251,894	
	II	199	99	95	00	00						0	00	00							
504	I	223	83	99	84	03														298,845	
	II	23	84	07	84	05						223	84	05							
503	I	0	00	00	00	05														298,840	
	II	200	00	10	00	00						0	00	00							
505	I	153	89	91	89	95														455,072	
	II	353	89	99	89	90						153	89	90							

Příloha č. 10 – ZÁPISNÍK PRO TECHNICKOU A PLOŠNOU NIVELACI

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přesta- vového	bočného	vzad +	vpřed -	bočné -		přestavového	určeného bočně	
								Ověření nivelač. bodu M:3-12.1
								Měřil: Miroslav Fink Přístroj: Topcon AT-24 A 4.9.08 OBLACNO Výškový systém: Balt p.v.
M:3-12		+2 0,729			812,446	811,515		Horní Planá, Balvanový vyhledávací týč, nadm. v. 811,515 m.n.m.
		+2 2,012	1,678		812,782	810,768		
M:3-12.1			2,059			810,723		Horní Planá, silniční propustek nadm. v. 810,723 m.n.m.
								$r = 0,070 \text{ km}$
		Σz	2,941		Δh_{kp}	-0,792	M.B.	$\Delta h_{max} = 20\sqrt{r} = 5 \text{ m m}$
		Σp	3,737		Δh_{zp}	-0,796	JEST	$\Delta h < \Delta h_{max}$
					Δh	0,004 m		

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přestavového	bočného	vzad +		vpřed -	bočné -	
								Ověření nivelač. bodu Mi 3-10
								Měřil: Miroslav Fink Přístroj: Topcon AT-24A 4.9.08 OBLAČNO Výškový systém: Balt p.v.
Mi 3-9		1,594			839,074	837,477		Horní Plana, dům č.p. 151, nadm.v. 837,477 m.n.m.
		-1	0,653			838,418		
		2,302			840,719			
			0,774			839,945		
		2,332			842,277			
			0,782			841,475		
		2,784			844,279			
			0,261			844,018		
		2,318			846,336			
			0,949			845,387		
		2,160			847,547			
		-1	0,865			846,682		
		1,569			848,250			
			1,782			846,468		
		0,721			847,189			
			2,699			844,490		
		0,778			845,268			
			2,298			843,030		
		0,798			843,828			
			2,165			841,663		
		0,279			844,892			
		-1	2,415			839,477		
		0,865			840,341			
			1,947			838,394		
		0,582			838,976			
			2,292			836,684		
		0,301			836,985			
			2,741			834,244		
		1,212			835,456			
			1,496			833,960		
		1,009			834,969			
Mi 3-10			2,348			832,621		Horní Plana, nivelační kámen, nadm.v. 832,621 m.n.m.
								r = 0,385 km
		Σz	21,554		Δh _{KP}	-4,856	M.B.	Δh _{max} = 20√r = 12mm
		Σp		26,407	Δh _{ZP}	-4,853	JEST	Δh < Δh _{max}
					Δh	-0,003 m		

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.: 1

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přestavového	bočného	vzad +		vpřed -	bočné -	
								Nivel. pořad Mi 3-12.1 - Mi 3-10
								Měřil: Miroslav Fink Přístroj: Topcon AT-24 A 4.9.08 OBLAČNO
Mi 3-12.1		-1			812,287	810,723		Horní Planá, silniční propustek, nadm. v. 810,723 m.n.m
		1,565				811,897		
		3,109	0,390		815,006			
			1,457			813,549		
		2,267			815,816			
			0,773			815,041		
		0,750			815,791			
			2,425			813,366		
		0,506			813,872			
			2,286			811,586		
501		1,011			812,597	810,914		Plastový mezník
		1,274	1,683		812,188			
			1,492			810,616		
		1,446			812,142			
		-1	0,925			811,217		
502		2,076			813,312	811,462		Plastový mezník
			1,850					
		2,083			813,545			
			1,160			812,385		
		2,252			814,637			
			0,553			814,084		
		2,850			816,934			
		-1	0,467			816,473		
503		3,022			819,494	817,554		Plastový mezník
			1,940					
		0,403			817,957			
			3,484			814,473		
		0,380			814,853			
			2,605			812,248		
		0,364			812,812			
			2,118			810,694		
		0,636			811,350			
		-1	1,850			809,500		
		0,579			810,078			
			3,435			806,623		
		0,469			807,092			
			2,938			804,154		
		0,303			804,657			
			2,917			801,740		
		0,547			802,287			
			2,714			799,573		
		0,491			800,064			
			2,985			797,079		

