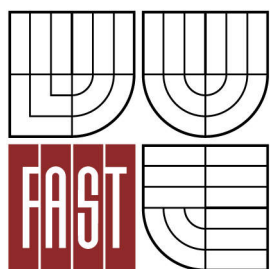




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV GEODÉZIE

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF GEODESY

TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI BODŮ PPBP URČENÝCH ANALYTICKOU AEROTRIANGULACÍ

ACCURACY TESTING OF MINOR HORIZONTAL GEODETIC CONTROL DETERMINED
BY ANALYTICAL AEROTRIANGULATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JOSEF KOMÁREK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RADIM KRATOCHVÍL, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Komárek Josef

Název Testování přesnosti bodů PPBP určených analytickou aerotriangulací

Vedoucí bakalářské práce Ing. Radim Kratochvíl, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2013

Datum odevzdání bakalářské práce 30. 5. 2014

V Brně dne 30. 11. 2013

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



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

Podklady a literatura

1. Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/2002 Sb.
2. Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatků č. 1, 2 a 3, Praha, ČUZK, 2013
3. Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb.
4. 984 128 MN-1/86 Metodický návod pro zřizování, určování a vyhledávání bodů podrobného polohového bodového pole, Geodézie n. p., Praha, 1985
5. 984 128 MN-2/86 Metodický návod pro určování bodů podrobného polohového bodového pole aerotriangulací, Geodézie n. p., Pardubice, 1986

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

1. Ve spolupráci s KÚ pro Jihočeský kraj, KP v Jindřichově Hradci zvolte vhodnou lokalitu pro testování fotogrammetricky určených bodů PPBP.
2. Zvolte vhodnou metodu pro testování přesnosti bodového pole.
3. Proveďte měřické práce.
4. Zpracujte výsledky měření a zhodnoťte přesnost původního a nového určení bodů PPBP.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Radim Kratochvíl, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Obsahem bakalářské práce je ověření kvality bodů podrobného polohového bodové pole, které bylo vybudováno v osmdesátých letech dvacátého století metodou analytické aerotriangulace v rámci tvorby základní mapy velkého měřítka (ZMVM).

Doposud byly tyto body evidovány ve třídě přesnosti 4. Bodové pole bylo přeměřeno metodou RTK. Byly vypočítány charakteristiky přesnosti pro posouzení, zda tyto body splňují požadavky 4., případně také 3. třídy přesnosti.

Výsledky byly po dohodě poskytnuty katastrálnímu pracovišti v Jindřichově Hradci pro další možné využití.

Klíčová slova

podrobné polohové bodové pole (PPBP), aerotriangulace, globální navigační satelitní systémy (GNSS), měření v reálném čase (RTK), Nová Včelnice, Jarošov nad Nežárkou

Abstract

The purpose of this bachelor's thesis is testing quality of minor horizontal geodetic control points in chosen area in South Bohemia. The control points have been established in the eighties of twentieth century during cadastral mapping (large scale base map).

Until now, those points were recorded in the 4th accuracy class. The geodetic control was remeasured with RTK technique, then deviations were calculated. These results were reviewed and evaluated whether the points match with the 4th accuracy class or even the 3rd accuracy class.

The results were submitted to the local cadastral office in Jindřichův Hradec.

Keywords

minor horizontal geodetic control, aerialtriangulation, global navigation satellite systems (GNSS), real time kinematic (RTK), Nová Včelnice, Jarošov nad Nežárkou

Bibliografická citace VŠKP

Josef Komárek *Testování přesnosti bodů PPBP určených analytickou aerotriangulací*. Brno, 2014. 50 s., 395 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Radim Kratochvíl, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 30. 5. 2014

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Radimu Kratochvílovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a ochotu v průběhu tvorby této práce a za jeho pomoc. Chtěl bych poděkovat také svým rodičům, že mi umožnili studovat a jejich podporu v průběhu studia. Rovněž bych chtěl poděkovat mému otci a Ing. Janu Hoškovi za zapůjčení potřebného vybavení, bez kterého bych nebyl schopen tuto práci vytvořit. Poděkování patří také pracovníkům katastrálního pracoviště v Jindřichově Hradci za poskytnutí technické dokumentace k bodovému poli v zájmových lokalitách.

V Brně dne 30. 5. 2014

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Radimu Kratochvílovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a ochotu v průběhu tvorby této práce a za jeho pomoc. Chtěl bych poděkovat také svým rodičům, že mi umožnili studovat a jejich podporu v průběhu studia. Rovněž bych chtěl poděkovat mému otci a Ing. Janu Hoškovi za zapůjčení potřebného vybavení, bez kterého bych nebyl schopen tuto práci vytvořit. Poděkování patří také pracovníkům katastrálního pracoviště v Jindřichově Hradci za poskytnutí technické dokumentace k bodovému poli v zájmových lokalitách.

V Brně dne 30. 5. 2014

OBSAH

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | ÚVOD | 10 |
| 2 | LOKALITA | 11 |
| 2.1 | Popis lokality | 11 |
| 2.2 | Historie lokality | 11 |
| 3 | BODOVÁ POLE | 13 |
| 3.1 | Dělení bodových polí..... | 13 |
| 3.2 | Podrobné polohové bodové pole | 14 |
| 3.2.1 | Technické požadavky na body PPBP..... | 14 |
| 4 | ANALYTICKÁ AEROTRIANGULACE | 16 |
| 4.1 | Použití GNSS v aerotriangulaci..... | 17 |
| 4.2 | Přesnost aerotriangulace | 17 |
| 4.3 | Parametry snímkování lokality Nová Včelnice | 18 |
| 4.4 | Parametry snímkování lokality Jarošov nad Nežárkou | 18 |
| 4.5 | Ukázky leteckých měřických snímků..... | 18 |
| 5 | TECHNOLOGIE GNSS | 21 |
| 5.1 | Struktura systému | 21 |
| 5.2 | Určení polohy přijímače | 22 |
| 5.3 | Metody určení polohy..... | 22 |
| 5.3.1 | RTK..... | 23 |
| 5.4 | Převod souřadnic do systému S-JTSK..... | 24 |
| 6 | MĚŘICKÉ PRÁCE | 27 |
| 6.1 | Přístrojové vybavení | 27 |
| 6.2 | Příprava a výběr bodů..... | 29 |
| 6.3 | Časový harmonogram měření..... | 29 |
| 6.4 | Vlastní měření..... | 31 |
| 6.4.1 | Shrnutí měřických prací | 35 |
| 6.5 | Zpracování naměřených hodnot | 35 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 7 | VYHODNOCENÍ..... | 36 |
| 7.1 | Měřické dvojice RTK | 36 |
| 7.2 | Vyhodnocení bodů podrobného polohového bodového pole | 38 |
| 7.2.1 | Posouzení vlivu vlícování AAT | 38 |
| 7.2.2 | Podrobné polohové bodové pole v lokalitě Nová Včelnice | 39 |
| 7.2.3 | Podrobné polohové bodové pole v lokalitě Jarošov n. Nežárkou..... | 41 |
| 8 | ZÁVĚR..... | 44 |
| 9 | SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ | 46 |
| 10 | SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK..... | 48 |
| 11 | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 49 |
| 12 | SEZNAM PŘÍLOH..... | 50 |

