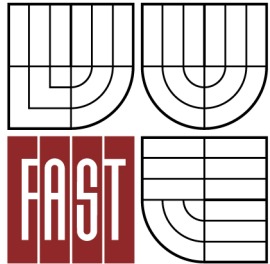




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

DOPLNĚNÍ PPBP PRO ÚČELY PÚ

COMPLETING OF HORIZONTAL CONTROL FOR LANDSCAPE CONSOLIDATION PURPOSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

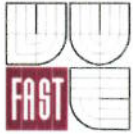
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN NOVÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. VLASTIMIL HANZL, CSc.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s kombinovanou formou studia
Studijní obor 3646R003 Geodézie a kartografie
Pracoviště Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Novák Jan
Název Doplnění PPBP pro účely PÚ
Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.
Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce 25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011



.....
doc. Ing. Josef Weigel, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK, č.j. 6530/2007-22, včetně jeho dodatků + přílohy


Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb.

Zásady pro vypracování

Po revizi dosavadního bodového pole, vypracujte návrh stabilizace a rozvržení nového PPBP v k.ú Bežerovice. Po očíslování nových bodů PPBP navrhnete způsob určení nových bodů PPBP, realizujte měření a výpočty, analyzujte přesnost určení nových bodů PPBP. Pro práci využijte současně platných předpisů pro technické podmínky a metody obnovy PPBP.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací



.....
doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt:

Předmětem této bakalářské práce je provedení revize bodů podrobného polohového bodového pole a návrh nových bodů pro jeho doplnění včetně vlastní realizace v terénu. Nové body byly určeny klasickými geodetickými metodami a pomocí technologie globálního navigačního družicového systému. Součástí práce je vyhotovená kompletní dokumentace podrobného polohového bodového pole pro účely pozemkové úpravy.

Abstract:

The aim of this bachelor thesis is the revision implementation and a proposal of new points for minor horizontal control completion, including the field realization. The new points were positioned by means of typical geodetic methods and with the help of the global navigation satellite system technology. Besides, the complete minor horizontal control documentation for landscape consolidation purposes is a part of the thesis.

Klíčová slova:

Podrobné polohové bodové pole, revize, globální navigační družicový systém, měření v reálném čase

Key words:

Minor horizontal control, revision, global navigation satellite system, real time kinematic

Bibliografická citace:

NOVÁK, Jan. *Doplnění PPBP pro účely PÚ*. Brno, 2012. 61 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce doc. Ing. Vlastimil Hanzl, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Doplnění PPBP pro účely PÚ** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v příloze této práce.

V Brně dne 13.5.2012

.....


Poděkování:

Tímto děkuji svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vlastimilu Hanzlovi CSc., za ochotu, cenné rady a připomínky při konzultacích. Mé poděkování pak v neposlední řadě patří mojí manželce, která mě plně podporovala. Také děkuji Bohu.

V Brně dne 13.5.2012

OBSAH:

1	ÚVOD	10
1.1	Cíl práce.....	11
1.2	Komplexní pozemková úprava v Horní Bobrové	12
2	BODOVÁ POLE	13
2.1	Rozdělení bodových polí.....	13
2.2	Podrobné polohové bodové pole	15
2.2.1	Technické požadavky na body podrobného polohového bodového pole	15
2.2.2	Číslování bodů podrobného polohového bodového pole	17
2.2.3	Číslování bodů základního polohového bodového pole a zhušťovacích bodů	17
3	REVIZE A DOPLNĚNÍ PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE	18
3.1	Revize dosavadního bodového pole	18
3.2	Doplnění podrobného polohového bodového pole	20
3.2.1	Volba nových bodů podrobného polohového bodového pole	20
3.2.2	Zřízení a ochrana měřické značky	21
3.2.3	Geodetické údaje o bodech podrobného polohového bodového pole	22
4	ZPŮSOB URČENÍ NOVÝCH BODŮ – TEORETICKÝ ZÁKLAD	23
4.1	Metody měření bodů podrobného polohového bodového pole.....	23
4.1.1	Protínání vpřed.....	23
4.1.2	Technologie GNSS	25
4.1.2.1	<i>Součásti globálního navigačního polohového systému</i>	26
4.1.2.2	<i>Určení souřadnic přijímače</i>	27
4.1.2.3	<i>Metody určování polohy</i>	29
4.1.2.4	<i>Měření v reálném čase</i>	30
5	URČENÍ NOVÝCH BODŮ	32
5.1	Použité přístroje	32
5.2	Příprava před měřením	34
5.3	Měření nových bodů geodetickou metodou	34

5.3.1	Metoda nejmenších čtverců	34
5.3.2	G-NET	35
5.3.3	Vlastní zaměření nových bodů a výpočet	36
5.4	Měření nových bodů PPBP pomocí technologie GNSS	39
5.4.1	Technické požadavky měření	39
5.4.2	Parametr DOP	42
5.4.3	Vlastní měření	42
5.4.3.1	<i>TopNET</i>	44
5.4.4	Výpočetní práce	45
5.4.4.1	<i>WGS84 a ETRS89</i>	46
5.4.4.2	<i>Realizace systému ETRS89 v rámci ETRF2000</i>	48
5.4.4.3	<i>S-JTSK</i>	49
5.4.4.4	<i>Transformace souřadnic</i>	50
6	DOKUMENTACE DOPLNĚNÍ PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE	52
7	ZÁVĚR	54
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	57
9	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	60
10	SEZNAM PŘÍLOH	61
11	PŘÍLOHY	62

1 ÚVOD

Pozemkové úpravy se provádějí zpravidla formou komplexních pozemkových úprav (§4, odst.1, 139/2002 Sb.). Tento způsob obnovy katastrálního operátu je upraven ustanovením §15a zákona č. 344/1992 Sb. (Katastrální zákon).

Komplexní pozemkové úpravy (KPÚ) jsou zásadně preferovány, neboť katastrální zákon dále uvádí, že jednoduchých pozemkových úprav se využije pro obnovu operátu pouze tehdy, je-li dotčena úpravou souvislá část katastrálního území a je-li tento postup vhodný s ohledem na účelnou správu katastru. Dále je podotknuto, že v případě obnovy katastru nemovitostí pozemkovými úpravami se nepostupuje podle ustanovení §16 tohoto zákona. Tím je vyloučeno námitkové řízení před vyhlášením obnoveného operátu, neboť návrh pozemkových úprav je již schválen. [20]

Cílem KPÚ je především uspořádání vlastnických vztahů k pozemkům. Zároveň ale řeší celou řadu aspektů ve vztahu ke krajině jako takové. Dle platné právní úpravy lze dovodit několik významných cílů, které sledují. Jsou to uspořádání pozemků, ochrana krajiny (plán společných zařízení – biokoridory, biocentra, protierozní opatření), zlepšení prostupnosti krajiny, upřesnění přídělů, ale také obnova katastrálního operátu, řešení duplicitního vlastnictví či dokončení nedokončeného scelování. Jako jeden z výstupů KPÚ z geodetického hlediska je digitální katastrální mapa (DKM).

Pozemkové úpravy mají, až na výjimky, charakter správního řízení, jsou založeny na principu dobrovolnosti, dochází při nich ke změně vlastnictví a je kladen důraz na veřejný zájem.

Nebezvýznamnou část KPÚ tvoří zeměměřická činnost. Je to celá řada základních činností, bez kterých by KPÚ nebyla možná. Tato bakalářská práce se zabývá jednou z prvních zeměměřických činností při KPÚ, kterou je etapa revize a doplnění podrobného polohového bodového pole (PPBP). Cílem je popsat na konkrétním území katastru Horní Bobrová postup revize PPBP a navržení nových bodů PPBP. Hlavním přínosem bakalářské práce je zaměření těchto bodů klasickými geodetickými metodami, ale také metodami využívající technologie globálního družicového polohového systému (GNSS), zpracování těchto měření a vyhotovení požadovaných výstupů s přihlédnutím k aktuální právní úpravě při zpracování dat pro katastr nemovitostí.

1.1 Cíl práce

Tato práce se zabývá první etapou pozemkové úpravy - revizí a doplněním PPBP. První částí je revize dosavadního PPBP. Na základě provedené rekognoskace katastrálního území Horní Bobrová a následného zjištění stavu dosavadních bodů PPBP byl proveden návrh doplnění PPBP. Nové body byly voleny s ohledem na jejich použitelnost při zeměměřických činnostech. Návrh doplnění PPBP byl schválen místně příslušným katastrálním pracovištěm ve Žďáře nad Sázavou. Tyto body byly stabilizovány, popř. byly voleny na místech s již existující stabilizací (stožár vysílače, rohy budov, nivelační body). K určení nových bodů byly použity různé metody zaměření. V nezakrytých, otevřených prostorech jsem použil technologii GNSS metodu RTK. Nedostupné, či jinak neměřitelné body touto technologií jsem zaměřil klasickými geodetickými metodami protínání vpřed z orientovaných směrů, popř. kombinovaným protínáním s následným vyrovnáním metodou nejmenších čtverců.

Pro přehlednost je bakalářská práce rozdělena do jednotlivých kapitol. Nejprve probereme polohová bodová pole a jejich rozdělení, technické požadavky a způsob číslování těchto bodů. Další kapitolou je revize stávajícího PPBP a volba nových bodů. V následující kapitole je rozebrán teoretický základ použitých metod měření. V kapitole určení nových bodů je popsán praktický postup měření a výpočty. Všechny zeměměřické činnosti jsou souběžně řešeny i z hlediska aktuálního stavu současné legislativy v tomto oboru. V příloze této práce je zpracovaná kompletní dokumentace projektu revize a doplnění PPBP pro účely KPÚ a to verze odevzdávaná na příslušné katastrální pracoviště v elektronické podobě.

Cílem této bakalářské práce je souhrnný přehled postupu prací při revizi a volbě nových bodů PPBP, různé metody jejich určení a v neposlední řadě přehled úkonů ve vztahu ke katastrálnímu pracovišti i vlastníkům pozemků, na kterých se tyto nové body nachází. Práce je vhodným průvodcem problematikou revize a tvorby bodových polí a může posloužit jako návod při zpracování prací pro podobné účely.

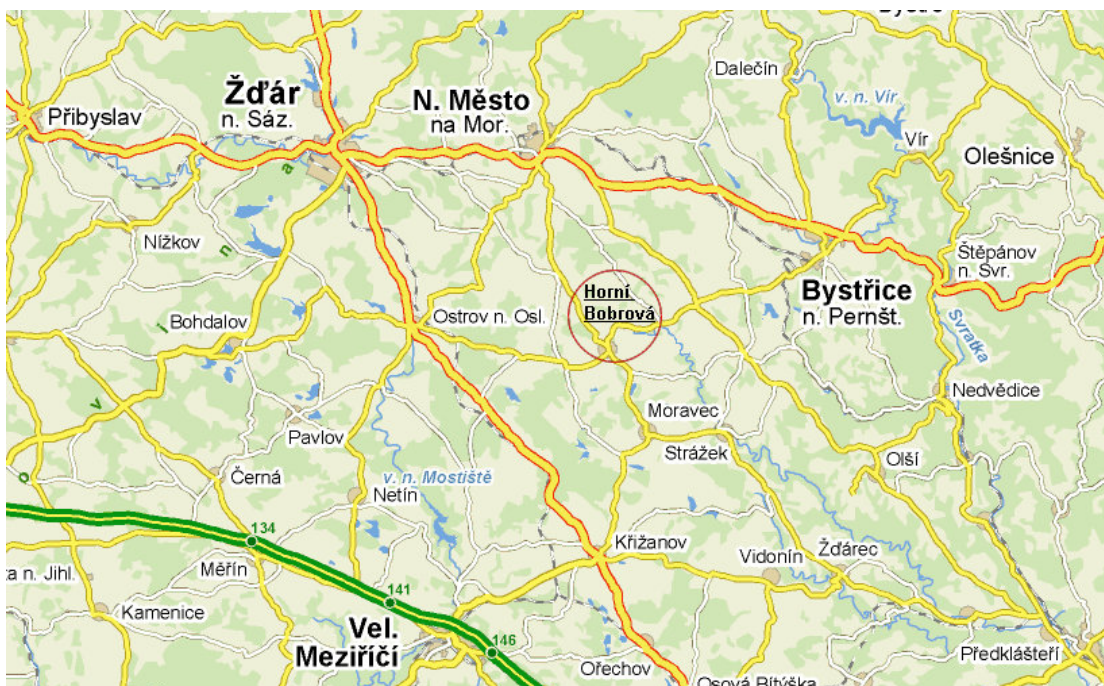
Kvalitně vybudované PPBP má posloužit nejen pro účely zmíněné KPÚ, ale pro každé další jednotlivé zeměměřické činnosti.

1.2 Komplexní pozemková úprava v Horní Bobrově

Objednatelem komplexní pozemkové úpravy v katastrálním území Horní Bobrová je Ministerstvo zemědělství ČR, Pozemkový úřad Žďár nad Sázavou. Zhotovitelem je firma GB-geodezie, spol. s r.o.

Katastrální území Horní Bobrová se nachází v kraji Vysočina, okrese Žďár nad Sázavou. Je situované cca 15 km jihovýchodně od Žďáru nad Sázavou v průměrné nadmořské výšce 500 m n.m. Reliéf území je mírně členitý. Nezastavěná část k.ú. Horní Bobrová se skládá z komplexů zemědělsky obdělávaných pozemků střídajících se s remízky a drobnými lesními pozemky. Severozápadně od obce se nachází rozsáhlejší komplex lesních pozemků zahrnutých do KPÚ.

Jedna z etap obnovy katastrálního operátu na podkladě výsledku pozemkových úprav v k.ú. Horní Bobrová tvoří projekt revize, návrh a doplnění bodů podrobného polohového bodového pole. Potřebný rozsah zhuštění PPBP stanovuje zadavatel KPÚ na základě analýzy oborových generelů, rozborů, příp. podnětů od obce či jednotlivých vlastníků.



Obr. 1.1 Geografická poloha k.ú. Horní Bobrová [18]

2 BODOVÁ POLE

2.1 Rozdělení bodových polí

Každé měření se musí opírat o předem vybudovanou síť geodetických bodů. Organizované soubory těchto geodetických bodů vytvářejí bodová pole, které jsou polohově i výškově určené a tvoří tzv. geodetické základy. Bodová pole se dělí podle účelu na polohové, výškové a tíhové. Bod daného bodového pole může být současně i bodem jiného bodového pole. Vyhláška č. 31/1995 Sb., resp. její příloha stanoví předmět a obsah správy bodových polí.

1.2 Polohové bodové pole obsahuje

- a) základní polohové bodové pole, které tvoří
 - aa) body referenční sítě nultého řádu,
 - ab) body Astronomicko-geodetické sítě (závazná zkratka "AGS"),
 - ac) body České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka "ČSTS"),
 - ad) body geodynamické sítě,
- b) zhušťovací body,
- c) podrobné polohové bodové pole.

1.3 Výškové bodové pole obsahuje

- a) základní výškové bodové pole, které tvoří
 - aa) základní nivelační body,
 - ab) body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka ČSNS),
- b) podrobné výškové bodové pole, které tvoří
 - ba) nivelační sítě IV. řádu,
 - bb) plošné nivelační sítě,
 - bc) stabilizované body technických nivelací.

1.4 Tíhové bodové pole obsahuje

- a) základní tíhové bodové pole, které tvoří
 - aa) absolutní tíhové body,
 - ab) body České gravimetrické sítě nultého a I. II. řádu,
 - ac) body hlavní gravimetrické základny,
- b) podrobné tíhové bodové pole, které tvoří
 - ba) body gravimetrického mapování,

bb) body účelových sítí.