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.: 2

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přesta- vového	bočného			přestavového	určeného bočně	
		vzad +	vpřed -	bočně -				
		0,601			797,680			Nivel. pořad Mi3-12.1 - Mi3-10
			3,090			794,590		
		0,610			795,200			
		-1	2,451			792,749		
		0,967			793,715			
			2,350			791,365		
		0,436			791,801			
			3,695			788,106		
		0,461			788,567			
			2,640			785,927		
		0,904			786,831			
			2,247			784,584		
		0,801			785,385			
			2,536			782,849		
		0,368			783,417			
			2,269			781,148		
		1,369			782,517			
504		-1	1,769			780,748		Plastový mezník
		0,745			781,492			
			2,285			779,207		
		0,921			780,128			
			2,610			777,518		
		1,068			778,586			
518			1,854			776,732		Plastový mezník
		0,866			777,598			
			2,096			775,502		
		0,980			776,482			
		-1	2,612			773,870		
		0,794			774,663			
			2,230			772,433		
		0,793			773,226			
			2,042			771,184		
		0,864			772,048			
			2,182			769,866		
		1,547			771,413			
517		-1	2,154			769,259		Plastový mezník
		1,513			770,711			
			1,624			769,087		
		1,042			770,189			
			1,851			768,338		
516		1,200			769,538			
			1,903			767,635		Plastový mezník
		1,317			768,932			
			1,899			767,033		
		0,974			768,027			
515			2,432			765,595		Plastový mezník
		1,500			767,025			
			1,815			765,210		
		0,970			766,250			
514			1,951			764,299		Plastový mezník

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.:3

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		vpřed +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		1,759			766,058			Nivel. pořad Mi3-12.1 - Mi3-10
		-1	0,172			765,086		
		2,371	0,560		767,456	766,896		
		2,070	0,419		768,966	768,547		
		2,285	1,232		770,832	769,600		
		2,939	0,253		772,539	772,286		
		2,689	0,356		774,975	774,619		
		-1	0,036		777,318	777,252		
		2,961	0,029		780,212	780,183		
		2,889	0,091		783,072	782,981		
		2,592	0,618		785,573	784,955		
		2,980	0,109		787,935	787,826		
		-1	0,426		790,550	790,124		
		2,936	0,321		793,059	792,738		
		2,443	0,867		795,181	794,314		
		2,865	0,096		797,179	797,083		
		2,524	0,560		799,607	799,047		
		2,857	0,075		801,904	801,829		
		2,764	0,294		804,593	804,299		
		3,001	-1	0,013	807,300	807,267		
		2,929	0,045		810,195	810,15		
		2,187	0,529		812,337	811,808		
		2,669	0,167		814,477	814,316		
		2,692	0,208		817,008	816,800		
		-1	0,179		820,369	820,19		
		2,828			823,017			

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.: 4

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka	
	přestavového	bočního			zpět	vpřed		bočně
	+	-	-					
		0,485						Nivel. pořad M13-12.1 - M13-10
	2,906			825,438		822,532		
		0,325				825,113		
	2,716			827,829		827,462		
		0,367				830,446		
	3,192			830,654		830,446		
	2,298			832,744				
M13-10		0,123				832,621		Horní Planá, nivelační kámen, nadm. v. 832,621 m.n.m. $r = 3,176 \text{ km}$ $\Delta h_{max} = 20\sqrt{r} = 36 \text{ mm}$ $\Delta h < \Delta h_{max}$
	Σz	130,968		Δh_{kp}	21,898	M.B.		
	Σp		109,057	Δh_{zp}	21,911	JEST		
				Δh	-0,013 m			

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.: 1

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přesta- vového	bočného	vzad +		vpřed -	bočně -	
								Nivel. pořad Mi3-10 - Mi3-10
								Měřil: Miroslav Fink Přístroj: Topcon AT-24A 5.9.08 POLOJASNO Výškový systém: Balt p.v.
Mi3-10		0,123			832,744	832,621		Horní Planá, nivelační kámen, nadm.v. 832,621 m.n.m.
			2,298			830,446		
		0,208			830,654			
			3,492			827,462		
		0,367			827,829			
			2,716			825,113		
		0,325			825,438			
			2,906			822,532		
		0,485			823,017			
			2,828			820,189		
		0,179			820,368			
			3,569			816,799		
		0,208			817,007			
			2,692			814,315		
		0,161			814,476			
			2,669			811,807		
		0,529			812,336			
			2,187			810,149		
		0,045			810,194			
		-1	2,929			807,265		
		0,033			807,297			
			3,001			804,296		
		0,294			804,590			
			2,764			801,826		
		0,035			801,901			
			2,857			799,044		
		0,560			799,604			
			2,524			797,080		
		0,096			797,176			
			2,863			794,311		
		0,867			795,178			
			2,443			792,735		
		0,321			793,056			
			2,936			790,120		
		0,426			790,546			
			2,724			787,822		
		0,109			787,931			
		-1	2,980			784,951		
		0,178			785,568			
			2,592			782,976		
		0,091			783,067			
			2,889			780,178		
		0,029			780,207			