1 ÚVOD

Body podrobného polohového bodového pole jsou součástí geodetických základů. Tyto body doplňují základní polohové bodové pole, zhušťovací body a slouží jako geometrický základ podrobného měření.

V posledních deseti letech došlo k velkému rozšíření metody družicového měření. V současnosti by se mohlo zdát, že význam bodů PPBP klesá. Zde však můžeme narazit na rozpor v názorovém pojetí. Metody měření GNSS mají svá omezení a nelze je vždy spolehlivě použít. Pro běžné měření je vhodné kombinovat body pomocné měřické sítě určené GNSS a body PPBP například jako kontrolu nebo je lze využít pro měření nadbytečných veličin. Dalším faktorem je například lokální návaznost polohopisu katastrální mapy právě na dříve určené podrobné polohové bodové pole, které se může oproti absolutnímu určení polohy pomocí metody RTK lišit.

V druhé polovině osmdesátých let dvacátého století bylo fotogrammetrickou metodou, za účelem obnovy měřického a písemného operátu evidence nemovitostí, provedeno mapování pro tvorbu Základní mapy velkého měřítka (ZMVM 1 : 2000) v lokalitách Jarošov nad Nežárkou a Nová Včelnice. Součástí bylo i vybudování podrobného polohového bodového pole v daných oblastech. Tyto body jsou v současnosti evidovány ve 4. třídě přesnosti a jejich využití v praxi je proto problematické.

Cílem této práce je ověření jejich skutečné přesnosti, tedy původních souřadnic, které byly určeny metodou analytické aerotriangulace. Zároveň je možné porovnat kvalitu bodů mezi těmito dvěma sousedními lokalitami. Předmětem řešení také je, zda body mohou odpovídat současným kritériím přesnosti bodů PPBP.

Výsledky byly současně poskytnuty katastrálnímu pracovišti v Jindřichově Hradci pro další možné využití. Například by mohlo v budoucnosti u bodů, u kterých by bylo prokázáno, že odpovídají dnešním požadavkům přesnosti, dojít k přesunu z (bývalé) třídy přesnosti 4, aby tyto body mohly být využívány pro připojení do S-JTSK a podrobné měření.

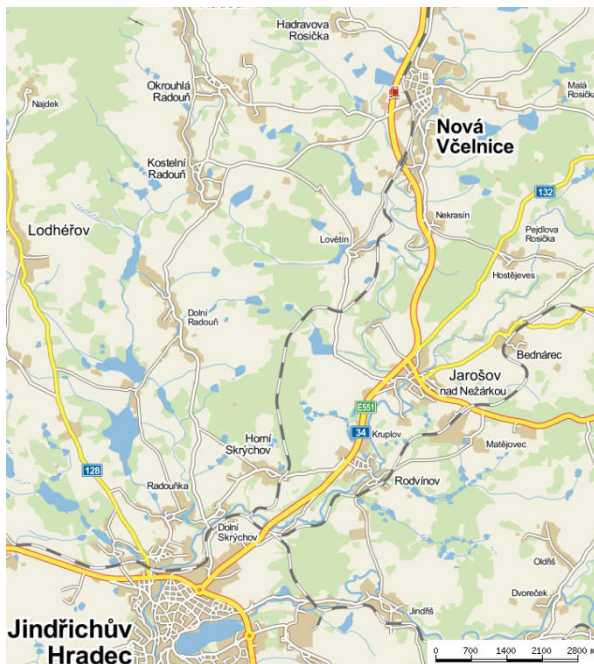
2 LOKALITA

2.1 Popis lokality

Zájmová lokalita se nachází v jižních Čechách, severovýchodně od Jindřichova Hradce. Hlavními centry daného území na jihozápadním okraji Českomoravské vrchoviny – Křemešnické vrchoviny je město Nová Včelnice a obec Jarošov nad Nežárkou.

Pro testování byly vybrány dvě oblasti, ve kterých proběhlo v minulosti velkoměřítkové mapování. Testovány byly body z katastrálních území *Horní Skřýchov*, *Jarošov nad Nežárkou*, *Jindřiš*, *Lovětín*, *Matějovec nad Nežárkou* a *Rodvínov* náležící do ZMVM Jarošov nad Nežárkou. Do ZMVM Nová Včelnice spadají tyto katastrální území: *Hadravova Rosička*, *Malá Rosička*, *Nekrasín*, *Nová Včelnice* a *Okrouhlá Radouň*. Do výběru byly zahrnuty i body, které byly vybudovány při tvorbě ZMVM, ležící v těsné blízkosti obvodových hranic, ale dnes jsou evidovány v sousedních katastrálních územích (*Horní Radouň*, *Kostelní Radouň*, *Pejdlova Rosička*).

Středem obou lokalit prochází evropská silnice II. třídy E551 vedoucí z Českých Budějovic k nájezdu na dálnici D1 u Humpolce.



Obr. 2.1 Lokalita [1]



Obr. 2.2 Vyznačení lokalit ZMVM [2]

2.2 Historie lokality

Město Nová Včelnice leží 12 km severovýchodně od Jindřichova Hradce na řece Kamenici. První informace o městě pochází z 13. – 14. století, kdy zde vznikla tvrz a vesnice Včelnice. Dnes zde žije přibližně 2300 obyvatel. Nachází se zde pamětihodnosti jako například kostel Nanebevzetí Panny Marie z 18. století nebo barokní zámek, který nechal vybudovat ve stejném století tehdejší kníže JUDr. Josef Hilgartner, rytíř

z Lilienbornu. [3] V současnosti však tento zámek není v dobrém stavu a již řadu let čeká na svou záchranu.