Jednotlivé body jsou označeny číslem, popřípadě i názvem, a příslušností k evidenční jednotce a jsou trvale stabilizovány stanovenými značkami. U bodů jsou podle potřeby zřízena ochranná zařízení (skruže, tyče, výstražné tabulky). Chráněná území bodů jsou označena výstražnými tabulemi s nápisem "CHRÁNĚNÉ ÚZEMÍ GEODETICKÉHO BODU". Veřejně přístupnou databázi geodetických bodových polí spravuje Český úřad zeměměřický a katastrální. [3]

Bodová pole jsou definována nejen legislativou, ale i různými technickými předpisy. Jsou to např. ČSN 73 0401 Názvosloví v geodézii a kartografii a ČSN 73 0415 Geodetické body. Druhá z jmenovaných technických norem byla aktualizována a reaguje na nové technologie a pojmy z oblasti bodových polí a geodetických bodů z posledních asi patnácti let. Podle způsobu určení (poloha, výška, tíže, přesnost) rozděluje geodetické body v zásadě do známých skupin tak, jak to bylo vyjádřeno v původní normě. Revize normy přichází s novou tabulkou, která je podstatně bohatší a odpovídá současnému stavu určování geodetických bodů. V této tabulce je polohovému, výškovému a tíhovému poli nadřazeno geodynamické bodové pole, obsahující body určené polohou, výškou i tíží, zaměřované opakovaně nejpřesnějšími technologiemi (GNSS).

V souvislosti s revizí normy Geodetické body byla opět některými připomínateli zpochybňována zkratka PBPP a doporučováno zavedení zkratky PPBP. Zkratka PBPP, tj. pevný bod podrobného (polohového bodového) pole, byla zavedena Směrnicí pro technickohospodářské mapování v roce 1969 a je jako závazná zkratka pro tento termín uvedena i v ČSN 73 0401. Zkratka PPBP s významem podrobné polohové bodové pole nebyla žádným předpisem nebo normou zavedena a byla jen z neznalosti občas používána s nejistým významem. Autoři revize normy ji na naléhání připomínatelů nakonec v normě uvedli, aniž by ji chtěli zavádět jako závaznou. V normě jsou tedy nakonec obě zkratky, ale je nutné je správně používat. PPBP znamená podrobné polohové bodové pole, zatímco PBPP je „pevný bod polohového pole“ a nelze tedy psát „body PBPP“, což je zřejmý nonsens. [34]

Za pozornost stojí složení polohové sítě v ČSN 73 0415, kde mezi „základní“ Českou státní trigonometrickou sítí a Českou podrobnou polohovou sítí zůstávají „nezařazené“ zhušťovací body. Přes jisté snahy se zatím nepodařilo tyto body začlenit do některé ze standardních sítí. Ve vyhlášce č. 31/1995 Sb. tvoří zhušťovací body samostatnou kategorii polohového bodového pole.

Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK) vykonává správu bodů základního bodového pole a katastrální úřady vykonávají správu zhušťovacích bodů a bodů podrobného bodového pole. Na zřizování, údržbě a hlavně využívání geodetických bodů se podílí mimo orgánů ČÚZK též podnikatelská sféra. [32]

2.2 Podrobné polohové bodové pole

2.2.1 Technické požadavky na body podrobného polohového bodového pole

Pro potřeby podrobného měření při obnově katastrálního operátu a při jeho následném vedení se z bodů ZPBP, ZhB, PPBP a bodů referenční sítě permanentních stanic určují body PPBP. Z těchto bodů se dále při podrobném měření určují pomocné měřické body. [1]

Všechny technické požadavky na body PPBP, t.j. volba polohy, způsob stabilizace, hustota, kritéria přesnosti a obsah geodetických údajů o bodech PPBP, jsou stanoveny v bodě 12 přílohy katastrální vyhlášky.

Zaměření každého bodu podrobného polohového bodového pole se provede nezávisle nejméně dvakrát. Měření musí být připojeno na body nejméně takové přesnosti, která má být dosažena u nově určovaných bodů.

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

$$m_{x,y} = \sqrt{\frac{m_x^2 + m_y^2}{2}}$$

kde m_x , m_y jsou střední chyby určení souřadnic x , y . Podrobné polohové bodové pole se pro katastrální mapování a geodetické činnosti obdobné přesnosti vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou 0,06 m a vztahuje se k nejbližším bodům základního polohového bodového pole a zhušťovacím bodům. [2]

Mezní odchylka se stanoví 2,5 násobkem základní střední souřadnicové chyby, jen pro mapování v měřítku 1:5000 se připouští trojnásobek. [23]

Pro účely speciálních geodetických činností a účelové mapování vyšší přesnosti je základní směrodatná souřadnicová odchylka $\sigma_{xy} \leq 0,040$. [4]

Základní střední souřadnicová chyba trigonometrických bodů (relativní přesnost mezi sousedními trigonometrickými body) je stanovena hodnotou 0,015 m. Střední chyba v trigonometrickém určení nadmořské výšky je stanovena hodnotou 0,1 m. Pro zhušťovací

body je základní střední souřadnicová chyba 0,020 m pro polohu a v určení nadmořské výšky je stanovena hodnotou také 0,1 m. [23]

Body podrobného polohového bodového pole se volí v hustotě s přihlédnutím k technickým možnostem měření pro účely správy katastru a zaměřují se v terénu určováním hodnot délek a úhlů, popřípadě výšek, nebo určením souřadnic technologií GNSS. [2]

Vzájemná vzdálenost bodů PPBP má být v místních tratích 150 – 300 m, v polních tratích přibližně 500 m. V lesích, kde se podrobné pole buduje zpravidla pomocí polygonových pořadů, se stabilizují na vzdálenost 1,5 – 2 km trojice bodů PPBP, zpravidla na křižovatkách, lesních cestách apod. [23]

Podrobné polohové bodové pole doplňuje ZPBP na hustotu nutnou pro vyhotovování map velkých měřítek, pro účelová mapování, vytyčovací práce a jiné technické účely. Dle historické (neaktualizované) ČSN 73 0415 Geodetické body PPBP nemají jednotnou přesnost jako body ZPBP, ale mají 5 tříd přesnosti.

Tab. 4.2 Třídy přesnosti PPBP pro účelová mapování

třída přesnosti	střední souřadnicová chyba
1.	0,02 m
2.	0,04 m
3.	0,06 m
4.	0,12 m
5.	0,20 m

Pro katastrální mapování se tyto třídy přesnosti již od roku 1996 neuvádí (tehdy proběhla revize ČSN), používají se pouze pro účelová mapování.

Dle aktuální (revidované) normy hodnoty směrodatných souřadnicových odchylek u zhušťovacích bodů a bodů podrobného polohového bodového pole odpovídají třídám přesnosti 1, 2 a 3 tak, jak byly uvedeny v původní normě. Třídy přesnosti 4 a 5 se nadále neuvažují. (Tab. 4.2)

Správu geodetických bodů vykonávají orgány ČÚZK: Zeměměřický úřad vykonává správu bodů základního bodového pole a katastrální úřady vykonávají správu zhušťovacích bodů a bodů podrobného polohového i výškového bodového pole. Revize PPBP může vykonávat kromě katastrálního úřadu i soukromý subjekt.

2.2.2 Číslování bodů podrobného polohového bodového pole

Úplné číslo bodu podrobného polohového bodového pole je dvanáctimístné. Jednotkou pro číslování bodů PPBP je katastrální území. Číslo bodu PPBP má tvar PPP00000CCCC, kde první tři číslice PPP vyjadřují pořadové číslo katastrálního území v rámci územního obvodu, ve kterém katastrální pracoviště vykonává působnost příslušného katastrálního úřadu (dále jen „územní obvod“), čtvrtá číslice je uvnitř okresu nulová, nebo může znamenat příslušnost bodu do katastrálního území sousedního okresu a pak má hodnotu v rozmezí 1 až 8, pátá až osmá číslice jsou nulové a poslední čtyři číslice CCCC je pořadové (vlastní) číslo bodu uvnitř katastrálního území v rozmezí 501 až 3999. [1]

Body PPBP jsou číslovány v rámci katastrálního území, ve kterém se nacházejí; pokud je bod PPBP totožný s lomovým bodem hranice katastrálního území nebo se výjimečně nachází za hranicí katastrálního území, pak příslušnost bodu ke katastrálnímu území je v přehledném náčrtu PPBP vyjádřena zkratkou katastrálního území u čísla bodu.

Bod PPBP se přečísluje, pokud jeho dosavadní číslo nevyhovuje ustanovením tohoto návodu nebo vyskytuje-li se v rámci katastrálního území více bodů se stejným číslem. Čísla zrušených bodů se nesmí opakovaně použít. Při nezměněné stabilizaci bodu v případě změny jeho souřadnic nebo geodetických údajů se bod nepřechíslovává, ale mění se verze bodu, kterou je v ISKN zachycena časová posloupnost změn provedených podle § 34 písm. c) katastrální vyhlášky. Verze bodu se uvádí v geodetických údajích. [1]

2.2.3 Číslování bodů základního polohového bodového pole a zhušťovacích bodů

Jednotkou pro číslování bodů ZPBP a ZhB je triangulační list. Body se označují dvanáctimístným úplným tvaru 0009EEEECCCC0, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu; pořadové číslo bodu ZPBP je v rozmezí od 1 do 199 a ZhB v rozmezí od 201 do 499, přitom pořadové číslo přidruženého bodu k bodu ZPBP a ZhB se uvádí na posledním místě úplného čísla tohoto bodu namísto 0. [1]

3 REVIZE A DOPLNĚNÍ PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Projekt revize a doplnění PPBP dle Návodu pro obnovu katastrálního operátu obsahuje zejména:

- a) důvod budování nebo revize a doplnění PPBP,
- b) charakteristiku katastrálního území, resp. lokality,
- c) odhad stavu a kvality dosavadního polohového bodového pole, pokud v lokalitě existuje, včetně grafického přehledu území ve vhodném měřítku s jeho zákresem,
- d) rozsah potřeby doplnění nebo vybudování PPBP, způsob stabilizace a ochrany bodů a metody určení bodů PPBP, včetně upřesnění potřeby budování bodů ZPBP a ZhB,
- e) časový postup obnovy bodového pole, nároky na pracovní síly, popř. zpracovatele jednotlivých dílčích činností,
- f) další upřesňující informace k budování nebo revizi a doplnění PPBP.

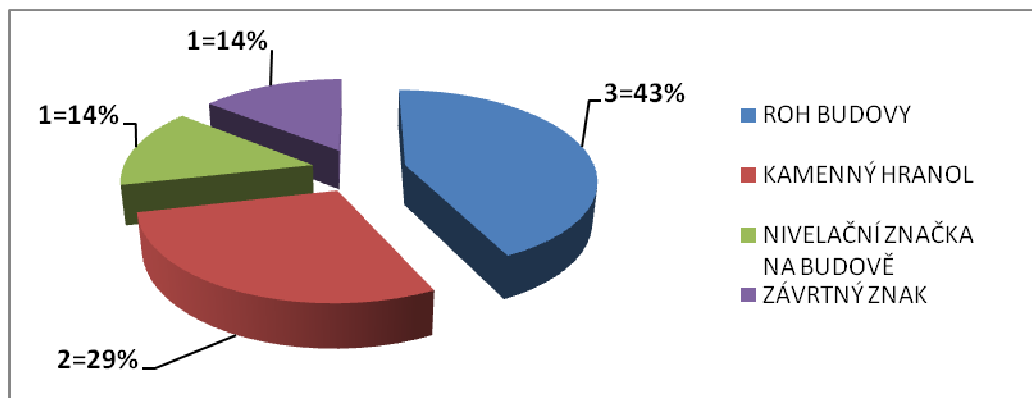
Nadmořské výšky bodů PPBP se určují pouze tehdy, nedojde-li tím k nepřiměřenému navýšení časové náročnosti pracovního postupu. Byla-li výška určena technologií GNSS s dostatečným počtem identických bodů pro výškovou transformaci, uvede se poznámka „GNSS“, byla-li výška bodu určena nivelací, doplní se poznámka „niv.“. Výška se uvádí na dvě desetinná místa. [1]

3.1 Revize dosavadního bodového pole

Na základě dostupných podkladů k bodům polohových bodových polí a s využitím přehledu bodových polí v ISKN byl vytvořen přehledný náčrt. Do přehledného náčrtu byly zakresleny body polohových bodových polí, včetně bodů, které dosud neměly určeny souřadnice v S-JTSK. Jako podklad pro přehledný náčrt byla využita grafická KN mapa.

Revize podrobného polohového bodového pole v k.ú. Horní Bobrová byla prováděna v měsíci listopadu 2010 pro body 501 až 510. Body 501, 507, a 508 byly zničeny, popř. poškozeny, ostatní body byly nalezeny. Body 505 a 506 měly mírně poškozenou stabilizaci. Stávající body PPBP byly ověřeny pomocí technologie GNSS (RTK), případně geodeticky. V terénu samém byly vyhledány veškeré další možné využitelné body

základního polohového bodového pole a ZhB. Byly rekognoskovány i další využitelné TB, ZhB a body PPBP z přilehlých lokalit sousedících katastrálních území.



Graf 3.1 Struktura způsobu stabilizace nalezených PBPP v k.ú. Horní Bobrová

Vlastní rekognoskace připomíná svým způsobem pochůzku v terénu. K orientaci nám slouží předem připravený přehledný náčrt bodů bodových polí. Po příchodu na místo, kde předpokládáme, že se nachází hledaný bod, jej vyhledáme dle GÚ. U bodů, kde nebylo možné vycházet z údajů místopisu, jsem k vytyčení bodů použil technologii GNSS metodu RTK.

Oměrné míry jsem kontroloval pásmem, k vytyčení kolmic jsem použil pentagonální hranol. Z dalších pomůcek použijeme rýč, krumpáč nebo lopatku, popř. jiný k tomu vhodně uzpůsobený předmět. V travnatém porostu bývají kamenné hranoly zarostlé či zasypané zeminou. Nalezený bod očistíme a po okrajích nabarvíme. Body nacházející se v místě aktivní zemědělské činnosti bývají zpravidla zničeny.

O výsledcích revize dosavadních bodových polí byly vyhotoveny záznamy na předepsaných formulářích „Oznámení závad a změn na bodech ZPBP/ZhB a bodech PPBP“.

Oznámení závad a změn bylo zasláno elektronicky prostřednictvím webových stránek Katastrálnímu úřadu pro Vysočinu, KP Žďár nad Sázavou.

Body PPBP nejsou plošně ošetřovány ani udržovány. Jejich počet je mimoděk neustále redukován činností člověka.

3.2 Doplnění podrobného polohového bodového pole

3.2.1 Volba nových bodů podrobného polohového bodového pole

Poloha nově navržených bodů PPBP byla navržena na základě stavu stávajícího ZPBP, ZhB a PPBP, který byl zjištěn jejich revizí. Dle výsledků rekognoskace jsem navrhl doplnění nových bodů a to tak, aby jejich hustota vyhovovala vyhlášce 26/2007 Sb., příloze č. 12.6. Body PPBP se volí v hustotě s přihlédnutím k technickým možnostem měření pro účely katastru nemovitostí, tzn. mimo jiné, aby umožňovala vybudování sítě pomocných bodů měřické sítě pro podrobné měření polohopisu, zaměření skutečného stavu pro účely KPÚ, pro vytyčování nových hranic, ale také pro údržbu mapového díla jako takového. Volba nových bodů podléhá nejen rozhodnutí o kvantitě bodového pole, ale i o kvalitě každého jednotlivého bodu. Je tedy důležitá správná lokalizace bodu z hlediska jeho využití. Účelem tedy je, aby z navrhovaného bodu bylo možno zaměřit co nejvíce podrobných bodů. Zároveň volíme taková místa pro nové body PPBP, aby z těchto bodů existoval orientační směr na dva připojovací body ZBP, ZhB nebo body PPBP. Ve výjimečných případech je možná pouze jedna orientační záměra.