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. : 2

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
			2,961			777,246		Nivel. pořad Mi3-10 - Mi3-10
		0,066			777,312			
			2,699			774,613		
		0,356			774,969			
			2,689			772,280		
		0,253			772,533			
			2,939			769,574		
		1,232			770,826			
			2,235			768,541		
		0,449			768,960			
			2,070			766,890		
		0,560			767,450			
			2,371			765,079		
		0,972			766,051			
514		-1	5,759			764,292		Plastový mezník
		2,190			766,481			
			1,080			765,401		
		2,580			767,981			
			0,430			767,551		
		2,845			770,396			
			0,418			769,978		
		2,935			772,913			
			0,405			771,508		
		2,600			775,108			
505			0,215			774,893		Plastový mezník
		0,906			775,799			
			2,680			773,113		
		0,860			773,977			
			2,643			771,336		
		0,412			771,748			
			2,659			769,089		
		0,574			769,663			
		-1	2,673			766,770		
		0,736			767,265			
506			2,540			764,725		Plastový mezník
		0,668			765,393			
			1,701			763,692		
		0,540			764,232			
			1,233			762,999		
		2,088			765,087			
513			0,821			764,266		Plastový mezník
		1,019			765,285			
			2,236			763,049		
		0,732			763,781			
512			1,569			762,212		Plastový mezník
		1,039			763,251			
			1,628			761,623		
		0,959			762,582			
511			1,905			760,677		Plastový mezník

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str. : 3

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		vpřed +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		1,236			761,913			Nivel. pořad Mi3-10 - Mi3-10
			1,618			760,295		
		1,384			761,679			
510			1,234			760,445		Plastový mezník
		1,515			761,960			
		-1	1,229			760,731		
		1,802			762,532			
			1,084			761,448		
		2,175			763,623			
			0,486			763,137		
		2,316			765,453			
507			0,489			764,964		Plastový mezník
		0,629			765,573			
			2,659			762,934		
		0,918			763,852			
			1,810			761,042		
		1,209			763,251			
			1,731			761,520		
		1,284			762,804			
			1,927			760,877		
		1,124			762,001			
		-1	2,618			759,383		
		2,305			761,687			
			1,703			759,984		
		1,463			763,447			
508			1,489			759,958		Plastový mezník
		1,767			761,725			
			1,029			760,696		
		1,699			762,395			
			1,269			761,126		
		1,985			763,111			
			1,137			761,974		
		1,599			763,573			
			1,256			762,317		
		1,681			763,718			
			0,853			763,145		
		1,841			764,986			
			0,512			764,474		
		2,018			766,492			
		-1	0,926			765,566		
		2,187			767,752			
			0,761			766,991		
		2,303			769,294			
			0,788			768,506		
		2,547			771,053			
			0,729			770,324		
		2,399			772,723			
			0,773			771,950		
		3,452			775,402			

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.:4

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přesta- vového	bočného			přestavového	určeného bočně	
	vzad +	vpřed -	bočně -				
		0,524			774,878		Nivel. pořad. Mi3-10 - Mi3-10
	2,476			777,354			
		0,956			776,393		
	2,370			778,768			
509		0,789			777,979		Plastový mezník
	4,977			782,956			
		0,422			782,534		
	2,684			785,218			
		0,615			784,603		
	2,752			787,355			
	-1	0,488			786,917		
	2,387			789,309			
		0,614			788,689		
	2,582			791,271			
		0,430			790,841		
	3,493			794,334			
216		0,433			793,901		Horní Planá, ZhB
	1,249			795,150			
		2,664			792,486		
	0,837			793,323			
		3,168			790,155		
	0,476			790,631			
		2,811			787,820		
	0,466			788,286			
		2,681			785,605		
	1,281			786,886			
		1,652			785,234		
	2,283			787,522			
	-1	0,618			786,904		
	2,851			789,754			
		0,853			788,901		
	2,824			791,725			
		0,531			791,194		
	2,722			793,916			
		0,717			793,199		
	3,300			796,499			
		0,433			796,066		
	2,789			798,855			
		0,728			798,127		
	2,499			800,626			
		1,112			799,514		
	2,494			802,008			
		1,068			800,940		
	2,191			803,131			
		1,117			802,014		
	2,036			804,050			
		0,840			803,210		
	2,362			805,572			
		0,674			804,898		