Město je známé také průmyslovou výrobou. Je zde textilní výroba, jejíž počátky sahají do 18. století.

Na soutoku řeky Kamenice a Žirovnice leží obec Jarošov nad Nežárkou. Soutokem vzniká řeka Nežárka. U obce se nachází několik chráněných přírodních památek. V roce 1974 byla vyhlášena přírodní památka Lipina, kde se nachází původní lipová doubrava. Mimo lipových a dubových dřevin jsou zde k nalezení jinde v okolí zřídka rozšířené druhy rostlin. V přírodních památkách Rybníky u Lovětína a Luží u Lovětína jsou chráněny mokřadní biotopy a na ně vázané rostliny. [4]

Na západním okraji testované lokality (ZMVM Nová Včelnice) u obce Okrouhlá Radouň v minulosti probíhala hlubinná těžba uranové rudy. Na ploše 1,4 km² dobývacího prostoru bylo vytěženo celkem 1 339,5 tun uranu. Na konci dvacátého století byl důl uzavřen, podzemí zatopeno a povrch zrekultivován. V současnosti probíhá dlouhodobý monitoring čistoty důlní vody. [5]

Místní zajímavostí je úzkorozchodná trať vedoucí z Jindřichova Hradce do Obrataně. Tato trať podobně jako silnice protíná lokalitu po celé její délce. Provoz na této trati byl zahájen již počátkem 20. století. Mimo tuto trať je provozováno také spojení Jindřichův Hradec – Nová Bystřice. Svoji stopu také u jindřichohradeckých úzkokolejek zanechal český génius a vynálezce Jára Cimrman, jenž jako černý pasažér, který byl z vlaku vykázán, má v daném místě (později zde vznikla zastávka Kaproun) svůj odlietek po dopadu.



Obr. 2.3 Bod PPBP stabilizován v kilometrovníku na zastávce Lovětín

3 BODOVÁ POLE

Soubory trvale stabilizovaných bodů, které jsou označeny číslem (názvem) tvoří bodová pole. U bodů bodových polí lze v případě potřeby zřídit „Chráněné území geodetického bodu“ či případně ochranné zařízení (skruže, tyče, výstražné tabulky). Bodová pole se dělí na polohová, výšková a tíhová bodová pole. Bod jednoho bodového pole může být současně bodem jiného bodového pole. [6]

3.1 Dělení bodových polí [6]

1) Polohové bodové pole

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

Správu základního polohového bodového pole provádí Zeměměřický úřad. Katastrální úřady vykonávají správu zhušťovacích bodů a podrobného polohového bodového pole.

2) Výškové bodové pole

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

3) Tíhové bodové pole

- a) základní tíhové bodové pole
 - aa) absolutní tíhové body
 - ab) body České gravimetrické sítě nultého a I. II. Řádu
 - ac) body hlavní gravimetrické základny
- b) podrobné tíhové bodové pole
 - ba) body gravimetrického mapování
 - bb) body účelových sítí

3.2 Podrobné polohové bodové pole

Body podrobného polohového bodového pole doplňují body zhušťovací a body základního polohového bodového pole na potřebnou hustotu pro podrobné mapování. Z hlediska charakteristik přesnosti na ně nejsou kladeny takové nároky. Bod PPBP proto může zřídit kdokoli ze zeměměřické veřejnosti, kdo je držitelem příslušného úředního oprávnění a vyhotoví potřebnou dokumentaci a výsledky ověří. Podrobné polohové bodové pole se buduje především při obnově katastrálního operátu.

3.2.1 Technické požadavky na body PPBP

Technické požadavky na body podrobného polohového pole stanovuje příloha 12 vyhlášky 26/2007 Sb. Charakteristikou přesnosti bodů PPBP je střední souřadnicová chyba $m_{x,y}$ vypočtená dle vztahu (3.1):

$$m_{x,y} = \sqrt{\frac{m_x^2 + m_y^2}{2}}, \quad (3.1)$$

kde m_x je střední chyba určení souřadnice ve směru osy x a m_y je střední chyba určení souřadnice v ose y . Podrobné polohové bodové pole je charakterizováno přesností 0,06 m, která se vztahuje k nejbližším bodům základního polohového bodového pole a zhušťovacím bodům. Mezní souřadnicová chyba $u_{x,y}$ se pak stanoví jako dvojnásobek základní střední chyby. [7]

Úplné číslo trvale stabilizovaného bodu se skládá z 12 číslic, kde první tři jsou pořadovým číslem katastrálního území, čtvrtá číslice je nulová, nebo může znamenat příslušnost bodu do katastrálního území sousedního okresu (v tom případě 1–8). Číslice na pátém až osmém místě jsou nulové. Na posledních čtyřech místech se nachází vlastní číslo bodu v rozmezí 0501–3999. Úplné číslo dočasně stabilizovaného bodu se oproti výše popsanému liší pouze vlastním číslem bodu, které se volí od čísla 4001 včetně. Číslo zrušených bodů se již nesmí použít. [7]

Body se zřizují pokud možno na objektech trvalého rázu (např. rohy budov, stávající stabilizace bodů výškových nebo tíhových bodových polí). Pokud takové objekty nejsou vhodné, je možné body stabilizovat [7]:

- a) vysekáním křížku na opracovanou plochu skály,
- b) hřbovými značkami zabetonovanými do skály, kovovými konzolami, čepovými značkami apod., pevně osazenými na budovách,
- c) zelenými trubkami nebo čepy v betonových blocích o velikosti alespoň 200 mm x 200 mm x 700 mm,
- d) železnými trubkami o průměru min. 30 mm a tloušťce stěny nejméně 3 mm, o délce min. 600 mm nebo 500 mm pokud je noha opatřena závitěm proti vytažení a pevně připojenou hlavou z plastu velikosti nejméně 120 mm x 120 mm x 120 mm,
- e) kovovými značkami o průměru min. 8 mm s plochou hlavou (min 25 mm) zatlučenými do zpevněného povrchu (délka nejméně 100 mm) nebo zapuštěnými do pevných konstrukcí (40 mm s hmoždinkou). Takto stabilizovaný bod se zpravidla zřizuje spolu s dalším bodem na blízkém objektu (roh zdi).