V extravilánu v kopcovitém terénu volíme místa na vyvýšeninách, kopcích, na mezích, na krajích remízků, u osamocených stromů, pomníků, u cest, s velkým výhledem do krajiny, pro jejich maximální využitelnost. Máme na zřeteli i bezpečnost a zachování stabilizace z hlediska nejrůznějších ohrožení, ať již je to poškození zemědělskou, stavební či dopravní činností. Nové body PPBP volíme na místech, aby co nejméně omezovaly vlastníka v užívání pozemku. Vhodných míst pro stabilizaci bodu není, zejména v intravilánu, neomezené množství.

V již neplatné vyhlášce č. 190/1996 Sb. v příloze č. 11 byla stanovena hustota PPBP v intravilánu 1 bod na 150-300 m, v extravilánu nejméně jeden bod na km².

Při návrhu nových bodů PPBP bylo přihlédnuto k důležitosti a využitelnosti nově určovaných bodů při provádění KPÚ a body byly umístěny s ohledem na jejich bezpečnost. Počet nově navržených bodů v k.ú. Horní Bobrová je 20 bodů PPBP.

Návrh doplnění PPBP v podobě přehledného náčrtu (Příloha č. 8) v k.ú. Horní Bobrová byl podán na Katastrální pracoviště ve Žďáře nad Sázavou. Návrh byl schválen Ing. M. Krčilovou, bez námitek. Rovněž byla přidělena čísla nových bodů PPBP od č. 511 do č. 530.

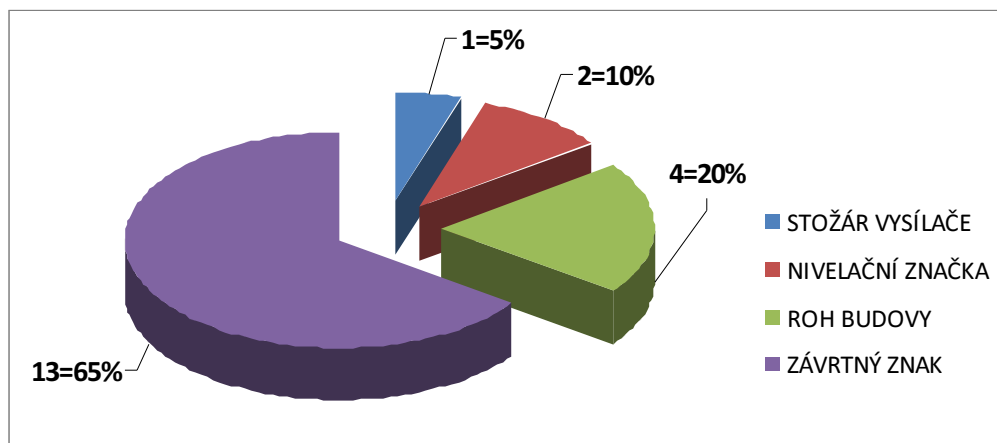
3.2.2 Zřízení a ochrana měřické značky

Způsob stabilizace se volí podle potřeby a účelu využití bodů, s přihlédnutím ke konkrétním podmínkám lokality a okolnímu terénu.

Nové body jsou stabilizovány převážně železnými trubkami s červenou hlavou z plastbetonu o rozměrech 120 mm x 120 mm x 120 mm se závitem proti vytažení znaku. Dva body byly navrženy na stávajících hřbových nivelačních značkách (značky Kg3-36,1 a Kg3-38). Čtyři body jsou navrženy na rozích budov. Je rovněž navrženo určení souřadnic stožáru vysílače severozápadně od obce. V nutných případech bude zřízena ochranná tyč.

Podle Návodu pro obnovu zřízení měřické značky bodu PPBP je nutné projednat s vlastníky nemovitostí, na které se značka zřizuje (26/2007 Sb. § 68, bod 2c a také § 8 200/1994). Vlastníkům pozemků byla zaslána oznámení o zřízení bodu PPBP (Příloha č. 8). Tato oznámení nebyla zaslána u značek podle bodu 2.4 Návodu s odkazem na bod 12.3 přílohy katastrální vyhlášky. Jedná se o body se stávající stabilizací, což byly rohy budov, nivelační značky a stožár vysílače (bod dle 12.4 a 12.5 přílohy katastr. vyhl. je nutno oznamovat).

V následujícím grafu je znázorněn počet nových bodů PPBP a jejich procentuální podíl z hlediska způsobu stabilizace.



Graf 3.2 Struktura způsobů stabilizace nových PBPP v k.ú. Horní Bobrová

Oznámení o zřízení bodu se ve většině případů provádí až v samém závěru zpracování elaborátu PPBP, protože vyžaduje znalost řady údajů, zejména o vlastních dotčených pozemcích. Také využívá vyhotovených GÚ, ze kterých se kopírují místopisné náčrty. Význam Oznámení o zřízení bodu spočívá v tom, že je vlastník nemovitosti

seznámen předepsaným způsobem se skutečností, že na jeho pozemku byl zřízen geodetický bod. Oznámení o zřízení bodu je součástí výsledného elaborátu PPBP a je vyžadováno oddělením dokumentace KP.

3.2.3 Geodetické údaje o bodech podrobného polohového bodového pole

Pro každý nový bod PPBP byly vyhotoveny geodetické údaje (Příloha č. 8). Záznam o poloze bodu, tzv. místopis, usnadňuje nalezení bodu pomocí pásma a pohledové orientace v prostředí. K bodům se zaměří s přesností na centimetry vyhledávací míry vztažené k blízkým trvalým předmětům jako jsou rohy budov, trvalé oplocení, sloupy elektrického vedení, rohy konstrukcí mostů a propustků, ale také jednotlivě stojící stromy, terénní hrany či osy komunikací. Využije se také staničení a kolmic. Od nejednoznačně identifikovatelných bodů se vyhledávací míry zaměří na decimetry.

Geodetické údaje o nově zřízených bodech PPBP se předávají příslušnému katastrálnímu pracovišti ve formátu *.csv ve struktuře věty dané uživatelskou dokumentací ISKN k provedení aktualizace tabulek bodových polí v ISKN a pro provedení kontroly také ve formátu *.dgn nebo *.pdf. Místopisný náčrt a případně detail se předávají v samostatných souborech ve formátu *.jpg nebo *.gif.

Geodetické údaje o nově zřízených bodech PPBP jsem zpracoval v programu VKM.

4 ZPŮSOB URČENÍ NOVÝCH BODŮ – TEORETICKÝ ZÁKLAD

Způsobů či metod zaměření nových bodů PPBP existuje celá řada. Matematické vztahy těchto postupů jsou neměnné. Neustálým vývojem však prochází technologie měření a v návaznosti na ní měřicí technika.

4.1 Metody měření bodů podrobného polohového bodového pole

Základním předpisem pro určování bodů PPBP je Návod.

- Geodetické metody
- Fotogrammetrické metody
- Technologie GNSS

Pozornost zaměřím na metody a způsoby, které jsem použil při určování nových bodů PPBP v k.ú. Horní Bobrová.

Z geodetických metod jsem využil způsob měření dle bodu c - protínáním vpřed z úhlů nebo protínáním z délek nebo kombinovaným protínáním nejméně ze tří bodů ZPBP, ZhB nebo z jiných bodů odpovídající přesnosti. Úhel protínání na určovaném bodě musí být v rozmezí 30 gon až 170 gon. Kratší vzdálenost od daného bodu k bodu určovanému v určovacím trojúhelníku nesmí být větší než 1500 m. Směry na body vzdálené od stanoviště více než 500 m se měří ve dvou skupinách. [1]

Jako druhou metodu jsem využil dnes velmi progresivní a expandující metodu nejen v geodézii – technologii GNSS.

Geodetickou metodou protínáním vpřed jsem určil nové body PPBP č. 527 až 530 (rohy budov). K zaměření byly použity pomocné měřické body určené technologií GNSS, které byly zřízeny pro účely polohopisného a výškopisného zaměření KPÚ. Bod 526 (stožár vysílače) byl určen protínáním vpřed z orientovaných směrů a jejím vyrovnáním metodou nejmenších čtverců z bodů ZPBP a nově určených bodů PPBP.

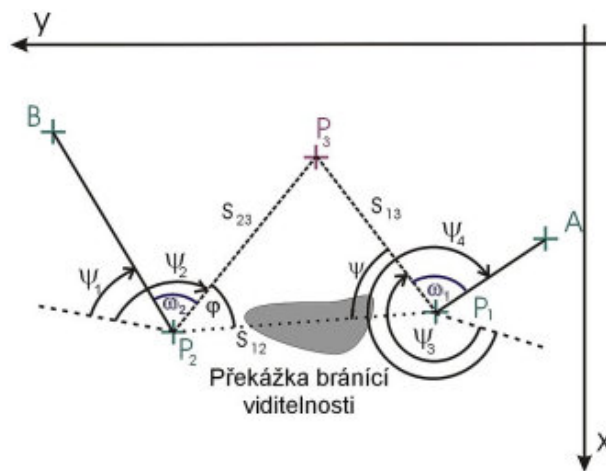
Nové body PPBP č. 511 až 525 byly polohově a výškově určeny technologií GNSS metodou RTK.

4.1.1 Protínání vpřed

Při protínání vpřed se poloha nově určovaného bodu získá z měření na daných bodech. Zprostředkujícími veličinami jsou osnovy směrů – *protínání z orientovaných*

směrů. V dřívějších dobách, kdy byla malá hustota bodového pole a omezené možnosti výpočetní techniky, se velmi často používala metoda *protínání vpřed z úhlů*. Zcela výjimečně, a to v inženýrské geodézii, se k určení polohy bodů užívá *protínání z délek*, kdy se délky měří z daných bodů. V současnosti při budování PPBP se dálkoměry umisťují na určovaných bodech, což má spíše charakter protínání zpět. [16]

Protínání vpřed z úhlů se v praxi používá minimálně. Ve většině případů se určuje poloha bodů z orientovaných směrů. Tak tomu je i v této práci.



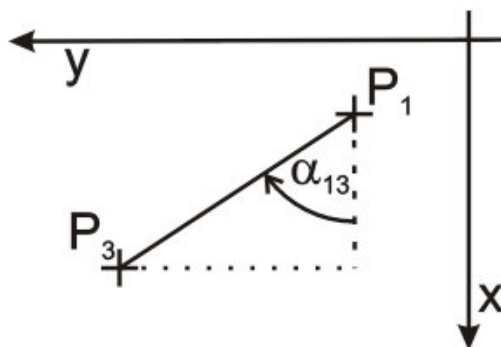
Obr. 4.1 Protínání vpřed ze směrů [17]

Tato metoda se používá také například v situaci, kdy mezi body P_1 a P_2 je překážka bránící viditelnosti, a tedy není možné použít protínání vpřed z úhlů.

Výpočet lze převést na protínání z délek, kde se určí úhly ω_1 , ω_2 z měřených směrů, určí se směrníky σ_{13} a σ_{23} a vypočtou se délky s_{13} a s_{23} :

$$\begin{aligned} \varphi &= \sigma_{21} - \sigma_{23} & s_{13} &= s_{12} * \frac{\sin \varphi}{\sin(\varphi + \psi)} \\ \psi &= \sigma_{13} - \sigma_{12} & s_{23} &= s_{12} * \frac{\sin \psi}{\sin(\varphi + \psi)} \\ s_{12} &= \sqrt{\Delta x_{21}^2 + \Delta y_{21}^2} \end{aligned}$$

[17]



Obr. 4.2 Analytické řešení [17]

Další možný postup výpočtu je ten, kdy z naměřených osnov směrů vypočítáme orientované směrničky, někdy nazývané jako analytické řešení. Bod P_3 se určí jako průsečík dvou přímek; první prochází bodem P_1 a její směrničky lze vyjádřit pomocí směrničky α_{13} , druhá analogicky prochází bodem P_2 a její směrničky určíme ze směrničky α_{23} . V levotočivé kartézské soustavě platí pro směrničky:

$$k_1 = \cotg \alpha_{13} = \frac{X_3 - X_1}{Y_3 - Y_1}$$

$$k_2 = \cotg \alpha_{23} = \frac{X_3 - X_2}{Y_3 - Y_2}$$

Vzájemným odečtením dostaneme:

$$Y_3 - Y_1 = \frac{k_2 * (Y_2 - Y_1) - (X_2 - X_1)}{k_2 - k_1} = M$$

$$Y_3 = Y_1 + M$$

potom platí:

$$M = \frac{k_2 * (Y_2 - Y_1) - (X_2 - X_1)}{k_2 - k_1} = \frac{\Delta Y_{12} * \cotg \alpha_{23} - \Delta X_{12}}{\cotg \alpha_{23} - \cotg \alpha_{13}}$$

[17]

4.1.2 Technologie GNSS

Ačkoliv je technologie globálních navigačních družicových systémů (dále jako GNSS, dříve GPS) z hlediska stáří jednotlivých metod nejmladší, bylo o ní možná napsáno největší množství literatury. Objev této technologie změnil výrazným způsobem možnosti a způsob práce nejen v oblasti geodézie.

Původně pro vojenské účely roku 1973 byly zahájeny práce na programu GPS NAVSTAR, systému, který měl sloužit zejména k určení polohy a k navigaci. Plného operačního stavu bylo dosaženo v roce 1995 po důkladném testování systému. Původně výběrový přístup (SA) pro civilní uživatele s horizontální přesností určení polohy 100 m byl zrušen v roce 2000, přesto si Spojené státy vyhrazují právo omezit přesnost signálu GPS, kromě autorizovaných uživatelů. [8]

V geodézii v současné době mluvíme o technologii GNSS, což je souhrnné pojmenování několika již funkčních i nově budovaných družicových navigačních systémů. Je to již zmíněný a funkční americký GPS NAVSTAR. Ruský GLONASS je rovněž vojenský systém, takže určité skutečnosti o něm jsou utajované. Neustále prochází modernizací a definitivní termín jeho ukončení jako celku nebo alespoň jeho jednotlivých složek a úrovní není znám.

Mezi budované satelitní systémy patří evropský Galileo, čínský Beidou/Compass, indický IRNSS a japonský QZSS.

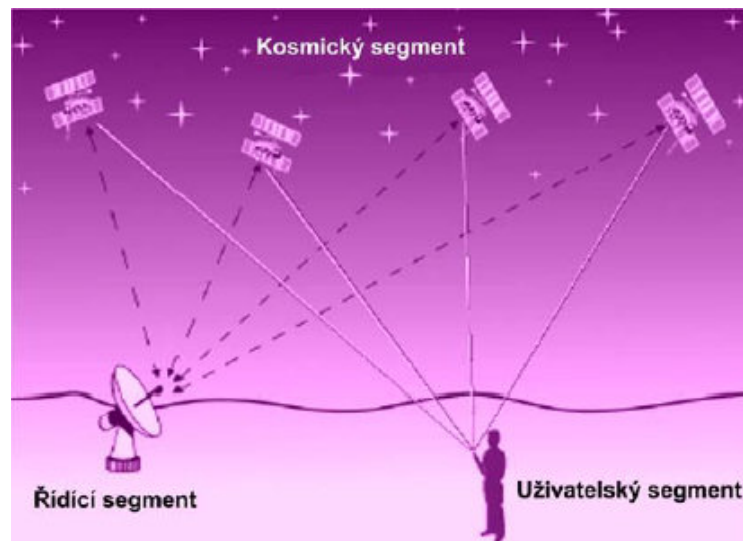
4.1.2.1 Součásti globálního navigačního polohového systému

Globální navigační družicové systémy sestávají ze součástí, tzv. segmentů:

- *Kosmický segment* je tvořen družicemi, které krouží kolem Země ve výšce přibližně 20200 km. Každá družice je vybavena přijímačem, vysílačem, atomovými hodinami a řadou přístrojů, které slouží pro navigaci nebo jiné speciální úkoly. Tyto družice šíří digitální informaci (efemeridy, almanachy, korekce časové frekvence atd.). Zajímavou skutečností je, že družice překračují svou očekávanou životnost, což vede ke stabilitě a obecně k důvěryhodnosti celého systému.
- *Řídící segment* monitoruje funkci družic a získané údaje zpracovává a předává zpět družicím. Cílem celého řídicího podsystemu je monitoring funkcí každé družice, sledování a výpočet její dráhy, komunikace a zajištění přesného chodu palubních atomových hodin. Tím je zajištěna správnost přenášených družicových dat. GNSS přijímače využívají efemeridy a almanachová data k výpočtu přesných pozic a k určení poloh geodetických bodů a k navigaci obecně.
- *Uživatelský segment* je velmi různorodý: vojenské aplikace, námořní, letecká, silniční doprava, zemědělství, přesné měření času, sledování geodynamiky Země, zeměměřičství, řízení stavebních strojů, GIS, ...čili každý, kdo disponuje

zařízením, které dokáže přijímat a zpracovávat družicové signály. Obecně lze rozdělit uživatele na autorizované (armáda, doprava..) a ostatní.