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

str.: 5

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočného			vzad + vpřed - bočně -	přestavového určeného bočně	
			-1				Nivel. pořad. Mi3-10 - Mi3-10
			2,303	807,200			
			0,677		806,523		
			2,777	809,320			
			0,543		808,777		
			2,440	811,217			
			0,884		810,333		
			2,369	812,702			
			0,842		811,860		
			2,647	814,507			
			0,546		813,961		
			2,896	816,857			
			0,680		816,177		
			2,779	818,956			
			0,781		818,175		
			2,830	821,005			
			0,405		820,600		
			2,828	823,428			
			-1		822,761		
			2,381	825,641			
			0,581		825,060		
			2,438	827,498			
			0,792		826,706		
			2,539	829,245			
			0,561		828,684		
			2,858	831,542			
			0,583		830,959		
			2,877	833,836			
			0,543		833,293		
			3,298	836,591			
			1,930		834,661		
			1,388	836,049			
			1,461		834,588		
			1,828	836,416			
			1,233		835,183		
			2,288	837,471			
			0,584		836,887		
			0,520		837,407		
			-1		835,008		
			2,399	835,554			
			0,547		833,596		
			1,938		834,915		
Mi3-10			2,294		832,621		
							Horní Planá, nivelační kámen, nadm.v. 832,621 m.n.m.
							$r = 3,706 \text{ km}$
							$\Delta h_{max} = 20 \sqrt{r} = 39 \text{ mm}$
							$\Delta h < \Delta h_{max}$
			Σz	183,124	Δh_{kp}	0,000	M.B.
			Σp	183,112	Δh_{zp}	0,012	JEST
					Δh	-0,012 m	

Příloha č. 11 – PROTOKOL O VÝPOČTU POLYGONOVÉHO POŘADU

 polygonový pořad

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
		154.44230			
000940192090	0.00086 152.38186		0.00	788675.53	1183095.57
		306.82416	211.10		
067000000501	-0.00017 283.80633		0.01	788465.64	1183118.16
		390.63049	167.62		
067000000502	-0.00028 223.38772		0.01	788441.06	1183283.96
		14.01822	251.90		
067000000503	-0.00010 223.84040		0.01	788496.08	1183529.78
		37.85861	298.85		
067000000504	0.00047 153.89947		0.01	788663.51	1183777.32
		391.75809	455.08		
067000000505	0.00022 203.90372		0.01	788604.76	1184228.59
		395.66181	238.89		
067000000506	0.00014 144.77664		0.01	788588.49	1184466.93
		340.43845	244.96		
067000000507	-0.00057 249.79743		0.01	788391.31	1184612.27
		390.23587	348.17		
067000000508	-0.00079 272.09171		0.01	788338.12	1184956.35
		62.32758	360.01		
067000000509	0.00025 191.82925		0.01	788636.91	1185157.17
		54.15683	153.55		
000940192160	0.00087 313.84337			788752.34	1185258.43
		168.00020			

dosažené přesnosti:

=====

polygon spočten MNC
 úhlový uzávěr=0.00090, mezní=0.00688
 souřadnicové uzávěry: oy=0.03, mezní=0.16, ox=0.07, mezní=0.07
 polohový uzávěr=0.08, mezní=0.18
 aposteriorní jednotková střední chyba=0.00237 , pro polohové vyrovnání
 celková délka pořadu=2730.11 m

067000000501	788465.64	1183118.16
067000000502	788441.06	1183283.96
067000000503	788496.08	1183529.78
067000000504	788663.51	1183777.32
067000000505	788604.76	1184228.59
067000000506	788588.49	1184466.93

067000000507
067000000508
067000000509

788391.31	1184612.27
788338.12	1184956.35
788636.91	1185157.17

Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologií GPS

Lokalita (název): Horní Planá

Okres: Český Krumlov

Katastrální území: Horní Planá

Organizace-firma zhotovitele: JU v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta,
katedra Pozemkových úprav

Protokol zpracoval (jméno, datum, podpis): Miroslav Fink, 21. 10. 2008

1. Použité přístroje GPS:

Přijímače:

výrobce – značka	Trimble	Trimble	
typ	4600LS	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.):

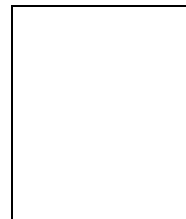
rychlá statická

2.2 Doba měření na bodech:	minimální	20
	průměrná (odhadem)	24
2.3 Interval mezi odečty (v sekundách):		15
2.4 Počet zaměření určovaných bodů:		1
2.5 Interval mezi měřeními na týchž bodech:	nejmenší	
	průměrný (odhadem)	
2.6 Hodnota DOP:	největší	4,55
	průměrná (odhadem)	2,5