Při volbě polohy bodu je důležitým faktorem jednoduchost způsobu stabilizace a volba polohy tak, aby bod byl co nejméně ohrožen. Počet bodů je redukován činností člověka. Obnova a revize podrobného polohového bodového pole se provádí při obnově katastrálního operátu. Poškození a změny lze hlásit na základě oznámení závad a změn na bodech. Aktuální využitelnost je možno ověřit na internetových stránkách Zeměměřického úřadu (Databáze bodových polí).



Obr. 3.1 Stabilizace železnou nohou a hlavou z plastu



Obr. 3.2 Stabilizace vysekáním křížku

Ověření přesnosti dosavadního bodu podrobného polohového pole se provádí na základě nezávislého kontrolního určení souřadnic. Skutečná souřadnicová chyba nesmí překročit hodnotu mezní souřadnicové chyby $u_{x,y}$. Při ověřování homogenity souboru obsahujícího více než 20 bodů PPBP se základním polohovým bodovým polem nebo se zhušťovacími body musí být současně 40 % výběrových středních souřadnicových chyb menších, než je hodnota základní střední souřadnicové chyby $m_{x,y}$. [7]

4 ANALYTICKÁ AEROTRIANGULACE

Letecká fotogrammetrie je metoda vhodná a účelná pro středně až velko-měřítkové mapování rozsáhlých území. Mezi hlavní přednosti patří bezkontaktní, rychlé měření a následné zpracování v laboratorních (kancelářských) prostorech, na které nemá vliv počasí. V osmdesátých letech minulého století při obnově měřického operátu evidence nemovitostí – tvorbě základní mapy velkého měřítka (ZMVM), se hojně, ve vhodných lokalitách, využívala právě metoda leteckého snímkování. Pro výpočet souřadnic v objektovém systému (S-JTSK) se používala právě metoda analytické aerotriangulace (AAT).

Aerotriangulace řeší vztahy mezi fotogrammetrickými souřadnicemi v obrazovém prostoru a geodetickými souřadnicemi v objektovém systému. Fotogrammetrické souřadnice jsou snímkové nebo modelové. Cílem je určení vnějších prvků orientace snímků nebo prvků absolutní orientace modelů a souřadnic určovaných bodů v objektovém systému.

Vztah mezi modelovými souřadnicemi (x_m, y_m, z_m) a objektovými (X, Y, Z) popisuje rovnice prostorové podobnostní transformace (4.1). [8]

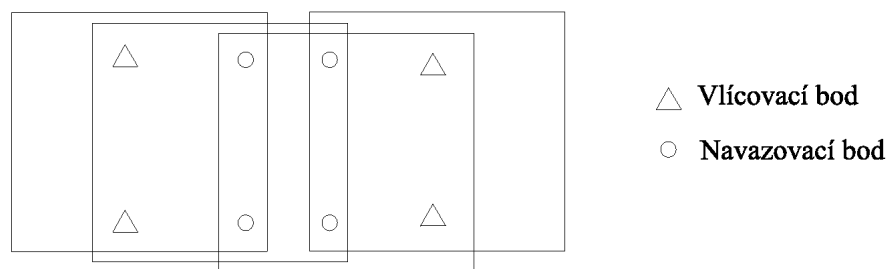
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \\ Z_P \end{bmatrix} + mR \begin{bmatrix} x_m \\ y_m \\ z_m \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

X_P, Y_P, Z_P ... objektové souřadnice počátku modelového systému

m ... měřítkové číslo modelového systému

R ... matice rotace modelového systému do objektového systému, složena ze tří rotací Ω, Φ, K

Pro absolutní orientaci je tedy potřeba určit celkem 7 prvků ($X_P, Y_P, Z_P, \Omega, \Phi, K, m$). Aby bylo možné model řešit, potřebujeme tudíž nejméně sedm rovnic pro výpočet neznámých prvků. Úplný vlíčovací bod (známe X, Y, Z) poskytne tři rovnice. Neúplný vlíčovací bod poskytne dvě (známe X, Y) nebo jednu rovnici (Z). Z toho vyplývá, že potřebujeme nejméně dva úplné body a jeden výškový nebo dva rovinné a tři výškové vlíčovací body (nesmí však ani v jednom případě ležet na přímce). Pro vzájemnou orientaci dvou snímků (modelu) je potřeba znát celkem 12 prvků vnější orientace. Sedm prvků získáme absolutní orientací, zbývajících pět prvků určí relativní orientace. Pokud se alespoň v pěti vhodně rozmístěných bodech protnou odpovídající si (homologické) paprsky, můžeme model považovat za ustanovený. Pokud je tohoto docíleno, protnou se i ostatní paprsky a je určena vzájemná orientace paprskových trsů bez ohledu na objektový souřadnicový systém. Relativní orientace tudíž nevyžaduje žádné vlíčovací body. Relativní orientace je tedy založena na podmínce komplanarity, kdy odpovídající si paprsky ve stereodvojici leží spolu s fotogrammetrickou základnou v jedné rovině. Díky navazovacím bodům, které jsou v trojnásobném překrytu lze překlenout větší území, na kterém se nenachází vlíčovací body. [8]



Obr. 4.1 Princip aerotriangulace [8]

V minulosti, kdy se využívaly pro řešení analogové přístroje nebo později komparátory a méně výkonné počítače bylo používáno řešení založené na modelech. Modely mohly být částečně závislé (následující model přebíral od předcházejícího např. měřítko) nebo nezávislé. Dnes, kdy je dostupná výkonná výpočetní technika se využívá řešení na základě vyrovnání bloku svazků. Neuplatňují se zde vlivy zbytkových systematických chyb na rozdíl od modelového řešení. Tento systém je také vhodnější pro přidávání dalších měření do vyrovnání a přidavných parametrů. [8]