Ve kterékoliv chvíli v současné době a na libovolném místě planety nad standardní 15° elevační maskou se nachází 10 až 12 GPS satelitů. V případě přijímače, který je schopen přijímat rovněž signály ze satelitů GLONASS je nad elevační maskou možné současně sledovat 10 až 16 satelitů.



Obr. 4.3 Tři segmenty GNSS [15]

4.1.2.2 Určení souřadnic přijímače

Určení polohy pomocí technologie GNSS je v podstatě geodetická úloha prostorového protínání zpět z délek (Obr. 4.3) obvykle s nadbytečným počtem měření.

Jsou-li k dispozici opravené pseudovzdálenosti k určovanému bodu a souřadnice pevných bodů čili družic, jejichž polohy známe, je možné určit polohu přijímače. Úloha je definována vektorovou rovnicí:

$$\mathbf{r}_P = \mathbf{r}_D - \boldsymbol{\rho}$$

\mathbf{r}_P geocentrický vektor stanoviště

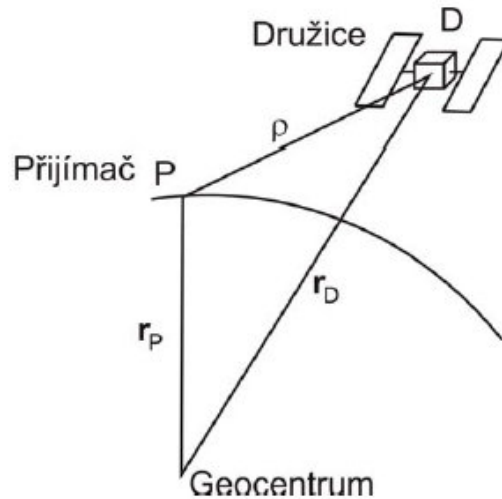
\mathbf{r}_D vektor polohy družice

$\boldsymbol{\rho}$ topocentrický vektor z bodu k družici

Dáno: souřadnice pevných bodů (družic) D

Měřeno: vektor ρ

Výsledek: 3 souřadnice přijímače (X, Y, Z nebo λ , φ , h) a oprava chodu hodin přijímače.



Obr. 4.4 Určení souřadnic přijímače [15]

Moderní poziční systémy využívají, vzhledem k požadované přesnosti, měření vzdálenosti ke družicím nebo se využívá měření změn vzdáleností. Vzdálenosti ρ je dána:

$$\rho^2 = (x_D - x_P)^2 + (y_D - y_P)^2 + (z_D - z_P)^2$$

Za předpokladu, že souřadnice družice $(x, y, z)_D$ jsou známy, je pro jednoznačné určení polohy bodu P nutné změřit tři nezávislé vzdálenosti ke třem družicím. Plnohodnotného výsledku se však dosáhne tehdy, zpracováváme-li měření minimálně ze čtyř družic. Výsledkem výpočtu jsou čtyři neznámé: 3 souřadnice přijímače (ať již hovoříme o X, Y a Z nebo λ , φ a h) a pak oprava chodu hodin našeho přijímače. Výsledné souřadnice jsou v systému WGS 84, kterému se ještě budu věnovat.

Řešení úlohy se liší podle toho, zda se určují polohy absolutně nebo relativně, zda se využívá statický či kinematický způsob měření. Pro řešení úlohy je důležité, zda se výsledky požadují v reálném čase nebo se získají až dodatečně. [15]

4.1.2.3 Metody určování polohy

Řada metod měření se v běžné praxi stává historií, v současné době se nejčastěji používá tzv. měření v reálném čase (RTK) s použitím korekcí z permanentních referenčních sítí. Tuto metodu jsem použil při určování některých nových bodů PPBP a k revizi stávajícího bodového pole. Základní dělení metod měření je na autonomní určení polohy (jeden přijímač) a relativní určení polohy, kdy je nutno disponovat dvojicí přijímačů (reference(base)-rover).

Metody měření:

- *autonomní* (absolutní, kódové) určení polohy, měření jedním přijímačem
- *DGPS* - kódové měření s korekcemi
 - z permanentní stanice formátu 2.1
 - ze systému EGNOS, WAAS, MSAS
- *technologie H-star* – kódové měření se speciálním využitím fáze a fázové korekce
- *statická metoda* ($m_p = 3-5$ mm)
- *rychlá statická metoda* (fast static, rapid static, $m_p = 5 - 10$ mm + 1 ppm)
- *kinematická metoda Stop and Go* se statickou inicializací ($m_p = 10 - 20$ mm + 1 ppm)
- *kinematická metoda Stop and Go s inicializací za pohybu* (On the Fly) ($m_p = 20 - 30$ mm + 3 ppm)
- *RTK (Real Time Kinematic)* – měření v reálném čase ($m_p = 30 - 50$ mm)
- permanentní stanice a uskupení jednotlivých permanentních stanic
- síť permanentních stanic s produktem „*síťové řešení*“ [7]
- metoda Precise Point Positioning (single point + precise orbits data) – dostatečně dlouhé autonomní měření na určovaném bodě je zpracováno „ad post“ spolu se zahrnutím přesných drah družic. S programem PPP může uživatel s jedinou aparaturou určit okamžitou a přesnou polohu kdykoliv a kdekoliv na světě (třeba i v letadle) s přesností na cm s prodlením asi jen 1-2 hod. Není zapotřebí žádné referenční stanice či korekce DGPS. To vše ve standardním geocentrickém souřadnicovém systému. Předpokládá to pouze, že přijímač začne pozorovat asi 30 min., než je zapotřebí (třeba cestou na měření), pokud se na bodě observuje déle (v řádu hodin), dosáhne se přesnosti až v mm. [14]

4.1.2.4 Měření v reálném čase

Kinematická metoda v reálném čase patří mezi nejnovější metody měření. Využívá přenosu korekcí fázových měření od referenčního k pohybujícímu se přijímači. Metoda nachází uplatnění při určování souřadnic bodů podrobných bodových polí a podrobných bodů, především pak při vytyčování.

Na rover stanici se v reálném čase přijímají kromě vlastních dat ze satelitů také korekce nutné pro úspěšné řešení ambiguit. Korekce jsou opravy chyb hodin pro jednotlivé satelity a chyb z atmosféry získané na základě známé polohy referenční stanice. Korekce jsou předávány buď ze satelitu – systém SBAS, v Evropě EGNOS nebo z pozemních bází. Z pozemních bází může být zdrojem korekcí vlastní báze, báze nějaké permanentní sítě nebo vypočtené korekce nějaké sítě. Při použití korekcí u kódového měření mluvíme o DGNSS (často používaný termín je DGPS), u fázového měření o RTK (Real Time Kinematic).

Korekce mohou být přenášeny pomocí radia, GSM, datových služeb mobilních operátorů (nejčastěji GPRS), mohou být například součástí datových toků RDS některých rádií. V současnosti nejpoužívanějším zdrojem korekcí jsou NTRIP castery, ze kterých se data odebírají prostřednictvím internetu.

Výpočty - ambiguit - jsou řešeny na rover stanici v reálném čase. [10]

Jako zdroje korekcí (báze) jsou dnes využívány především tzv. permanentní stanice, dříve zakládány pro vědecké účely. Pro přenos dat z permanentní stanice k přijímači jsou používány vektory o maximální délce kolem 50 km. Délka vektoru je závislá na stavu atmosféry a ionosféry. V noci jsou výsledky měření lepší, neboť nepůsobí záření ze Slunce. Také sluneční cykly mají vliv na měření metodou RTK. Nepříznivý vliv mohou mít sněhová oblaka, sněžení či bouřkové počasí.

Virtuální referenční stanice (VRS) je produktem tzv. síťového řešení, které používá k výpočtu korekcí data z více stanic příslušné sítě. Výpočet je generován pro virtuální referenční stanici, kterou systém automaticky umísťuje do lokality, ve které se uživatel nachází, přibližně 5 km od roveru ve směru k nejbližší stanici. K využití je zapotřebí dvoufrekvenční aparatura GNSS schopná přijímat a zpracovávat korekce v reálném čase s mobilním internetovým připojením GPRS (korekce jsou přijímány přes síťový protokol NTRIP). VRS je využitelný jak v reálném čase, tak v postprocessingu, data pro

postprocessing ve formátu RINEX jsou generována do uživatelem zadaného místa přibližnými souřadnicemi Φ , λ , H . [27]

Virtuální referenční stanici ze sítě stanic schválených ČÚZK pro připojení do ETRS89 je možné použít bez nutnosti provedení ověřovacích měření, pokud alespoň u 60% stanic dané sítě je v daném čase ve výsledcích nezávislého monitoringu prováděného Výzkumným ústavem geodetickým, topografickým a kartografickým v.v.i. (VÚGTK, v.v.i.), podle stanovené metodiky uvedeno: „Ověřeno“. [28]

5 URČENÍ NOVÝCH BODŮ

5.1 Použité přístroje

K zaměření nových bodů č. 511 až 525 PPBP byla použita aparatura GNSS složená z přijímače HiPer+ s interním GSM/GPRS modemem a kontrolérem FC-200 s programem TopSURV verze 7.2. K zaměření nových bodů č. 526 až 530 PPBP byla použita elektronická pulsní totální stanice TOPCON GPT-7005, výrobní číslo: 1Z0685. Dálkoměr Topcon je vybaven operačním systémem Microsoft Windows s pamětí 64 MB/RAM. Ovládá se kromě standardních tlačítek pomocí obrazového dotykového displeje. Parametry dalekohledu jsou délka 150 mm a průměr 45 mm s 30násobným zvětšením. Měřický dosah v bezhranolovém módu je 1,5 až 250 m, v hranolovém módu až 3000 m. Přesnost měření délek v hranolovém módu je $\pm (3 \text{ mm} + 2\text{ppm} \times \text{měřená délka})$. Rozlišovací schopnost je 2.8" a minimální zaostřovací vzdálenost 1,3 m. Přesnost měření úhlů je 5" (1,5 mgon). Přístroj je dále vybaven laserovou olovní a automatickým vertikálním a horizontálním kompenzátozem kapalinového typu. [11]

HiPer+ je mnohostranný přijímač, výrobní čísla: 8R5ZC00X0CG, 279-0795, lze jej konfigurovat různými způsoby, vždy je ale nutné ho pro tento účel propojit s počítačem. Pro provádění konfigurace, správu souborů či jiné podobné úkony slouží program PC-CDU.



Obr. 5.1 Totální stanice TOPCON GPT-7005, Hiper+ a kontrolér TOPCON FC-200

Pouzdro přístroje obsahuje prostor pro dvě vestavěné Li-ion baterie, bezdrátový komunikační systém Bluetooth™ a dvě Euro karty. Jedna z těchto karet je GPS+ přijímač a druhá je použita pro komunikační systém (širokopásmový modem, GSM nebo DGPS). Přístroj HiPer+ může být použit pro provádění tří typů měření: Statické měření, Kinematické měření a RTK.

V režimu RTK měří s přesností pro L1+L2 v horizontálním směru 10 mm+1,5 ppm x D a ve vertikálním směru 15 mm+2,0 ppm x D. [14]



Obr. 5.2 TOPCON GB-1000 a Anténa Choke Ring TPSCR3_GGD CONE

Externí datový kontrolér TOPCON FC-200 (výrobní číslo X11-15303) je vybaven operačním systémem Microsoft Windows, dotykovým displejem a disponuje vysokou odolností proti vodě a prachu. Pomocí vestavěné Bluetooth technologie kontrolér komunikuje s přijímačem HiPer+ do vzdálenosti 5m dle technických parametrů [13], ovšem při měření v terénu se prokázal až dvojnásobný dosah. Pomocí programu ActiveSync lze kopírovat soubory dat mezi počítačem a kontrolérem.

Druhou, ne méně potřebnou GNSS aparaturou, je přijímač Topcon GB-1000, výrobní číslo: T222269 s anténou Choke Ring TPSCR3_GGD CONE se sněžným krytem. Tento přístroj je umístěn na budově ve Žďáru nad Sázavou a určenými souřadnicemi v ETRS89.

Při měření bylo použito standardních pomůcek, jako odrazného hranolu Topcon, 30-ti metrového ocelového pásma, hliníkový teleskopický stativ pro totální stanici. Pro měření s GNSS aparaturou jsem používal bipod (dvounohá opora k výtyčce).



Obr. 5.3 TOPCON – bipod (dvounohá opora)

5.2 Příprava před měřením

Před vlastním použitím měřících pomůcek a přístrojů je potřeba zkontrolovat jejich správnou funkčnost a nastavení. A to jak před vlastním měřením v terénu (centrace, horizontace, konstanta dálkoměru, teplota a tlak prostředí pro správný výpočet fyzikálních redukcí), tak i z metrologického hlediska. Ze zákona o metrologii (zák. 505/1990 Sb.) vyplývá rozdělení měřidel na stanovená a pracovní. V geodézii je stanoveným měřidlem pásmo a to pak musí být kalibrované. Ohledně nestanovených měřidel (pracovních) pak platí § 11 odst. 5 tohoto zákona: „5) Jednotnost a správnost pracovních měřidel zajišťuje v potřebném rozsahu jejich uživatel kalibrací, není-li pro dané měřidlo vhodnější jiný způsob či metoda.“ To platí pro totální stanice. U GNSS aparatur ale není co kalibrovat vyjma oprav z kalibrace antény, což zpravidla řeší software od výrobce aparatur. [29]

Centrace totální stanice byla vždy provedena pomocí laserové olovnice, kterou je přístroj vybaven. Horizontace přístroje (uvedení vertikální osy přístroje do svislé polohy) proběhla vzápětí pomocí krabicové a následně trubicové libely. Konečné dorovnání přístroje pak pomocí elektronické libely.

GNSS aparatura byla centrována přímo výtyčkou a do horizontální polohy pak uvedena krabicovou libelou trvale upevněnou na výtyčce. Výtyčka byla fixovaná dvounožkou (bipod).

5.3 Měření nových bodů geodetickou metodou

5.3.1 Metoda nejmenších čtverců

V geodetické praxi se často setkáme s tzv. nadbytečným měřením. Důvodem je kontrola měření nebo zvýšení přesnosti výsledků měření. Opakovaně změřené veličiny

mají obvykle vyšší přesnost a veličiny z nich určované, mají po společném zpracování (vyrovnání) obvykle také vyšší přesnost, než veličiny určené jen jednou. Při vyrovnání můžeme rovněž vypočítat odhady těchto přesností.

Nejednoznačnost řešení v případě přeurčených úloh řeší vyrovnávací počet. Ten hledá takové řešení zadané úlohy, které by bylo v nějakém smyslu nejlepší. Existuje několik metod k řešení přeurčených úloh. Dominantní metodou řešení tohoto problému se v geodézii, ale i ve většině technických disciplín, stala metoda nejmenších čtverců (MNČ).