2.7 Měření výšky antény:

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

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):

3.2 Použité výchozí souřadnice:

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:

4. Transformace do S-JTSK

4.1 Program použitý pro transformaci (název, verze):

4.2 Použitý transformační klíč:

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:

4.5 Výstup s porovnáním souřadnic dvakrát určených bodů včetně rozdílů

Název souboru:

Poznámky:

Points

Project : Ostrice

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

User name	Admin	Date & Time	13:33:40 12.10.2008
Coordinate System	Czech Republic	Zone	Krovak
Project Datum	S-JTSK		
Vertical Datum		Geoid Model	EGM96 (Global)
Coordinate Units	Meters		
Distance Units	Meters		
Height Units	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 B3 (000940190130 to 501)

Processed:	pondělí, X 13, 2008 03:57:04odp.	
Solution type:	L1 fixed	
Solution acceptability:	Solution acceptable	
Ephemeris used:	Broadcast	
Met Data:	Standard	
Baseline slope distance:	1142,118m	
Elevation mask:	13 degrees	
Variance ratio:	3,2	
Reference variance:	4,407	
RMS:	0,007m	
Horizontal Precision 1-sigma (scaled):	0,003m	
Vertical Precision 1-sigma (scaled):	0,006m	
Start time (GPS Time):	08/06/22, 08:54:45.000	1485, 32085,000
Stop time (GPS Time):	08/06/22, 09:15:45.000	1485, 33345,000
Occupation time:	00:21:00.000	

Baseline Components (Mark to Mark)

From:	000940190130				
Grid		Local		WGS 84	
Northing	1183615,429m	Latitude	48°46'49,57535"N	Latitude	48°46'47,26875"N
Easting	787437,610m	Longitude	14°04'53,13334"E	Longitude	14°04'49,72751"E
Elevation	796,800m	Height	796,450m	Height	843,542m
To:	501				
Grid		Local		WGS 84	
Northing	1183118,160m	Latitude	48°47'00,82746"N	Latitude	48°46'58,51785"N
Easting	788465,634m	Longitude	14°03'59,84450"E	Longitude	14°03'56,44522"E
Elevation	810,916m	Height	810,568m	Height	857,666m
Baseline:					
Δ Northing	497,269m	NS Fwd Azimuth	287°43'31"	Δ X	19,981m
Δ Easting	-1028,025m	Ell. Distance	1141,883m	Δ Y	-1116,518m
Δ Elevation	14,116m	Δ Height	14,123m	Δ Z	239,627m

Standard Errors

Baseline Errors:					
σ Δ Northing	0,001m	σ NS Fwd Azimuth	0,216 seconds	σ Δ X	0,002m
σ Δ Easting	0,001m	σ Ell.Distance	0,001m	σ Δ Y	0,001m
σ Δ Elevation	0,003m	σ Δ Height	0,003m	σ Δ Z	0,002m