4.1 Použití GNSS v aerotriangulaci

Nástup technologie globálních navigačních systémů (GNSS) přinesl mnohá zvýhodnění i do letecké fotogrammetrie. Metody GNSS se využívají například pro navigaci letu a řízení snímkování, určování polohy projekčních center nebo pro určení souřadnic vlčovacích bodů. Poloha je určena kinematickou metodou. Přijímače zaznamenávají polohu v řádu jednotek až desítek Hz, proto se výsledná poloha projekčního centra lineárně interpoluje mezi dvěma polohami. Dále je nutné znát excentricitu antény a projekčního centra ve snímkovém souřadnicovém systému. Údaje měřené pomocí GNSS přijímače a IMU vstupují do výpočtu jako nadbytečná měření. Integrace IMU a družicového měření snižuje nároky na počet a rozmístění vlčovacích bodů. Zároveň se oba systémy vhodně doplňují, kdy krátkodobá stabilita IMU vyhlazuje šum měření GNSS a právě dlouhodobá stabilita družicového měření odstraňuje vliv systematických chyb IMU závislých na čase. Díky spojení GNSS a IMU lze také snadněji automatizovaně vyhledat navazovací body. [8]

4.2 Přesnost aerotriangulace

Přesnost aerotriangulace závisí na měřítku, přesnosti měření snímkových souřadnic, počtu navazovacích bodů, použitím matematického modelu, geometrii modelu, počtu, poloze a přesnosti vlčovacích bodů.

Měřítka snímku, které je dáno konstantou kamery a výškou letu nad terénem je jedním z hlavních faktorů výsledné přesnosti. Větší měřítko znamená větší přesnost.

Přesnost měření snímkových souřadnic se u analytických přístrojů pohybuje mezi dvěma až čtyřmi mikrometry. Díky subpixelové korelaci lze podobných hodnot dosáhnout i při digitálním zpracování.

Pro matematický model je vhodné užít takové vyrovnání, které umožňuje identifikaci a eliminaci systematických chyb a které poskytne charakteristiky přesnosti pro analýzu výsledků. Eliminovat zbytkové systematické chyby lze přidáním dalších parametrů do matematického modelu a tím také zvýšit přesnost.

Vlícovací body mají největší vliv na absolutní orientaci modelu do předmětového prostoru. Rozložení vlícovacích bodů zaleží na tvaru a geometrii bloku. Je vhodné, aby každý třetí snímek v řadě obsahoval po obvodu vlícovací bod. Rovinné vlícovací body uvnitř bloku výsledek nezlepší, jsou však vhodné pro kontrolu. [8] U analytické aerotriangulace bylo doporučeno, aby rozmístění bodů splňovalo požadavek výsledné hustoty 0,4 bodu na jednu snímkovou dvojici pro polohové vlícovací body a 0,8 pro výškové body. [9]

4.3 Parametry snímkování lokality Nová Včelnice

Měřický nálet proběhl 5. 4. 1985. Snímkování proběhlo leteckou kamerou MRB-15 na formát snímku 23 cm x 23 cm, $f = 151,97$ mm. Území o rozloze 40,6 km² bylo snímkováno v měřítku 1 : 6800 s podélným překrytem 60 % a příčným překrytem 30 % v 6 řadách. Snímkové souřadnice byly měřeny na stereokomparátoru Stereometer. Výpočet byl proveden ve Výpočetním středisku GKP na počítači EC 1045 programem AAT GSSS (programový systém geodetických služeb socialistických států). Do výpočtu vstoupilo 32 vlícovacích bodů a 308 navazovacích bodů, zpracováno bylo 62 modelů. Dosažená přesnost byla charakterizována střední kvadratickou chybou $m_{x,y} = 0,10$ m, $m_z = 0,13$ m a absolutní střední kvadratickou chybou $m_{x,y} = 0,12$ m, $m_z = 0,08$ m. Fotogrammetrické vyhodnocení polohopisu probíhalo od ledna do dubna 1986. [10]

4.4 Parametry snímkování lokality Jarošov nad Nežárkou

Dne 31. 8. 1988 bylo provedeno snímkování lokality Jarošov n. Nežárkou o rozloze 65 km² leteckou kamerou MRB-15 (velikost filmu 23 cm x 23 cm) s konstantou 151,97 mm v měřítku 1 : 6910 celkem v 11 řadách ve směru západ-východ. Snímkováno bylo s 60% podélným a 30% příčným překrytem. Registrace snímkových souřadnic byla provedena na stereokomparátoru Stereometer. Výpočet byl proveden programem AAT GSSS na počítači EC 1045 ve výpočetním středisku GKP Praha. Zpracováno bylo 90 modelů. Celkem bylo použito 53 úplných vlícovacích bodů a jeden výškový a 423 navazovacích bodů. Přesnost výpočtu byla charakterizována střední kvadratickou chybou: $m_{x,y} = 0,06$ m, $m_z = 0,10$ m a absolutní střední kvadratickou chybou $m_{x,y} = 0,06$ m, $m_z = 0,07$ m. Vyhodnocení polohopisu bylo provedeno na přístroji Stereometrograf na podzim a v zimě roku 1989. [11]

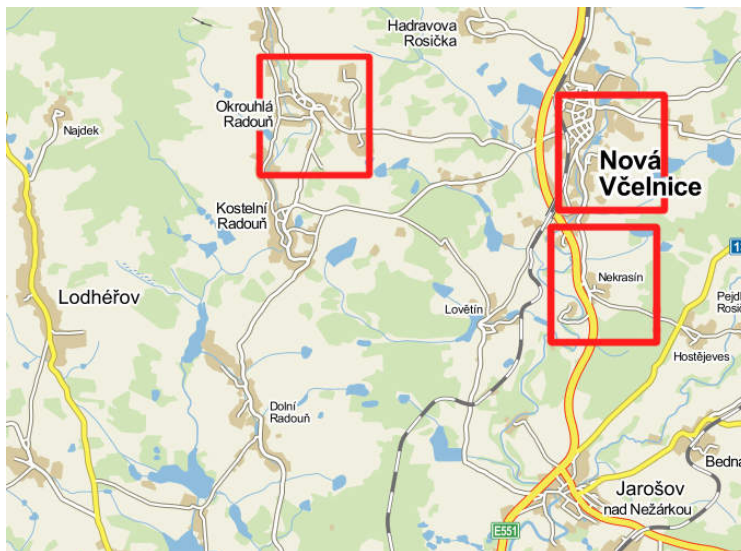
4.5 Ukázky leteckých měřických snímků

Z Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu generála Josefa Churavého v Dobrušce byly získány odvozené letecké měřické snímky z lokality Nová Včelnice, ve které proběhla tvorba ZMVM analytickou aerotriangulací. Výběr snímků