Pokud nejsou jednotlivé výsledky měření zatíženy systematickými chybami, ale jen chybami náhodnými, mají normální rozdělení pravděpodobnosti. Stejný typ rozdělení mají i opravy. Za předpokladu stejně přesných a nezávislých opakovaných měření vybere MNČ ze všech možností takovou hodnotu, aby její pravděpodobnost byla maximální. Tato skutečnost nastane, když mocnitel u exponenciální funkce bude minimální. [21]

$$\sum v^2 = \min$$

5.3.2 G-NET

Technologie G-NET je autorským dílem Ing. Svatopluka Sedláčka. Program G-NET byl původně samostatným programem, dnes je součástí produktu VKM. Program G-NET/WM+, verze 3.3.0.60, vyrovnává měření MNČ vyrovnáním zprostředkujících měření s případným zavedením podmínek odstraňujících singularitu řešení u volných sítí. Technologie G-NET podporuje také určení z jakýchkoliv typů protínání a obecných sítí. Vyrovnání je bez omezení počtu určovaných bodů, s tím, že odděleně provádí polohové a výškové vyrovnání. Z toho plyne, že některé dané body mohou být zadány bez výšek nebo bez polohy nebo standardně se všemi souřadnicemi. To umožňuje navázat síť na nivelační body a v takových případech nepřebírat výšky z trigonometrických bodů či bodů PPBP.

G-NET provádí analýzu sítě a automatizovaný výpočet přibližných souřadnic a výšek bodů. Přitom používá algoritmus postupného určování bodů ze všech kombinací určení. Veličinám se přisuzuje apriorní střední chyby výpočtem podle definovaných vztahů.

Zápisník a seznam daných bodů vstupuje přímo z textového souboru, jako výstup slouží řada protokolů a exportní soubor. Celé zpracování probíhá jako průvodce vyrovnáním. Prostřednictvím inicializačního souboru lze provádět nastavení vlastností výpočtu. Standardně program nevytváří export jednotlivých matic výpočtu. Pokud bychom

potřebovali mezivýsledky v maticích, mohli bychom použít poslední nejpokročilejší verzi DLL_MNČ.

Výsledné body jsou v protokolu hodnoceny z hlediska přesnosti. Protokoly o vyrovnání umožňují dohledávání chyb podle oprav a s využitím statistických testů. [22]

5.3.3 Vlastní zaměření nových bodů a výpočet

Terestrickým měřením bylo určeno 5 nových bodů PPBP. Body byly zaměřeny geodetickou metodou protínáním vpřed z orientovaných směrů a byly navrženy na již existující stabilizace. Jsou to body č. 526 - stožár vysílače a body č. 527, 528, 529 a 530, které jsou navrženy na rozích budov. Bod č. 526 byl zaměřen z bodů ZBP a nově určených bodů PPBP č. 515, 516, 519, 520 a 525, které byly určeny pomocí technologie GNSS. Body č. 527, 528, 529 a 530 byly zaměřeny z pomocných měřických bodů určených technologií GNSS, popř. jiným odpovídajícím způsobem (4007, 4031, 5000, 5001, 5002, 5003, 5004, a 5005). Použité pomocné měřické body byly zřízeny pro zaměření skutečného polohopisného a výškopisného stavu pro potřebu KPÚ. Přesnost těchto pomocných měřických bodů je shodná s přesností bodů PPBP a dokumentace těchto bodů je součástí dokumentace zaměření skutečného stavu KPÚ.

Body č. 527 a 528 jsou na komplexu budov tzv. Bílkova mlýna a body č. 529 a 530 jsou na komplexu stavení nazývaného Černý mlýn. Body č. 529 a 527 jsou na obytných budovách, body č. 528 a 530 na hospodářských budovách.

Pro vlastní měření byla použita trojpodstavcová soustava. Směry i délky byly měřeny dvakrát ve dvou polohách dalekohledu. Bod č. 526 byl určen pouze z úhlových měření pro jeho nedostupnost, ostatní body byly určeny protínáním úhlů i délek. Záznam výsledků měření byl prováděn elektronicky a ukládán kontinuálně v registračním zařízení totální stanice v programu TopSURV ve formátu s příponou *.tsj. Přehled orientovaných směrů pro určení bodu PPBP č. 526 je v příloze.

Prvním krokem při výpočetních pracích bylo nejprve stažení elektronického zápisníku z přístroje. Existuje několik možných způsobů stažení dat z totální stanice TOPCON GPT-7005. Nejběžnější způsob je exportovat zápisník přímo v zakázce na interním disku totální stanice v programu TopSURV. Exportovaný soubor má příponu *.gts7. Tento soubor je nutné v programu GEOMANW konvertovat do formátu MAPA s příponou *.zap. Dostaneme tak klasický zápisník, který můžeme dle potřeby editovat

(obr. 5.4). Druhou možností stažení dat je podobné, jako stažení dat z kontroléru. Totální stanici spojíme s počítačem pomocí programu ActiveSync a překopírujeme surová data (celou zakázku) z adresáře „Job“ v souboru s příponou *.tsj. S tímto typem souboru pak pracujeme v programu TopconLink.

```
1 516 1.435
933182070 0.0000 0.000 0.00000 100.05060
526 0.0000 0.000 67.98300 91.92580
515 617.7640 1.470 102.8472 100.0048
933182070 0.0000 0.000 0.00200 100.04600
933182070 0.0000 0.000 200.00200 299.94960
515 617.7610 1.470 302.8504 299.9952
526 0.0000 0.000 267.98200 308.07640
933182070 0.0000 0.000 200.00440 299.95180
;933182070 0.0000 0.000 0.00320 100.04580
-1
```

Obr. 5.4 Ukázka části zápisníku

Dané úlohy byly přeурčeny a proto mohly být polohově vyrovnané metodou nejmenších čtverců v programu G-NET/WM+. Výpočty všech určovacích protínacích úloh a modifikací polygonových pořadů probíhají v systému G-NET zcela automatizovaně a nekladou se přitom zvláštní požadavky na pořadí měření a proto jsem mohl všechny úlohy vyrovnat v jednom projektu a prostřednictvím jednoho inicializačního souboru jsem nastavil parametry tohoto výpočtu. Protože se jedná pouze o určení polohy nových bodů a nikoliv výšky, provedl jsem pouze polohové vyrovnání.

Dané body pro určení bodů bodového pole jsem vložil ve formě textového souboru v obvyklém formátu.

Pro správné spuštění výpočtu v programu G-NET/WM+ je důležité jeho nastavení. Při výběru informací pro vyrovnání ze zápisníku se provádějí nezbytné redukce měřených veličin, a to redukce matematické (z nadmořské výšky), fyzikální (z teploty a tlaku vzduchu) a kartografické (do zobrazovací roviny). Jejich provádění lze ovlivnit jednak volbou typu délky, jednak definováním.

Rovněž odhady apriorních středních chyb pro určení vah měřených veličin se určují na základě vztahů, jež je možné doplňovat a modifikovat.

Konstanty pro odvození apriorní přesnosti jsem zvolil následující:

- Absolutní (adiční) složka střední chyby délky = 10 mm
- Relativní (násobná) složka střední chyby délky (ppm) = 5 mm/km
- Střední chyba odečtení (včetně chyby cílení) = 0,003^g
- Střední chyba v poloze stanoviska a cíle způsobená centrací = 0,02 m

Zpracování zápisníku	Polohové vyrovnání	Výškové vyrovnání	Zobrazení údajů
Externí formát	<input type="text"/>		
Implicitní kody	+GA-E		
Zdroj bodů pro PBPP	<input type="text"/>		
Alfanumerické ČB	Ne		
Implicitní typ délky	2-šikmá délka		
Implicitní třída přesnosti	3		
Implicitní skupinové číslo	<input type="text"/>		
Technologie zprac. zápis.	ZMVM		
Typ výškového úhlu	Zenitový úhel		
Povinná výška cíle	Ne		
Potlačit výpočet Mxyz	Ne		
		Uvažovat refrakci délky	Ano
		Uvažovat výšku na délky	Ano
		Kartografické korekce	Ano
		Vliv refrakce na výšky	Ano
		Konstanty pro odvození apriorní přesnosti	
		MDABS:	10 mm
		MDKM:	5 mm/km
		MODECT:	0.003 G
		MP:	0.02 m
		<input type="text" value="MDABS=10 MDKM=5 MP=0.02 MODECT=0.003G"/> <input type="button" value="Ed"/>	

Obr. 5.5 Nastavení výpočtu zápisníku v programu G-NET

Z protokolu o polohovém vyrovnání lze vyčíst řadu informací o vyrovnání. Hrubé chyby je možno identifikovat již před vyrovnáním při výpočtu přibližných souřadnic a při redukci veličin. Základním kritériem pro posouzení kvality vyrovnání v systému G-NET je posouzení hodnoty aposteriorní jednotkové střední chyby a kritické hodnoty chí-kvadrátu. Hodnota aposteriorní jednotkové střední chyby musí být vždy menší než kritická hodnota chí-kvadrátu. Zároveň, čím více se kritická hodnota chí-kvadrátu blíží jedné, je počáteční nastavení jednotlivých přesností zvoleno optimálněji.

Jednotková střední chyba aposteriorní:..... 0.9045

Kritická hodnota chí-kvadrát: 1.2366

V protokolu o vyrovnání jsou vypočtené souřadnice doplněny středními chybami jednotlivých souřadnic a výslednými středními souřadnicovými a polohovými chybami.

Z níže uvedených středních chyb je zřejmé, že mezní střední souřadnicová chyba pro body PPBP 0,06 m nebyla překročena. Soubor bodů vyhovuje přesností dle vyhlášky 26/2007 Sb., bod 12.11 přílohy.

Tab. 5.1 Vyrovnané souřadnice bodů PPBP

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	MY[mm]	MX[mm]	MP[mm]	MXY[mm]
72000000526	631119.463	1124571.172	34.2	35.3	49.1	34.8
	-0.008	-0.010				
72000000527	631146.961	1125566.967	8.1	8.7	11.9	8.4
	-0.016	0.010				
72000000528	631195.219	1125569.743	7.6	8.1	11.1	7.9
	0.001	0.003				
72000000529	632078.015	1124865.386	8.4	8.2	11.7	8.3
	0.004	-0.013				
72000000530	632136.815	1124816.976	9.3	7.9	12.2	8.6
	-0.010	0.000				

5.4 Měření nových bodů PPBP pomocí technologie GNSS

Většina z nově určovaných bodů byla zaměřena technologií GNSS, metodou RTK. Jsou to nové body PPBP č. 511 až č. 525.

5.4.1 Technické požadavky měření

Technickým požadavkům měření a výpočtům bodů určovaných technologií GNSS se věnuje vyhláška 31/1995 Sb., aktualizovaná po novele č. 311/2009, konkrétně bod 9 přílohy této vyhlášky.

Z hlediska korektního určení souřadnic obecně technologií GNSS a metodou RTK snad zvláště, bych jako nejzásadnější bod této přílohy uvedl bod 9.4:“ Poloha bodu musí být určena buď ze dvou nezávislých výsledků měření pomocí technologie GNSS, nebo jednoho výsledku měření technologií GNSS a jednoho výsledku měření klasickou metodou...“.

Určení polohy bodu pouze z jednoho měření (jedné observace při měření v reálném čase (RTK), nebo jednoho vektoru při následném zpracování měření (postprocessing)) není tedy přípustné. Nutná jsou nejméně dvě nezávislá měření GNSS nebo jedno měření GNSS a jedno měření klasickou geodetickou metodou. Při opakované observaci RTK nebo při měření vektoru musí být opakované měření provedeno při dostatečně odlišné konstelaci družic. [7]

Mnou určované body jsou zaměřované s minimálním časovým intervalem 3 hodin. Tento minimální časový interval byl platný dle vyhlášky 31/1995 před její novelizací. V novelizované vyhlášce je minimální interval 3 hodin předepsán pro měření, kdy parametr GDOP/PDOP je větší jak 7.

Podle legislativy platné v současné době musí být opakované měření GNSS provedeno v čase, který se vůči času ověřovaného měření nachází v intervalech:

$$\langle -1 + n.k ; n.k + 1 \rangle \text{ hodin}$$

kde: k je počet dní a může nabývat pouze hodnot nezáporných celých čísel $n = 23,9333$ hodin (23 hod. 56 minut) pro americký systém GPS-NAVSTAR a 22,5000 hodin (22 hod. 30 minut) pro ruský systém GLONASS.

23 hod. 56 minut je délka hvězdného dne a za tento čas družice oběhne svou dráhu dvakrát.

Dalším aspektem měření pomocí technologie GNSS je doba měření na bodě, i ten je ošetřen v příloze vyhlášky 31/1995 Sb. Doba měření na bodě musí být u statických metod dostatečně dlouhá vzhledem k použité metodě měření, délce vektoru, použitým aparaturám a počtu družic obsažených ve výsledku následného zpracování, u kinematických metod a měření v reálném čase pak musí obsahovat nejméně 5 záznamů. Pro měření v reálném čase, statické i kinematické metody platí, že pro další zpracování je možné použít pouze taková řešení, kterých bylo dosaženo za podmínky, že ambiguity byly určeny jako celá čísla. [3]

Mnou měřená data obsahují měření pro každý bod o 31 záznamech, tzv. epochách. Jedna epocha je záznamem, který přijímač ukládá během jedné vteřiny.

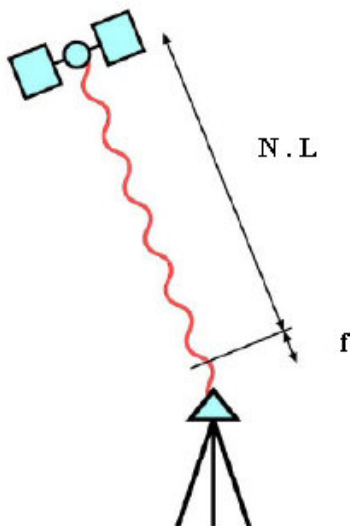
Pro zpracování jsem použil pouze taková řešení, kterých bylo dosaženo za podmínky, že ambiguity byly určeny jako celá čísla. Jinak řečeno, nastalo tzv. „fixované řešení“.

Ambiguity je celočíselná část počtu period nosné vlny, odpovídajících zdánlivé vzdálenosti mezi družicí GNSS a přijímačem. [24]

Fázová měření využívají určování pseudovzdáleností pomocí nosných vln L1 a L2. Protože přibližná vlnová délka L1 je 19cm a L2 je 24cm, jsme při shodné přesnosti synchronizace vln schopni určit fázový doměrek (1/100 nosné vlny) s milimetrovou přesností. Protože ale u klasické sinusové vlny nelze určit čas jejího odeslání (jako je tomu u dálkoměrných kódů), obsahují fázová měření nejednoznačnost (ambiguity) v počtu celých vlnových délek. Ambiguity se počítají vyrovnáním stejně jako ostatní neznámé v systému rovnic fázových pozorování. V této fázi získáme přibližné hodnoty, které však

nejdou celočíselné. Tyto hodnoty se zaokrouhlí na celá čísla a provede se nové vyrovnání. [10]

Výpočty ambiguit jsou řešeny na rover stanici v reálném čase. Výpočty řeší u aparatury značky Topcon přímo firmware GNSS přijímače. [10]



Obr. 5.6 Fázové měření [15]

$$S = N \cdot L + f$$

S - vzdálenost

L – vlnová délka

N – celý počet vln “ambiguity”

f – měřená fáze

Mohou nastat případy, kdy určíme souřadnice bodu a řešení je fixované, přesto je ale chybné. K vyloučení těchto případů slouží kontrolní zaměření bodu s časovým intervalem. Tyto chyby jsou způsobeny například nevhodnou konstelací satelitů v daném okamžiku. Ale také zpožděním signálu při průchodu atmosférou, která nemá ve všech místech stejné vlastnosti.