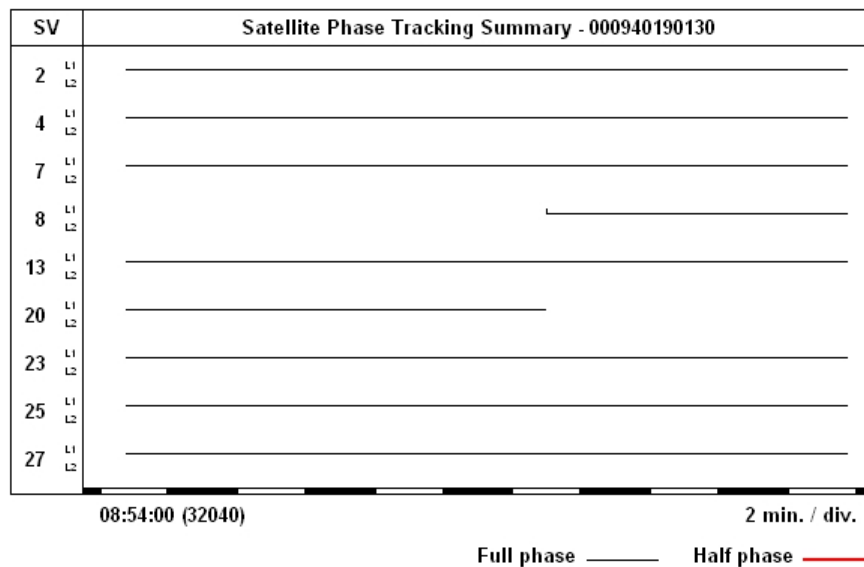
Aposteriori Covariance Matrix

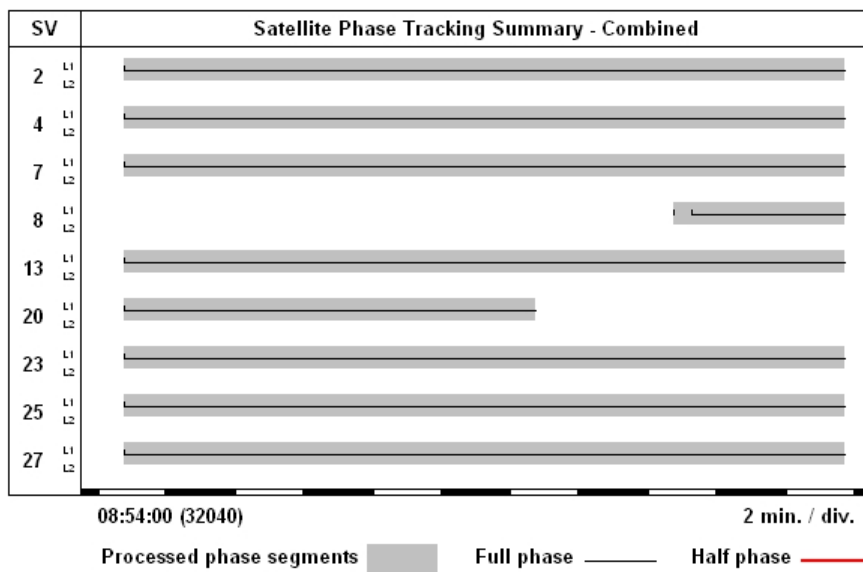
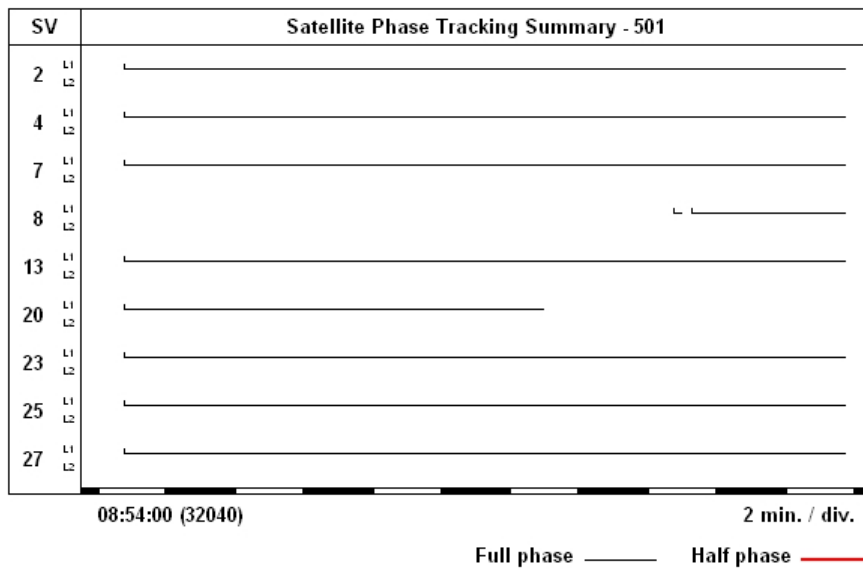
	X	Y	Z
X	4,939e-6m ²		
Y	7,191e-7m ²	1,132e-6m ²	
Z	3,878e-6m ²	9,194e-7m ²	5,663e-6m ²