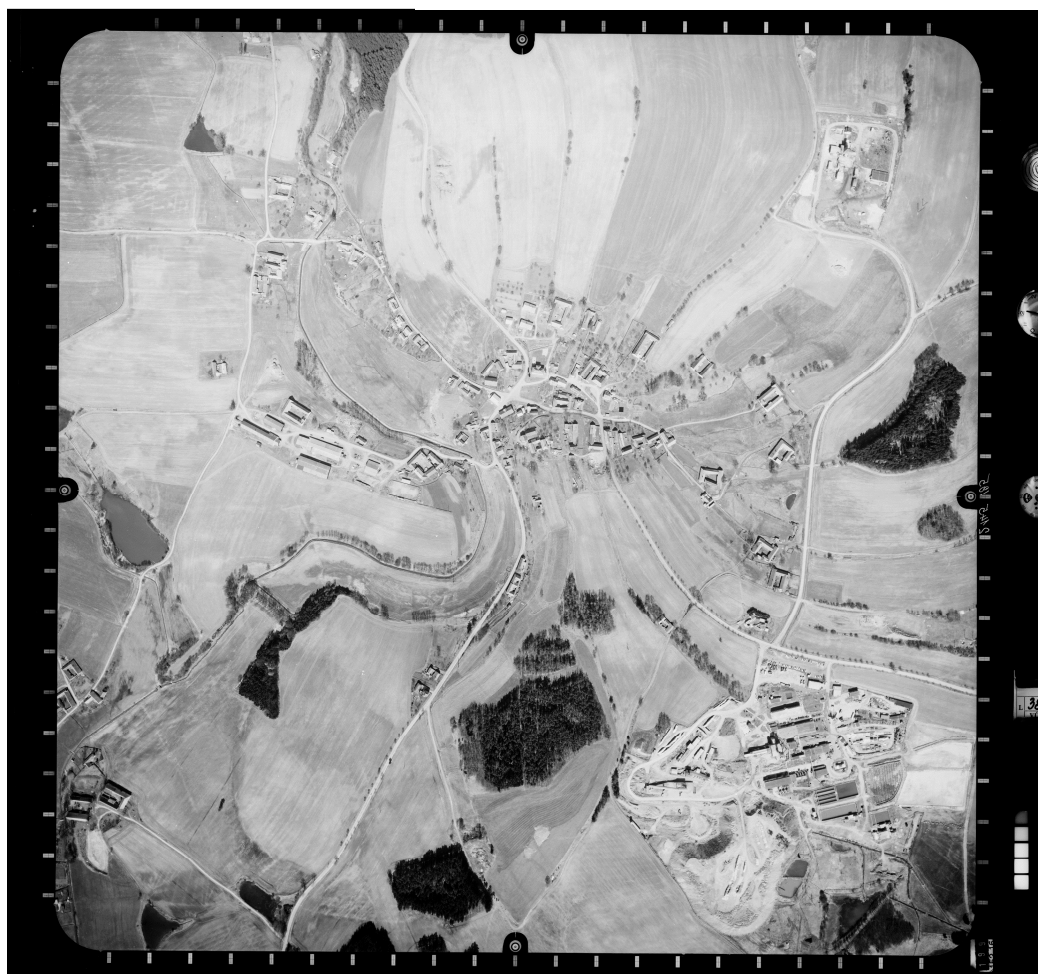
proběhl ve webové aplikaci „IZGARD LMS – středy snímků“. Bohužel v této databázi nebyly k dispozici snímky z roku 1988 v lokalitě Jarošov.

Na prvním snímku se nachází obec Okrouhlá Radouň, v jejímž katastrálním území se nacházel druhý největší počet bodů PPBP. V severovýchodním a jihovýchodním rohu snímku se nachází areál důlní těžby uranové rudy. Druhý snímek pořízený nad jižní částí města Nová Včelnice zobrazuje zástavbu a průmyslový areál podél řeky Kamenice. Přibližně ve středu třetího snímku leží obec Nekrasín, vedle které je možno vidět probíhající výstavbu silnice E551.