Shrneme-li nejdůležitější změny bodu 9 přílohy vyhlášky 31/1995 Sb. po novelizaci, pak je to fakt, že text ustanovení je koncipován obecně, tj. platí pro využití GNSS v oblasti všech bodových polí, ale i pro měření podrobných bodů, dále je kladen důraz na shodu

opakovaných měření (shoda výsledků dvojice nezávislých měření upřednostněna před charakteristikou DOP) a také byl zkrácen interval mezi dvojicí opakovaných měření na 1 hodinu.

5.4.2 Parametr DOP

Parametr DOP (Dilution of Precision) je veličina, které je nutno věnovat pozornost. Je to bezrozměrné číslo vyjadřující počet a geometrické uspořádání viditelných družic. Je nazýván faktorem snížené přesnosti. Abychom byli schopni vypočítat polohu přijímače (X,Y,Z,T), je minimální počet viditelných družic 4. Ideální je mít jednu družici v zenitu a zbylé tři s elevací kolem 20°, svírající horizontální úhel 120°. Je to kvalita geometrického uspořádání družic, kterou většina přijímačů udává přímo v průběhu měření. [10]

Čím větší je tato hodnota, tím je geometrické uspořádání družic méně příznivé pro určení polohy. Parametr DOP o hodnotě ∞ teoreticky znamená, že všechny satelity se nachází v jednom bodě.

Rozlišujeme několik typů parametru DOP:

PDOP - parametr přesnosti polohy

HDOP - parametr horizontální přesnosti

VDOP - parametr vertikální přesnosti

GDOP - parametr geometrické přesnosti

TDOP - parametr přesnosti času

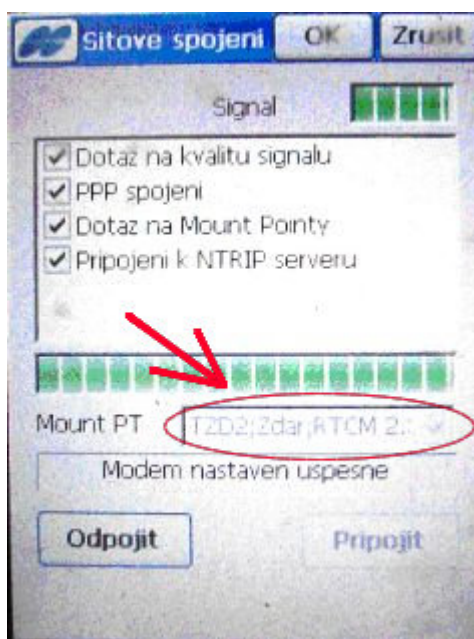
Mnou zpracovávaná data obsahují parametry PDOP, HDOP a VDOP.

5.4.3 Vlastní měření

Po sestavení aparatury GNSS na určovaném bodě PPBP a uvedení do svislé polohy dle krabicové libely se spustí jak anténa přijímače, tak kontrolér. Jakmile přijímač zachytí a zaklíčuje sledování jednoho, nebo více satelitů, začnou příslušné LED diody blikat.

Po založení nové zakázky je nutné celý systém propojit, a to na několika úrovních. Subjekty, které spolu komunikují a kde dochází k přenosu dat jsou: družice a anténa prostřednictvím elektromagnetického vlnění, anténa a kontrolér pomocí Bluetooth spojení, přijímač (rover) a NTRIP caster (base) prostřednictvím datového přenosu GPRS a internetu. Z toho plyne, že je nutné, aby v místě měření byla dostupná síť mobilního operátora (v mém případě O₂). Připojení přijímače do internetové sítě na displeji zobrazí

okno automatického spojení, kde „dotaz na kvalitu signálu“ poskytuje informaci o GSM pokrytí. „PPP spojení“ – probíhá propojení mezi GNSS přijímačem a interním GSM/GPRS modemem a následně připojení do internetové sítě. Dotaz na Mount Pointy – po připojení na server TopNET jsou načteny poskytované Mount Pointy. „Připojení k NTRIP serveru“ znázorňuje připojení k vybranému zdroji korekcí.



**Obr. 5.7 Automatické připojení přijímače do internetové sítě
(na mountpoint - TZD2)**

Před sběrem dat je třeba pomocí několika úkonů připravit hardware na provádění měření. Vlastní měření může být prováděno ve dvou módech: *Topo* (stacionární měření – na bodech ležících na rozdílných polohách) a *Auto Topo* (kinematické měření – nepřetržitý sběr dat obvykle za pohybu). V menu „Měření“ jsem vybral volbu „Topo“. Vložím název bodu, kód není třeba v našem případě vyplňovat. Dále nastavím typ a výšku antény. Měřil jsem na dvoumetrové výtyčce a vertikální výšku k anténnímu referenčnímu bodu (ARP) umístěnému ve spodní části přijímače a na začátku upínacího montážního závitu.

Pomocí tlačítka „Nastav“ jsem nakonfiguroval nastavení RTK měření dle vlastních hodnot. Nastavil jsem počet epoch na 31 a elevační masku 15° a úroveň fixace ambiguit na stupeň vysoký – 99,9 %.

Jako nejvhodnější permanentní stanici pro odběr korekcí jsem vybral Žďár nad Sázavou, vzdálený cca 15 km od lokality měření, kde se nachází stanice sítě TopNET (tzv.

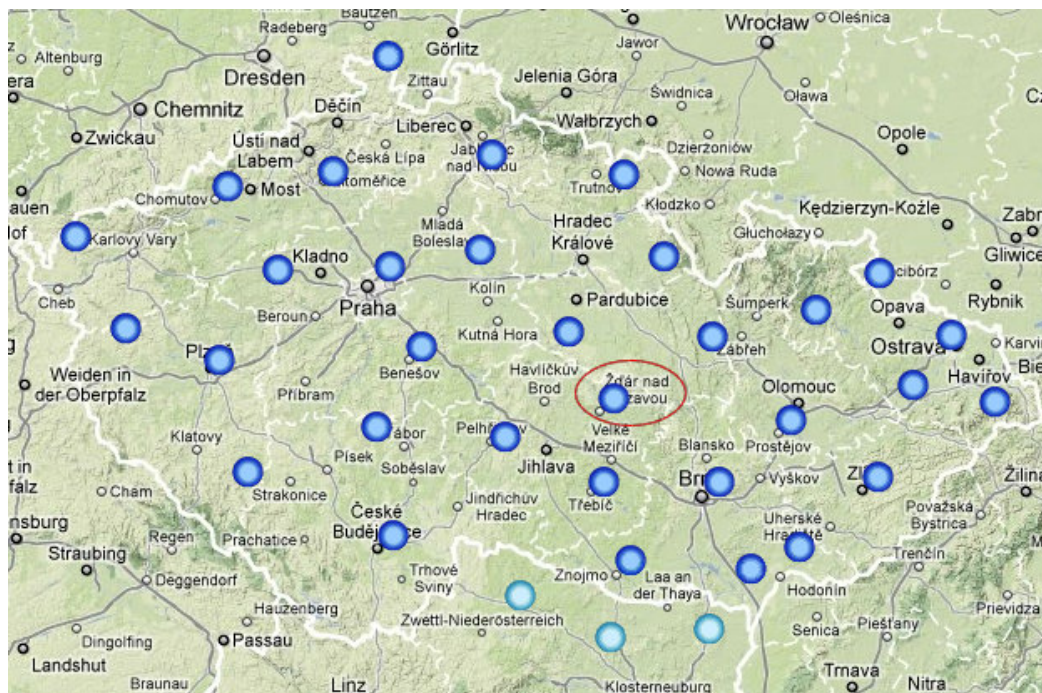
mountpoint-TZD2). TopNET je privátní síť permanentních stanic provozovaná společností Geodis Brno. Korekce jsou přijímány ve formátu RTCM 2.3 případně 3.0 (je úspornější).

Jakmile kontrolér ohlásil fixovanou polohu přijímače (Fixed - celočíselné hodnoty ambiguity), spustil jsem sběr dat a do polního zápisníku jsem zaznamenal číslo bodu a počáteční čas měření. V případě, že fixované řešení přešlo do řešení „Float“- plovoucí odhad či „Auto“ – autonomní mód bez použití diferenciálních korekcí, sběr dat se automaticky pozastavil, a pokračoval až ve chvíli, kdy poloha byla opět fixovaná.

Každý bod jsem přeměřil s časovým intervalem přesahujícím 3 hodiny a to takovým způsobem, že jsem konkrétní bod nejprve vytyčil a v případě, že se vytyčení shodovalo se stávající stabilizací bodu, jsem jej zaměřil po druhé.

5.4.3.1 TopNET

Jak jsem již uvedl, TopNET je síť permanentních stanic provozovaná firmou Geodis Brno, spol. s r.o. pokrývající svými službami celé území České republiky. V ČR jsou dále provozovány sítě CZEPOS - spravovaná Zeměměřickým úřadem jako součást geodetických základů České republiky, Trimble VRS Now Czech provozovaná firmou Trimble, VESOG provozovaná VÚGTK a GEONAS, což je geodynamická síť Akademie věd ČR.



Obr. 5.8 Stanice sítě TopNET s vyznačením stanice TZD2 [31]

V současnosti je v síti TopNET zapojeno 32 GNSS stanic, které jsou rozloženy po celém území ČR tak, aby celá Česká republika byla pokryta RTK a VRS korekcemi. Všechny stanice přijímají signály GPS i GLONASS. Průměrná vzdálenost stanic je 55 km. Síť poskytuje Data pro postprocessing, RTK korekce a DGPS korekce.

Síť TopNET není z hlediska měření pro katastr nemovitostí seznamu stanic, které nepodléhají povinnosti provádět ověřovací měření. Je to dáno tím, že stanice nejsou zapojeny do tzv. nezávislému monitoringu permanentních stanic GNSS na území ČR, který provádí VÚGTK, v.v.i dle doporučení IAG (International Association of Geodesy). Tento monitoring řeší kvalitu určení souřadnic konkrétní permanentní stanice a stabilitu těchto souřadnic.

Z této skutečnosti vyplývá pro uživatele sítě TopNET povinnost ověřit správnost připojení využívaných referenčních stanic (mountpointů) nebo virtuální stanice tvořené z těchto bodů do souřadnicového systému ETRS. Toto je možné provést dle vyhlášky 31/1995Sb. dvěma způsoby: Měřením na nejméně dvou připojovacích bodech, přičemž ověřovaný vztah mezi těmito body musí splňovat požadované charakteristiky přesnosti, nebo nezávislou dvojicí měření pomocí technologie GNSS, která splňuje požadované charakteristiky přesnosti, na jednom připojovacím bodě, jehož poloha byla s požadovanou přesností ověřena.

Já jsem měřil kontrolně pouze jeden bod každý den měření. K potvrzení tohoto způsobu ověření jsem požádal ČÚZK o oficiální stanovisko, kterému bylo přiděleno č.j.: ČÚZK 8664/2011-22, a které uvádím v plném znění v příloze.

Bod pro kontrolní měření sítě TopNET jsem zvolil zajišťovací bod 933182071.

5.4.4 Výpočetní práce

V předchozí kapitole bylo popsáno, jakým způsobem byla získávána data přijímačem GNSS. Data jsou v kontroléru uložena ve formátu *.tsj. Program Topcon Link provádí transformaci souboru *.tsj do formátu, který lze v počítači dekodovat. Jde o komunikační software umožňující rozsáhlé nastavení exportu a importu dat nejen mezi GNSS přijímači a počítačem. Pro propojení počítače a kontroléru jsem použil program Active Sync.

Informace týkající se GNSS souboru z programu TopSURV se v programu Topcon Link (verze 7.2) zobrazí ve čtyřech záložkách: Body, GPS stanoviště, GPS mer. a Kody. Ke každému jednotlivému měření jsou k dispozici tyto charakteristiky: Metoda, Typ řešení, Začátek měření, Doba měření, Epochy, PDOP, HDOP, VDOP, počet družic GPS a

GLONASS a Horizontální a Vertikální přesnost. Není to vyčerpávající výčet parametrů, konfiguraci jednotlivých charakteristik včetně jejich pořadí lze libovolně volit.

Nejpodstatnější část těchto dat tvoří číslo bodu a souřadnice bodu v geocentrickém souřadnicovém systému ETRS 89.

5.4.4.1 WGS84 a ETRS89

WGS84 je světově uznávaný standardizovaný geodetický geocentrický souřadnicový systém, v kterém probíhá měření technologií GNSS. Jde rovněž o referenční elipsoid. Je tvořen pravotočivou kartézskou soustavou souřadnic s počátkem v těžišti Země (včetně moří a atmosféry) – s přesností cca 2 m. Kladná osa x směřuje k průsečíku nultého poledníku a rovníku, kladná osa z k severnímu pólu a kladná osa y je na obě předchozí kolmá ve směru doleva (90° východní délky a 0° šířky).

Terestrický souřadnicový rámec ITRF (Terrestrial Reference Frame) byl vytvořen na základě výsledků laserového měření vzdáleností ke geodynamické družici LAGEOS využitím metod dlouhodobé interferometrie a laserové lokace Měsíce. Tento systém dosahuje absolutní přesnosti kolem ± 3 cm v každé souřadnici a vyjadřuje i změnu souřadnic v čase.

Vedle světového systému IERS a jeho rámce ITRF existuje evropský ETRS (European Terrestrial Reference System) a rámec ETRF. Výhodou ETRS je, že je na rozdíl od ITRS spojen s euroasijskou kontinentální deskou. Kvůli tomu jsou roční časové změny souřadnic nejméně o řád menší (mm), než je tomu v případě ITRF (cm). [25]

ETRS tvoří jednotný souřadnicový systém, který je úspěšně celoevropsky budován. Koordinaci prací provádí podkomise EUREF (European Reference Frame) komise Kontinentální sítě mezinárodní geodetické asociace (IAG). ETRS je definován systémem konstant a referenčním rámcem ETRF (European Terrestrial Reference Frame), který je realizován souřadnicemi stabilizovaných bodů na zemském povrchu. Systém je založen na elipsoidu GRS80 (Geodetic Reference System 1980), který je svými parametry velice blízký elipsoidu WGS84. [26]

Systém ETRS89 vznikl ze systému ITRS89 zakonzervováním souřadnic Evropských stanic, souřadnice se proto pohybují s celým Evropským kontinentem. ETRS89 se pohybuje vůči ITRS a tedy i WGS84 ročně o cca 2,7 cm SV. Při transformaci souřadnic je

proto nutné kromě transformace mezi jednotlivými systémy zohledňovat i posun souřadnic v čase (epoše). [33]

Obecně platí, že geocentrické souřadnice, které jsou výsledkem měření pomocí technologií GNSS, jsou v souřadnicovém systému WGS84, ve kterém pracuje družicový systém. Pokud při měření, nebo následném zpracování „s tím něco neuděláme“, je (zůstane) tedy námi dosažený výsledek ve WGS84. Jestliže při následném zpracování měření použijeme soubory přesných efemerid (prvků drah družic), posuneme výsledné souřadnice ze systému WGS-84 do souřadnicového systému, ve kterém jsou spočteny námi použité přesné efemeridy (ETRS89). [29]

Do systému ETRS89 je možné, vzhledem k tomu, jak jsou geocentrické systémy WGS-84, ITRS a ETRS89 definovány, přecházet pouze translací. Toho přechodu lze docílit tak, že v rámci měření je použit nejméně jeden bod o známých souřadnicích v ETRS89 a ty jsou pak následně při všech dalších úkonech brány jako dané. Takový bod pak bývá označován jako „připojovací“ a při současných nejběžněji používaných pracovních postupech to bývá vlastní základnová stanice realizovaná na bodě o známých souřadnicích v ETRS89. [29]

Souřadnice WGS84 se nám zobrazí na displeji kontroléru v případě, že jsme se nepřipojily na mountpoint, naše poloha je autonomní a tak není v režimu fixed. Jakmile se přijímač GNSS připojí a „zafixuje“ na námi zvolený mountpoint, jehož souřadnice jsou v ETRS 89, tak zároveň i naše poloha je v souřadnicích ETRS 89. Všechny stanice sítě TopNET mají souřadnice určeny v systému ETRS89 v rámci ETRF2000.