Occupations

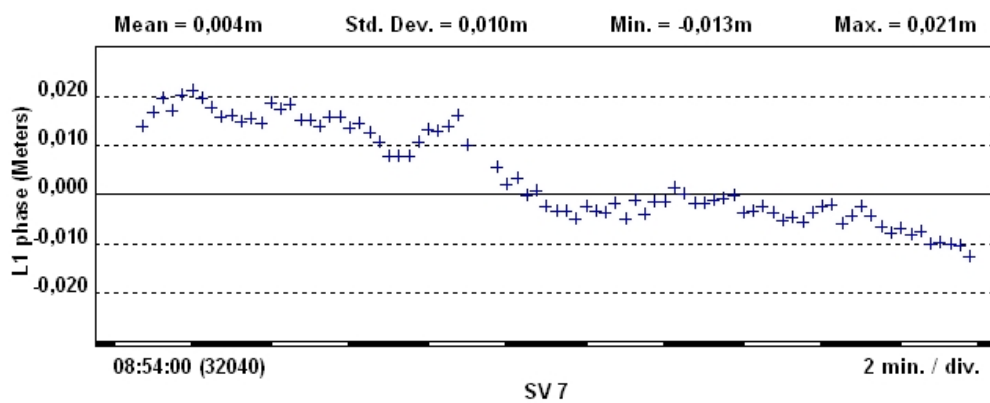
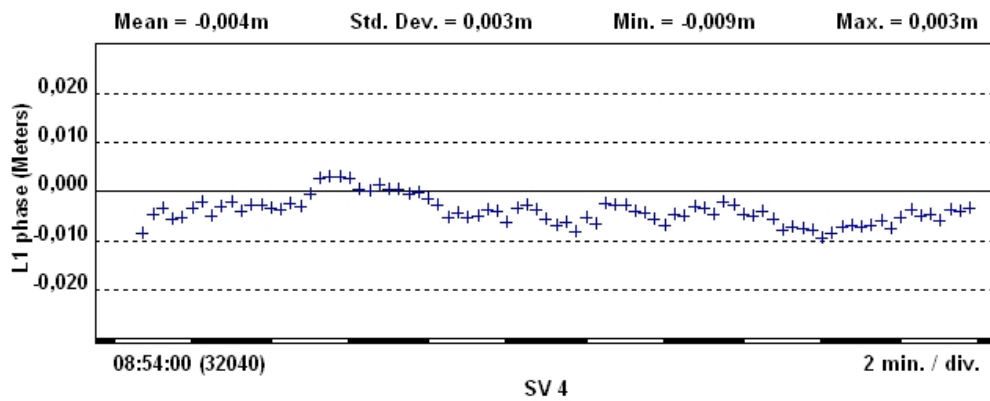
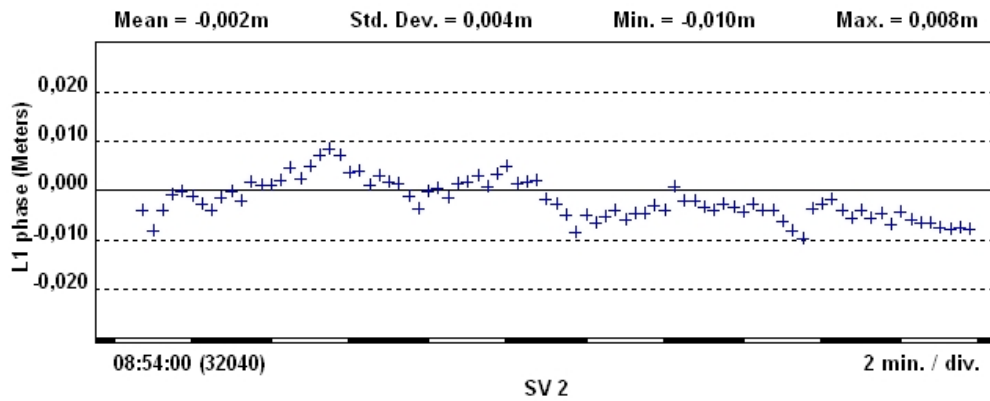
		From	To
Point Name:		000940190130	501
Data file:		38521740.DAT	38511742.DAT
Receiver Type:		4600LS	4600LS
Receiver Serial Number:		20143852	20143851
Antenna type:		4600LS Internal	4600LS Internal
Measured To:		Hook using 4600LS tape	Hook using 4600LS tape
Antenna height	Measured	1,549m	1,626m
	APC	1,611m	1,688m