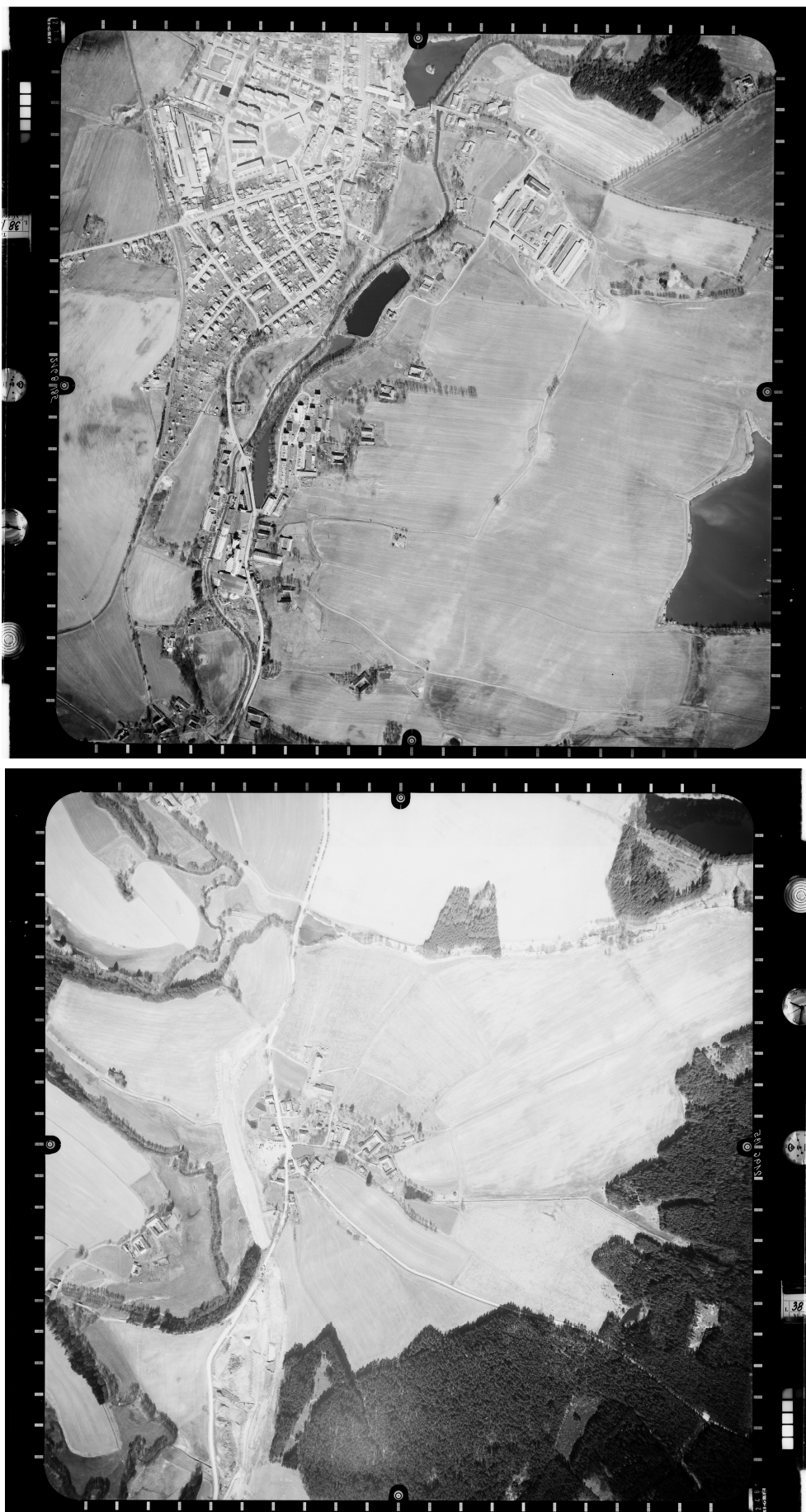
Na všech snímkách lze při dostatečném zvětšení identifikovat signalizaci vlíčovacích bodů i určovaných bodů PPBP.



Obr. 4.2 Přibližná poloha snímků [21]



Obr. 4.3 Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2014



Obr. 4.4 Letecké snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2014

5 TECHNOLOGIE GNSS

Nástup globálních navigačních satelitních systémů, jako technologie určování polohy, přinesl ve dvou minulých desetiletích do mnoha odvětví lidské činnosti množství inovativních řešení a výhod, přestože oba, v současné době funkční systémy, jsou primárně vojenské.

Vývojové práce na nejdéle fungujícím systému NAVSTAR GPS Ministerstva obrany Spojených států amerických započaly již v sedmdesátých letech minulého století. V roce 2000 bylo zrušeno záměrné znepřesňování údajů o čase a poloze družice tzv. selektivní dostupnost (SA), které znemožňovalo neautorizovaným uživatelům přesné určení polohy. Postupem času se začaly navigační systémy přibližovat i běžným uživatelům.

Druhým v současnosti plně funkčním systémem je ruský GLONASS. Jeho vývoj byl schválen již v roce 1976. Částečná operační schopnost byla vyhlášena již v polovině devadesátých let. Plná operační schopnost však byla dosažena až na přelomu prvního a druhého desetiletí 21. století.

Další systémy jsou ve více či méně pokročilé fázi příprav a vývoje. Je to například projekt Evropské unie a soukromých investorů Galileo, který by měl být provozuschopný v nejbližších letech nebo čínský program Compass (Beidou-2), jenž by měl pracovat jako globální navigační systém do roku 2020. [20]

5.1 Struktura systému

Struktura i funkce jednotlivých segmentů jsou u všech současných i budoucích systémů obdobné. Systém lze rozdělit do tří složek: řídicí, kosmický a uživatelský.

Řídicí (kontrolní) segment má na starost správnou funkci družicového systému. Tvoří jej stanice rozmístěné po celé Zemi, které monitorují činnost družic, jejich stav a udržují správný systémový čas. Zároveň jsou schopny pomocí speciálních vysílačů zajistit přenos dat z hlavního řídicího střediska k satelitům.

Kosmický segment se skládá ze satelitů na oběžné dráze. Každá družice obsahuje několik atomových hodin pro stabilní určení času, antén pro příjem a vysílání signálů. Energie pro funkčnost systému, která se získává pomocí solárních panelů, je uložena v bateriích. V současné době ve výšce kolem 20 000 km (orbitální výška se pro každý jednotlivý systém liší v řádu jednoho až dvou tis. km) obíhá několik desítek družic. Systém GPS má v současnosti aktivních 32 družic, z čehož určitý počet tvoří zálohu nebo čeká na zařazení do provozu. Poslední start proběhl na konci února roku 2014, kdy byl systém doplněn o pátou družici bloku IIF. Do konce roku 2014 je naplánováno doplnění ještě dvou družic. Glonass má na orbitě 28 satelitů, z toho 24 aktivních (tři tvoří aktivní rezervu a jeden se nachází v testovací fázi). Evropský systém Galileo vypustil v letech 2011–2012 4 satelity pro ověřovací fázi. Celkový počet satelitů po dokončení by měl být 30.

Uživatelský segment zahrnuje všechny přijímače, které jsou schopny zachytit a zpracovat signály vyslané družicemi. Přijímače se liší v zásadě přesností, se kterou určují polohu. Od toho se odvíjí způsob konstrukce, zpracování dat a také cena. Jednotka

se skládá z antény, která přijímá signál a předává ho přijímači ke zpracování. Komplet doplňuje kontrolér sloužící k zobrazení průběhu měření a obsluze. Počet uživatelů je neomezený. Přijímače používané v geodézii můžeme rozdělit na jednofrekvenční, kdy se využívá frekvence L1 a dvoufrekvenční, která zpracovávají kombinaci frekvencí L1 a L2, díky které se částečně eliminuje vliv ionosféry a troposféry. [12], [13], [14]