Transformaci souřadnic z geocentrického souřadnicového systému ETRS v epoše 1989.0 do S-JTSK lze provést, podle přílohy 9 vyhlášky 311/2009, pouze pomocí zpracovatelského programu, který je schválen ČÚZK. Samotnou transformaci je možné provést dvojím způsobem a to s využitím zpřesněné globální transformace bez volby identických bodů, jestliže je dodržen postup uvedený v návodu takového programu, nebo pomocí místního klíče a volby identických bodů při splnění následujících podmínek

- pro určení parametrů transformace jsou použity nejméně čtyři identické body,
- souřadnice na všech identických bodech jsou získány měřením nebo jsou převzaty z platných geodetických údajů,
- souřadnice všech identických bodů jsou určeny s přesností vyšší nebo stejnou, než je přesnost požadovaná pro určované body,

- geocentrické souřadnice všech určovaných i identických bodů jsou ve shodném geocentrickém systému, v případě WGS84 pak v jeho shodné realizaci,
- identické body jsou rozloženy rovnoměrně, průměrná vzdálenost mezi sousedními identickými body není větší než 5 km a žádná vzdálenost mezi sousedními identickými body není větší než 8 km,
- obvodový polygon proložený identickými body nevytvoří obrazec, jehož některý vnitřní úhel je menší než 20°,
- žádný z určovaných bodů vně obrazce vytvořeného identickými body neleží od nejbližší spojnice mezi dvěma sousedními identickými body ve vzdálenosti větší než 1/10 délky této spojnice,
- pokud byly souřadnice na identickém bodě získány měřením a transformací, zjištěná odchylka překročí na tomto bodě maximální povolenou odchylku, je nutno buď takový bod z transformace vyloučit a zvolit jiný identický bod nebo oprávněnost vztahu mezi souřadnicovými systémy pro takový bod doložit ověřením polohy identického bodu a v případě potřeby i souřadnic v geocentrickém souřadnicovém systému i v S-JTSK. [3]

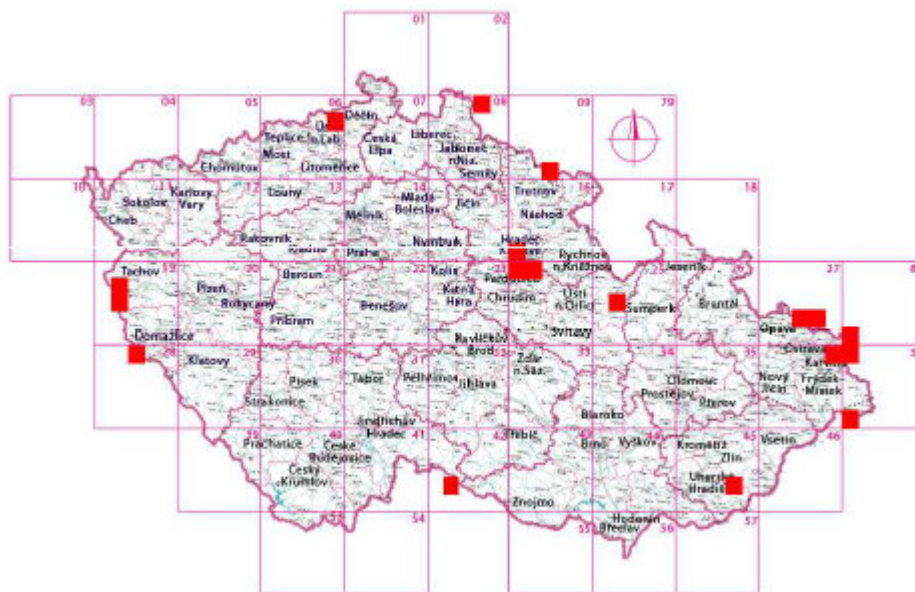
5.4.4.2 Realizace systému ETRS89 v rámci ETRF2000

Dne 2.1.2011 v čase 00:00:00 (GMT), GPS Week 1617, GPS Week Number 16170, vstoupila v platnost nová realizace systému ETRS89 v ČR. V důsledku přechodu na novou realizaci systému ETRS89 v ČR došlo ke změně hodnot geocentrických souřadnic u bodů, které v Databázi bodových polí (DATAZ) měli tyto souřadnice určeny. [5]

Pro transformaci mezi novou realizací systému ETRS89 (v rámci ETRF2000) a S-JTSK byl vyvinut VÚGTK, v.v.i. program etrf00-jtsk_v1005.exe. Přesnost transformace novým globálním klíčem je dána charakteristikou $m_{xy}=0,025\text{m}$ ($m_p=0,035\text{m}$). Tento nový jednotný transformační postup lze použít pro transformaci podrobných bodů na celém území ČR, pro PPBP a pomocné měřické body je použitelný vyjma TL, ve kterých mají odchylky po transformaci velmi nehomogenní průběh (0602, 0806, 0915, 1625, 1917, 1918, 2416, 2421, 2518, 2709, 2714, 2811, 3601, 3721, 3725, 4219, 4509 a 8025). V těchto TL lze tento program použít a provést vhodná kontrolní měření, z jejichž výsledků by bylo dovozeno, s jakou celkovou přesností bylo dosaženo výsledku

transformace. V těchto TL se doporučuje pro transformaci využít postup s volbou identických bodů a výpočtem místních transformačních parametrů. [5]

V současné době VÚGTK pracuje na odstranění nedostatků transformace v příslušných triangulačních listech, aby nově vytvořená aktualizovaná verze již korektně transformovala body na všech triangulačních listech.



Obr. 5.9 Triangulační listy, ve kterých při práci v PPBP nelze použít zpřesněnou globální transformaci

5.4.4.3 S-JTSK

V České republice se v civilní oblasti v současné době používá systém jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK).

S-JTSK vznikl mezi lety 1920-1958. Po vzniku republiky v roce 1918 bylo třeba co nejdříve vytvořit samostatný geodetický základ a vymyslet vhodnou kartografickou projekci. Již v roce 1919 byla založena Triangulační kancelář (zřizovatel ministerstvo financí ČSR), jejímž předsedou se stal Ing. Josef Křovák. [30]

Josef Křovák navrhl zobrazení, které bylo vhodné pro potřeby ČSR a mělo vhodné minimální deformace. Ve svém návrhu transformace zvolil konformní zobrazení Besselova elipsoidu na zmenšenou kouli a následně konformní kuželové zobrazení v obecné poloze.

5.4.4.4 Transformace souřadnic

Pro transformaci souřadnic z ETRS do S-JTSK je tedy možné použít dva typy transformačních postupů. Je to transformace pomocí zpřesněného globálního transformačního klíče (i pro body PPBP) nebo s použitím identických bodů a transformací místním (lokálním) transformačním klíčem. Jako globální transformační program lze uvést program ETRF2KRO, který je řešením firmy Geodis a jehož zdrojový kód byl zakoupený ve VÚGTK, v.v.i. Program slouží pro obousměrnou 3D transformaci souřadnic bodů získaných statickým, případně RTK měřením a umožňuje dávkový a individuální výpočet.

Já jsem provedl transformaci z ETRS89 do S-JTSK pomocí místního transformačního klíče. Pro transformaci souřadnic jsem použil schválený transformační program TranGPS. Program slouží pro 3D (případně odděleně 2D a 1D) transformaci souřadnic získaných statickým měřením a vyrovnáním GNSS dat v systému WGS 84 do systému S-JTSK. Identické body jsem volil tak, aby splňovaly požadavky dané přílohou 9 vyhlášky 31/1995 Sb. Přehledka rozložení bodů pro transformaci souřadnic do S-JTSK je v příloze.

Dále jsem porovnával identické a měřené souřadnice na zvoleném kontrolním bodě ZB1 933182071 pro ověření sítě TopNET. Pro vzájemné porovnání jedné dvojice souřadnic jsem použil program RTKCONV. Pro převod jednotlivých formátů zápisu zeměpisných souřadnic byl použit program WGS_prevod. Všechny zmíněné moduly včetně obou transformačních programů existují jako samostatné programy, ale také jako jednotlivé moduly integrované do jednoho programu s názvem GeoLink.

Přehled použitých vzorců v Protokolu určení bodů PPBP technologií GNSS:

Porovnání dvojic měření

- výpočet rozdílů dvojic měření (l) v obou souřadnicích

$$d_x = l_{2xi} - l_{1xi}$$

$$d_y = l_{2yi} - l_{1yi}$$

- výpočet střední chyby jednotlivých souřadnic m_x a m_y

$$m_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{xi} v_{xi}}{n-1}$$
$$m_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y} - y_i)^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{yi} v_{yi}}{n-1}$$

- výpočet střední souřadnicové chyby $m_{x,y}$

$$m_{x,y}^2 = 0,5 (m_x^2 + m_y^2)$$

- výpočet střední polohové chyby m_p

$$m_p^2 = m_x^2 + m_y^2$$

Porovnání měřených souřadnic bodů se souřadnicemi danými

- výpočet rozdílů měřených (l) a daných (x) souřadnic

$$r_i = x_i - l_i$$

Průměrná střední souřadnicová chyba souřadnic bodů provedené pomocí lokální transformace je $m_{x,y} = 0,014$ m. Maximální střední souřadnicová chyba nepřekročila mezní hodnotu pro PPBP $m_{x,y} = 0,06$ m. Soubor bodů vyhovuje přesností dle vyhlášky 26/2007 Sb., bod 12.11 přílohy.

6 DOKUMENTACE DOPLNĚNÍ PODROBNÉHO POLOHOVÉHO BODOVÉHO POLE

Obsah dokumentace o zřízení bodu PPBP podle §68 odstavce 2 vyhlášky č.26/2007 ve znění pozdějších předpisů obsahuje:

- a) projekt (jeli zpracován samostatně),
- b) oznámení závad a změn na stávajících bodech ZPBP, ZhB a bodech PPBP,
- c) seznam souřadnic,
- d) přehledný náčrt
- e) zápisníky měření
- f) protokol
 1. o výpočtech při geodetickém určení,
 2. o určení bodů metodou RTK a transformaci souřadnic do S-JTSK,
- g) geodetické údaje,
- h) vrácená potvrzená oznámení o zřízení měřických značek, popř. doručenky a kopie odeslaných oznámení,
- i) technická zpráva
- j) kontrolní záznamy z průběžných kontrol a závěrečné kontroly,
- k) záznamové médium se všemi částmi elaborátu se stavem po provedení případných oprav na základě závěrečné kontroly ve struktuře podle přílohy č. 56. [1]

Výsledky zeměměřických činností využívané pro účely katastru nemovitostí ověřované v elektronické podobě se předávají na datovém nosiči (CD, DVD, USB flash paměť) nebo elektronickou poštou. Podle odstavce 2.10.1 Návodu pro obnovu katastrálního operátu a podle přílohy č. 56 je struktura dat v elektronické podobě sestavena z těchto následujících formátů a názvů:

➤ 04_PPBP

- 1_MISTOPISY_PPBP (*samostatný adresář obsahující místopisy a detaily*) Mxxxxxx_yyyy.gif (xxxxxx=číselný kód k.ú., yyyy=číslo PPBP)
- 2-Projekt_PPBP_Horni_Bobrova.pdf¹⁾
- 3-Oznameni_zavad_BP_Horni_Bobrova.pdf¹⁾

- 4-Prehled_PPBP_Horni_Bobrova.pdf /dgn
- 5_1-Zapisnik_mereni_PPBP_Horni_Bobrova.txt
- 5_2-Protokol_klasicky_PPBP_Horni_Bobrova.pdf
- 5_3-Protokol_GNSS_PPBP_Horni_Bobrova.pdf
- 6_1-Seznam_souradnic_PPBP_Horni_Bobrova.txt
- 6_2-GU_PPBP_Horni_Bobrova.dgn/pdf
- 6_3-PPBP_Horni_Bobrova.csv
- 7_1-Oznamení_zřízení_PPBP_Horni_Bobrova.pdf
- 7_2-Doručenky_PPBP_Horni_Bobrova.pdf ¹⁾
- 8-Technická_zpráva_PPBP_Horni_Bobrova .pdf
- 9-Kontrola_PPBP_Horni_Bobrova.pdf

¹⁾ dokument musí být naskenován s příslušnými podpisy

Jsou-li data katastrálnímu pracovišti odevzdávaná v elektronické podobě, je nutné celou etapu také elektronicky ověřit.

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá revizí a doplněním PPBP v katastrálním území Horní Bobrová. Zpracování bylo rozděleno, tak jak to platí u zeměměřických činností obecně, na dva typy prací. Byly to práce v terénu, po kterých následovaly výpočty získaných dat a zpracování do podoby požadované výstupní dokumentace.

Jak revize tak i navržení a vybudování nových bodů PPBP bylo prováděno v rámci komplexní pozemkové úpravy zpracované společností GB-geodezie, spol. s r.o. v katastrálním území Horní Bobrová.

V části terénních prací nejprve probíhala revize bodů PPBP, ale i ZPBP a zhušťovacích bodů a to včetně přílehlých částí sousedních katastrálních území, které by byly využitelné pro zaměření skutečného stavu, tj. polohopisu a výškopisu pro účely KPÚ. Zároveň probíhala rekognoskace území pro možný návrh nových bodů PPBP. Revize aktuálního stavu PPBP v k.ú. Horní Bobrová byla provedena pro body 501 až 510. Podrobnosti o revizi nejen PPBP, ale i ZPBP a ZhB jsou uvedeny v příloze Oznámení závad a změn na bodech ZPB a PPBP. Z původního počtu 10 PBPP bylo 7 nalezeno a 3 nenalezeny a pravděpodobně zničeny. Z nenalezených, popř. zničených PBPP byly 2 stabilizované na objektech a 1 kamenným hranolem. Z nalezených PBPP byly 3 stabilizované na objektech, 1 hřebovou nivelační značkou na objektu, 2 kamennými hranoly a 1 závrtným znakem z plastbetonu.

Aktuální stav bodů PPBP po revizi byl shledán jako nedostačující a bylo potřeba jej doplnit novými body do požadované hustoty, která by odpovídala nárokům zeměměřických prací pro účely pozemkové úpravy.

V extravilánu v k.ú. Horní Bobrová bylo navrženo 20 nových bodů PPBP, které byly očíslovány řadou od 511 do 530. Nové body byly stabilizovány zavrtávacími znaky z plastbetonu v počtu 13 kusů, 4 body na rozích budov, 2 body na nivelačních značkách a 1 bod PPBP je tvořen stožárem vysílače. Stožár vysílače a body stabilizované na objektech byly určeny geodetickými metodami protínání z orientovaných směrů, popř. i délek s vyrovnáním zprostředkujících měření metodou nejmenších čtverců v programu G-NET. Ostatní nové body PPBP byly zaměřeny pomocí technologie GNSS, metodou měření v reálném čase (RTK) s připojením na permanentní stanici sítě TopNET ve Žďáře nad Sázavou (TZD2). Druhé (kontrolní) zaměření bylo provedeno s odstupem 3 hodin.

Souřadnice ETRS89 byly transformovány do S-JTSK místním transformačním klíčem s použitím 4 identických bodů.

Pro zaměření nových bodů č. 511 až 525 PPBP byla použita aparatura GNSS složená z přijímače HiPer+ s interním GSM/GPRS modemem a kontrolérem FC-200 s programem TopSURV verze 7.2. Druhou, ne méně potřebnou GNSS aparaturou, je přijímač Topcon GB-1000. Pro klasické geodetické zaměření nových bodů PPBP č. 526 až 530 byla použita elektronická pulsní totální stanice TOPCON GPT-7005.