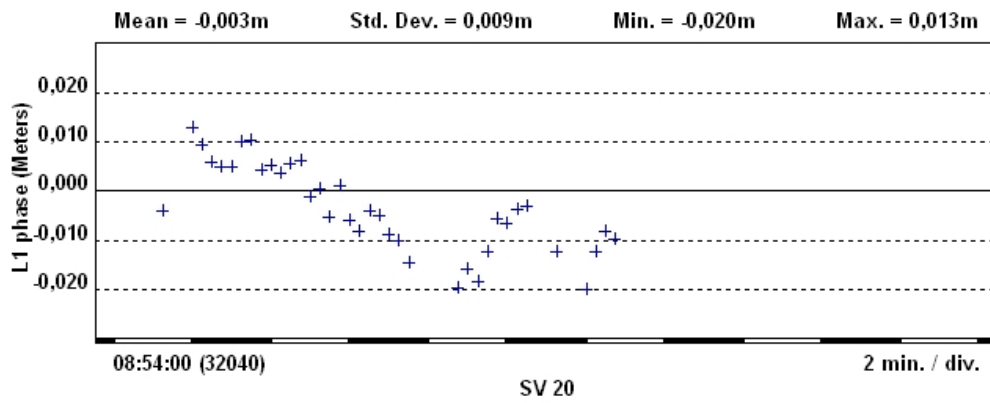
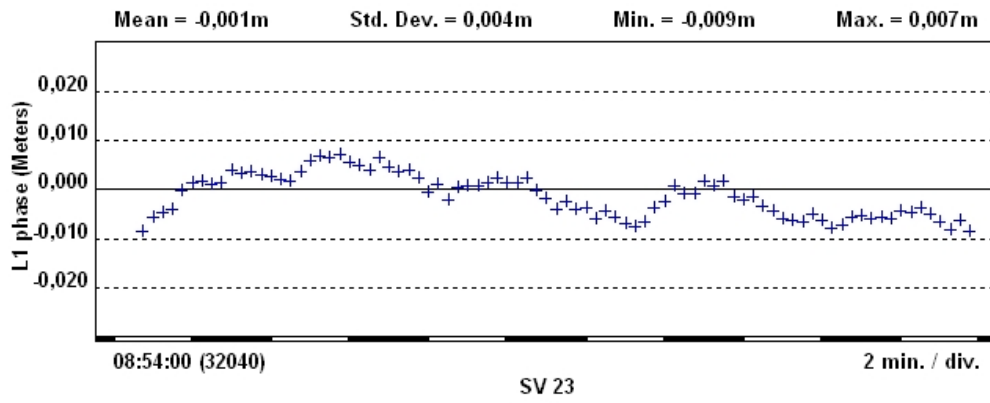
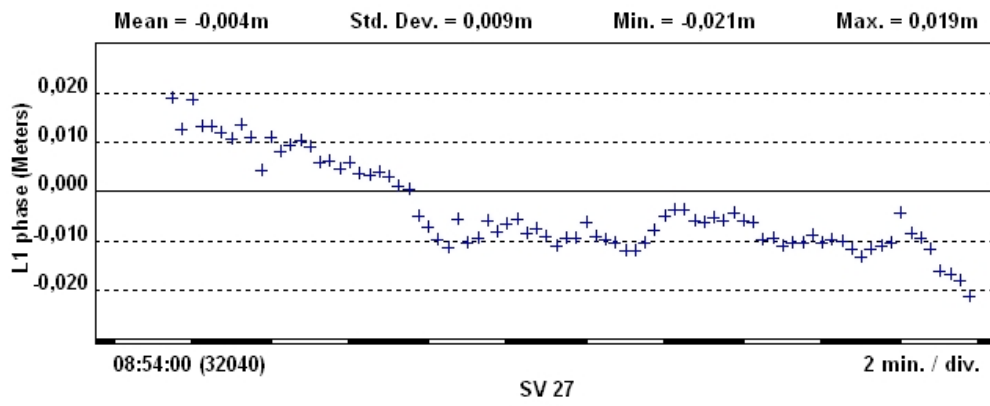
Tracking Summary

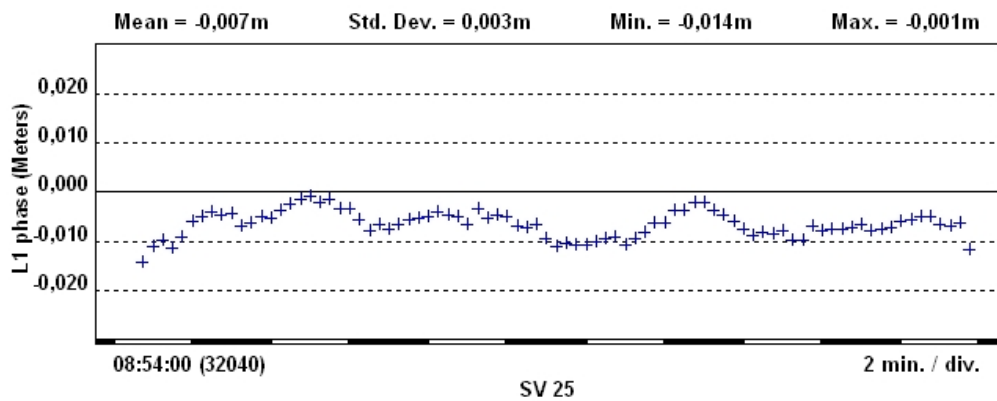




Residuals







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

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

Global

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

Quality

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

Tropo

Model	Hopfield
Minimum zenith delay interval	2 hours
Use observed met data	Enabled

Iono

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

Events

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

OTF Search

Search method	Optimal
----------------------	---------