V části zpracování dat byla využita výpočetní technika a k výpočtům, převodům a jako komunikačních nástrojů bylo využito řady programů, nejpodstatnější z nich jsou TopSURV, G-NET jako součást VKM, TopconLink a TranGPS.

Přesnosti výsledných souřadnic nových bodů PPBP měřených oběma metodami jsou srovnatelné. Pro metodu měření pomocí technologie GNSS je průměrná střední souřadnicová chyba ze dvou opakovaných měření $m_{x,y} = 0,014$ m. U klasické geodetické metody protínání vpřed z orientovaných směrů s vyrovnáním jsou dosažené přesnosti pro bod 526 (stožár vysílače) $m_{x,y} = 0,035$ m, pro ostatní body je střední souřadnicová chyba $m_{x,y} = 0,008$ m. Přesnost zaměřených bodů odpovídá požadované přesnosti dle bodu 12.9. přílohy vyhlášky č. 26/2007 Sb. a to $m_{x,y} = 0,06$ m.

Součástí práce je vyhotovená kompletní dokumentace revize a doplnění PPBP. Nejen díky této struktuře dat může tato práce posloužit jako praktická příručka pro řadového geodeta.

Již ze vzájemného poměru počtu zaměřených nových bodů PPBP metodou klasickou a metodou družicovou je zřejmý rostoucí zájem o technologie měření pomocí družicové geodézie. Proto jsem se této technologii v bakalářské práci věnoval podrobněji. Zejména pak posledním změnám zpracování těchto dat pro potřeby katastru nemovitostí.

Technologie GNSS představuje velmi zajímavou alternativu klasickým geodetickým metodám. Má řadu nesporných výhod, kterými jsou rychlost, operativnost, relativní nezávislost na bodovém poli, v neposlední řadě nižší personální nároky. Vhodnost obou metod je ale třeba vždy posuzovat pro každý případ měření jednotlivě. Je zřejmé, že klasické geodetické zaměření bodů nemůže konkurovat metodě GNSS – RTK z hlediska ekonomických parametrů. Ke splnění geodetických cílů je obvykle použití obou technologií nezbytné, což ilustruje i tato bakalářská práce.

Význam bodů PPBP pro budoucí zeměměřickou praxi je otázkou názorového pojetí. S rozšiřováním družicových metod v geodetických měření lze očekávat, že význam PPBP bude klesat.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod číselného vyjádření analogové mapy do digitální podoby č.j. 6530/2007-22 ve znění dodatku č. 1 ČÚZK č.j. 338/2008-22 a dodatku č. 2 ČÚZK č.j. 2390/2009-22.
- [2] 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 (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů, (katastrální vyhláška)
- [3] Vyhláška 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky č. 311/2009 Sb.
- [4] ČSN 73 0415 (730415) - Geodetické body, nové vydání, datum účinnosti 1.11.2010
- [5] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, *Nová realizace systému ETRS89 v ČR*, [online], cuzk.cz [cit. 2012–04–01]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:10-NR_ETRS89>
- [6] RATIBORSKÝ, J., *GEODÉZIE 10*, 1. vydání, Vydavatelství ČVUT, 2000, 234 s., ISBN 80-01-02198-X
- [7] TARABA, P., *Obecná problematika využití GNSS při zeměměřických činnostech*, Uživatelská konference GNSS, Skalský dvůr, 20.-21.9.2011
- [8] SLAVÍČEK, J., *Navigační systémy*, Absolventská práce, Soukromá VOŠ a Obchodní akademie s.r.o., 2007, České Budějovice, 56 s.
- [9] HAUF, M. a kol., *GEODÉZIE*, 2. vydání Praha, SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989, 564 s., ISBN 80-03-00142-0
- [10] LÁSKA, Z., TEŠNAR, M., SLABÝ, J., SUKUP, J., *Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi*, Učební texty k semináři 9.9.2010
- [11] TOPCON, *Návod k obsluze*, Elektronická totální stanice, řada GPT 7000, 115 s.
- [12] TOPCON, *Uživatelský manuál*, Datový kontrolér, FG – 200, 17 s.
- [13] TOPCON, *Uživatelský manuál*, Přijímač GPS, Hiper+, 114 s.
- [14] KOUBA, J., PPP vyzkoušeno v Prachaticích, *Zeměměřič*, 2009, ročník 16, číslo 3+4, 36 s.
- [15] ČÁBELKA, M., *Úvod do GPS*, CITT Praha, Akademie kosmických technologií oblast Galileo GMES, 2008, 73 s.

- [16] NEVOSÁD, Z., VITÁSEK, J., BUREŠ, J., *GEODÉZIE IV - souřadnicové výpočty*, FAST VUT v Brně, CERM 2002, 157 s., ISBN 80-214-2301-3
- [17] ČADA, V., *Přednáškové texty z geodézie*. [online] gis.zcu.cz [cit. 2012-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <<http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/index.html>>
- [18] SHOCart, spol. s.r.o. *Mapy.cz* [online] seznam.cz 2012 [cit. 2012-04-01]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.mapy.cz/#q=Jihlava&x=16.066477&y=49.482412&z=9&c=23-14-30-28-29-27>>
- [19] CHAMOUD, L., *Skripta geodetické základy*. [online] zahradnici-abzu.wbs.cz [cit. 2012-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <http://zahradnici-abzu.wbs.cz/Geodezie/Skripta_2.pdf>
- [20] Portál eAGRI. *Resortní portál Ministerstva zemědělství*. [online] eagri.cz/public/web/mze/ 2012 [cit. 2012-04-01]. Dostupné na World Wide Web: <<http://eagri.cz/public/web/mze/ pozemkove-urady/ pozemkove-upravy/co-jsou- pozemkove-upravy/komplexni- pozemkova-uprava-a-jeji-cile.html>>
- [21] WEIGEL, J., *Teorie chyb a vyrovnávací počet I*, GE04_M02, Základní druhy vyrovnání (1. část), 2004
- [22] SEDLÁČEK, S., *O technologii G-NET*, [online] <http://www.gview.cz> [cit. 2012-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.gview.cz/tgnet.htm>>
- [23] POKORA, M. et al. *Geodézie I*. 1. vyd. Praha: Geodetický a kartografický podnik v Praze, n. p., 1985. 548 s.
- [24] Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí, *Parametr přesnosti polohy (PDOP)*, [online], vugtk.cz [cit. 2012-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.vugtk.cz/slovník/5792_ambiguita--neurcitost--nejednoznacnost>
- [25] CIMBÁLNÍK, M., MERVART, L., *Vyšší geodézie I*, Skriptum, 1. vydání Praha, Ediční středisko ČVUT, 1997, 171 s.
- [26] Institut geoinformatiky, *Program pro transformaci souřadnic*, [online], gis.vsb.cz [cit. 2012-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <http://gis.vsb.cz/GISacek/GISacek_2001/sbornik/Hanzlova/Hanzlova.htm>
- [27] BUREŠ, J., *Analýza experimentálních měření GPS-RTK*, Geodetický a kartografický obzor, 2009, ISSN: 0016- 7096.
- [28] Český úřad zeměměřický a katastrální, *Nezávislý monitoring stanic GNSS na území ČR*, [online], cuzk.cz [cit. 2012-04-01]. Dostupné z World Wide Web: <<http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:10-GNSS-nezavisly-monitoring>>
- [29] Konzultace s Ing. Pavlem Tarabou, spis čj.2296/2012-22, 9.2.2012

- [30] CIMBÁLNÍK, M., *Vyšší geodézie: souřadnicové soustavy*. Doplnkové skriptum, ČVUT Praha, 1995, 66 s. ISBN 80-01-01250-6
- [31] TopNET, *TopNET – síťová služba GNSS*, [online], topnet.geodis.cz [cit. 2012–04–01]. Dostupné z World Wide Web: <<http://topnet.geodis.cz/topnet/index.aspx>>
- [32] Zeměměřič [online] www.zememeric.cz, 2012 [cit. 2012–04–01]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.zememeric.cz/default.php?clanek_tisk.php?zaznam=2574>
- [33] BOUCHER, C., ALTAMINI, Z., *Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign*, [cit. 2008–07–27]. Dostupné z World Wide Web: <<http://etrs89.ensg.ign.fr/memo2007.pdf>>
- [34] Český úřad zeměměřický a katastrální, *Současnost a budoucnost bodových polí*, [online], cuzk.cz [cit. 2012–04–01]. Dostupné z World Wide Web: <http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=co%C5%BE%20je%20z%C5%99ejm%C3%BD%20nonsens.&source=web&cd=2&ved=0CFUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cuzk.cz%2FGenerujSoubor.ashx%3FNAZE%3D10-bodpole_kolar&ei=2e-zT7qhGI36sgbDu9i8DA&usg=AFQjCNGPCL3DZh90hz-w7ejRuAsLGZe3CQ&cad=rja>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 1.1 Geografická poloha k.ú. Horní Bobrová.....	12
Obr. 4.1 Protínání vpřed ze směrů.....	24
Obr. 4.2 Analytické řešení.....	25
Obr. 4.3 Tři segmenty GNSS.....	27
Obr. 4.4 Určení souřadnic přijímače.....	28
Obr. 5.1 Totální stanice TOPCON GPT-7005, Hiper+ a kontrolér TOPCON FC-200.....	32
Obr. 5.2 TOPCON GB-1000 a Anténa Choke Ring TPSCR3_GGD CONE.....	33
Obr. 5.3 TOPCON – bipod (dvounohá opora).....	34
Obr. 5.4 Ukázka části zápisníku.....	37
Obr. 5.5 Nastavení výpočtu zápisníku v programu G-NET.....	38
Obr. 5.6 Fázové měření.....	41
Obr. 5.7 Automatické připojení přijímače do internetové sítě.....	43
Obr. 5.8 Stanice sítě TopNET s vyznačením stanice TZD2.....	44
Obr. 5.9 Triangulační listy, ve kterých při práci v PPBP nelze použít zpřesněnou globální transformaci.....	49
Tab. 5.1 Vyrovnané souřadnice bodů PPBP.....	39
Graf 3.1 Struktura způsobu stabilizace nalezených PBPP v k.ú. Horní Bobrová.....	19
Graf 3.2 Struktura způsobu stabilizace nových PBPP v k.ú. Horní Bobrová.....	21

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Přehled orientovaných směrů pro určení bodu PPBP č. 526

Příloha č. 2: Projekt doplnění PPBP pro KPÚ Horní Bobrová s uvedenými čísly bodů

Příloha č. 3: Přehled rozložení bodů pro transformaci souřadnic z ETRS89 do S-JTSK

Příloha č. 4: Odchyly na identických bodech po Jungově dotransformaci

Příloha č. 5: Grafy znázorňující dosaženou přesnost bodů PPBP pomocí střední souřadnicové chyby

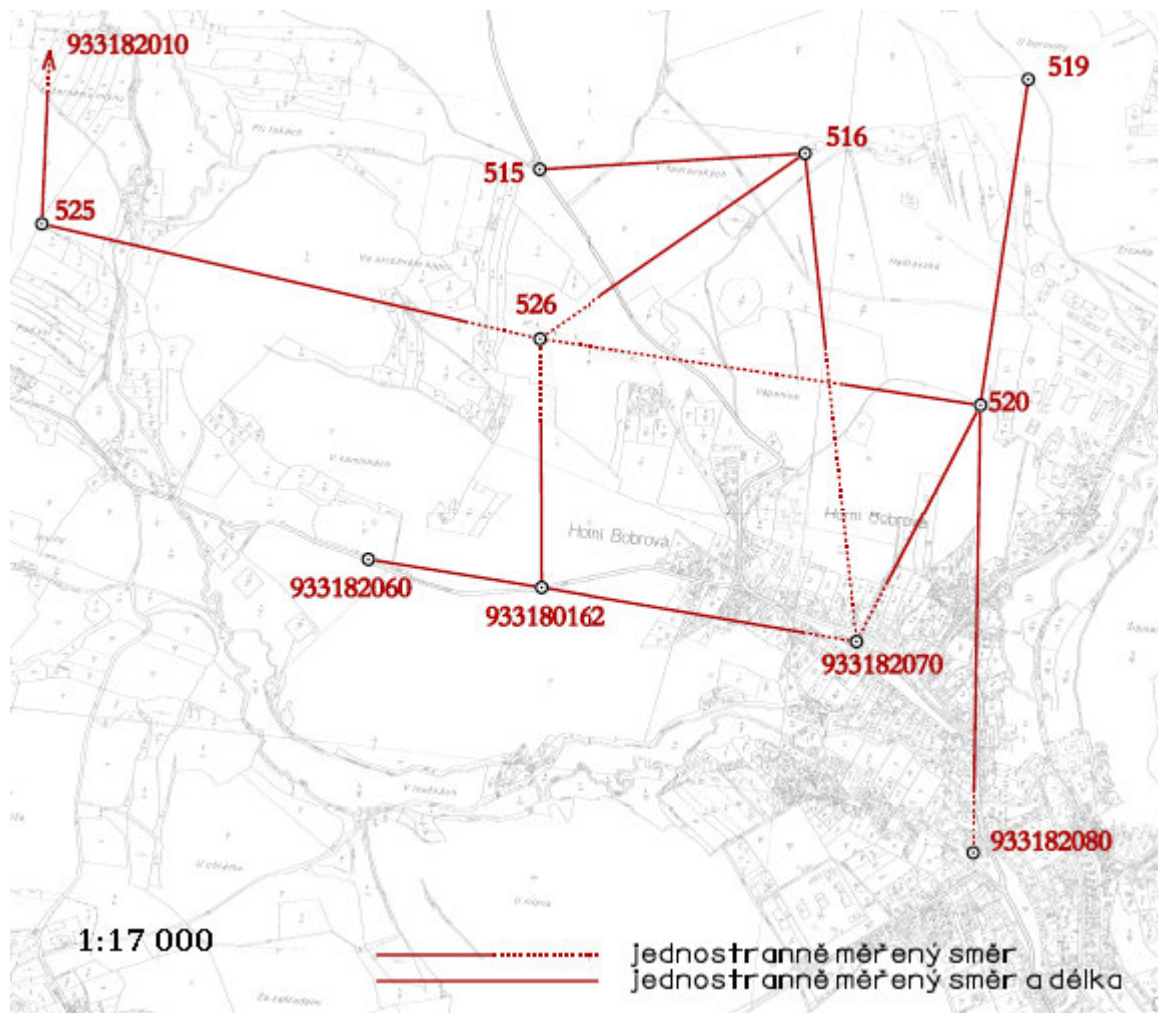
Příloha č. 6: Stanovisko k provedení ověřovacího měření pro kontrolu připojení do ETRS89 v případě využití permanentní stanice, která nepatří mezi stanice, jež jsou pro připojení do systému ETRS89 bez nutnosti provedení ověřovacích měření schváleny ČÚZK (elektronicky na CD)

Příloha č. 7: Ukázky měření na bodech a jejich stabilizace (v elektronické podobě na CD)

Příloha č. 8: Obsah dokumentace o zřízení bodu PPBP (struktura dat v elektronické podobě na CD)

11 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Přehled orientovaných směrů pro určení bodu PPBP č. 526



Příloha č. 3: Přehled rozložení bodů pro transformaci souřadnic z ETRS89 do S-JTSK.



- 518
⊕ určovaný bod PPBP
- 5,5 vzdálenost mezi sousedními identickými body (km)
- 933132210 identický bod pro transformaci

Příloha č. 4: Odchyly na identických bodech po Jungově dotransformaci

Číslo bodu	m (y)	m (x)	m (z)
000933180070	0,003	0,013	0,007
000933180240	0,022	-0,028	-0,001
000933130230	-0,017	-0,005	0,007
000933132210	0,008	0,020	-0,013

Příloha č. 5: Grafy znázorňující dosaženou přesnost bodů PPBP pomocí střední souřadnicové chyby