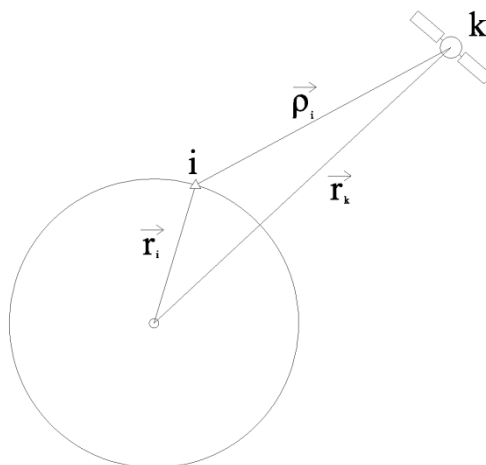
5.2 Určení polohy přijímače

Základní úloha je znázorněna na obrázku 5.1 a je definována rovnicí (5.1)

$$\vec{r}_k = \vec{r}_i + \vec{\rho}_i, \quad (5.1)$$

kde ρ_i je měřená pseudovzdálenost stanice družice, \vec{r}_i , \vec{r}_k jsou geocentrické vektory družice k a topocentra i . Neznámé parametry vektoru stanice jsou její geocentrické souřadnice. [15] Vzdálenost ρ_i je dána rovnicí (5.2) [12]

$$\rho_i^2 = (x_k - x_i)^2 + (y_k - y_i)^2 + (z_k - z_i)^2. \quad (5.2)$$



Obr. 5.1 Základní úloha družicové geodézie [15]

Z rozdílu času vyslání a přijetí signálu lze určit vzdálenost přijímače a družice. Při znalosti polohy satelitu jsme schopni vytvořit kulovou plochu s poloměrem vzdálenosti vysílač–družice. Poloha přijímače je pak dána průsečíkem kulových ploch. Pro určení prostorové polohy je potřeba signálů z alespoň čtyř družic (signál ze čtvrté družice slouží pro opravu hodin přijímače).

5.3 Metody určení polohy

Metody určení polohy bodu můžeme rozdělit na:

- Absolutní (autonomní) určení polohy, kdy se určí poloha jednotlivého přijímače měřením pseudovzdáleností na alespoň 4 družice. Pro dosažení vyšší přesnosti je potřebná dlouhá doba observace.

- Relativní (diferenciální) určení polohy, kdy se určuje prostorový vektor mezi dvěma body, které tvoří základnu. Na obou bodech probíhá simultánní fázové měření.

Absolutní i relativní metodu lze využít jak pro statické měření, kdy se poloha přijímače vůči Zemi při měření nemění, tak pro kinematické určení polohy, při kterém je v pohybu. Metody lze také rozdělit podle způsobu zpracování výsledků na metody s následným zpracováním (postprocessing), kdy se získaná data zpracovávají po měření výpočtem na počítači nebo na metody v reálném čase, které umožňují i vytyčování, tzn. výsledek známe okamžitě při měření. [12], [15]

Metody měření v geodézii:

- a) Statická metoda – používaná pro nejpřesnější práce. Využívá se například pro tvorbu bodových polí, měření posunů nebo pohybu litosférických desek. Vyžaduje dlouhou observaci.
- b) Rychlá statická metoda – doba statické metody. Díky technologii rychlého určení ambiguit je zkrácena doba observace. Maximální délka vektoru od referenční stanice může být 15 km.
- c) Stop and Go metoda – Přijímač je možné po inicializaci (vyřešení ambiguit) na bodě přemísťovat a určovat další body s kratší observací (v řádu sekund až minut). Při měření nesmí dojít k přerušení příjmu signálu báze ani roveru, jinak musí proběhnout znovu inicializace, proto je metoda vhodná v otevřeném prostředí, ve kterém nedochází k zastínění signálu.
- d) Kinematická metoda – rozděluje se na kinematickou metodu s inicializací, kdy obdobně jako při Stop and Go metodě musí na začátku proběhnout krátké statické měření a kinematickou metodu bez inicializace (s inicializací za pohybu). V druhém případě se využívá kombinace fázového a kódového měření. Ambiguity se určují za pohybu na základě přesných kódových měření (on-the-fly). Metoda je vhodná pro určování trajektorií objektů, používá se například v letecké fotogrammetrii.
- e) DGPS (diferenční GPS) – metoda založená na předpokladu, že systematické chyby pro bázi i rover jsou stejné. Přijímač na referenčním bodě určuje korekce a předává je dál vysílači. Metoda slouží pro kódové přijímače, kdy lze dosáhnout až decimetrové přesnosti, což postačuje například pro navigaci nebo GIS.
- f) RTK (kinematická metoda v reálném čase) – v současnosti nejrozšířenější metoda pro podrobný sběr bodů. Tato metoda byla použita při měřické fázi této práce, proto ji bude věnována následující podkapitola. [12], [15]

5.3.1 RTK

Metoda RTK pracuje na obdobném principu jako DGPS. Místo kódových měření však využívá fázové měření a většinou dvoufrekvenční přijímače. Referenční stanice určuje a předává korekce pro opravu chyb atmosféry a hodin. Korekce mohou být

přenášeny například pomocí rádia nebo mobilního internetového připojení (GPRS). Pro přenos korekcí prostřednictvím internetu je využíván komunikační protokol NTRIP. [16]

Druhou stanicí lze nahradit sítí referenčních stanic. V České republice jsou provozovány celkem tři sítě permanentních stanic, které poskytují korekce [16]:

- a) CZEPOS – síť permanentních stanic provozovaná a spravovaná Zeměměřickým úřadem
- b) VRS NOW – provozovatelem je firma Trimble
- c) TopNET – síť stanic provozována společností Geodis Brno

Při měření pro účely této práce byla využívána síť permanentních stanic CZEPOS, konkrétně služba VRS3 – *iMAX - GG*.

Jedná se o službu, která k výpočtu korekcí využívá data z více stanic. Při tomto tzv. síťovém řešení je do lokality, ve které probíhá měření umístěna virtuální stanice, pro niž jsou korekce generovány. Jedna z okolních stanic je vybrána jako hlavní a ostatní jako vedlejší. Uživatel přijímá korekce z hlavní stanice, které jsou už opraveny o vliv korekcí z ostatních stanic. Tato služba poskytuje korekce pro systém GPS i GLONASS. Korekce jsou posílány s využitím mobilního internetového připojení ve formátu RTCM 3.1. [17]

5.4 Převod souřadnic do systému S-JTSK

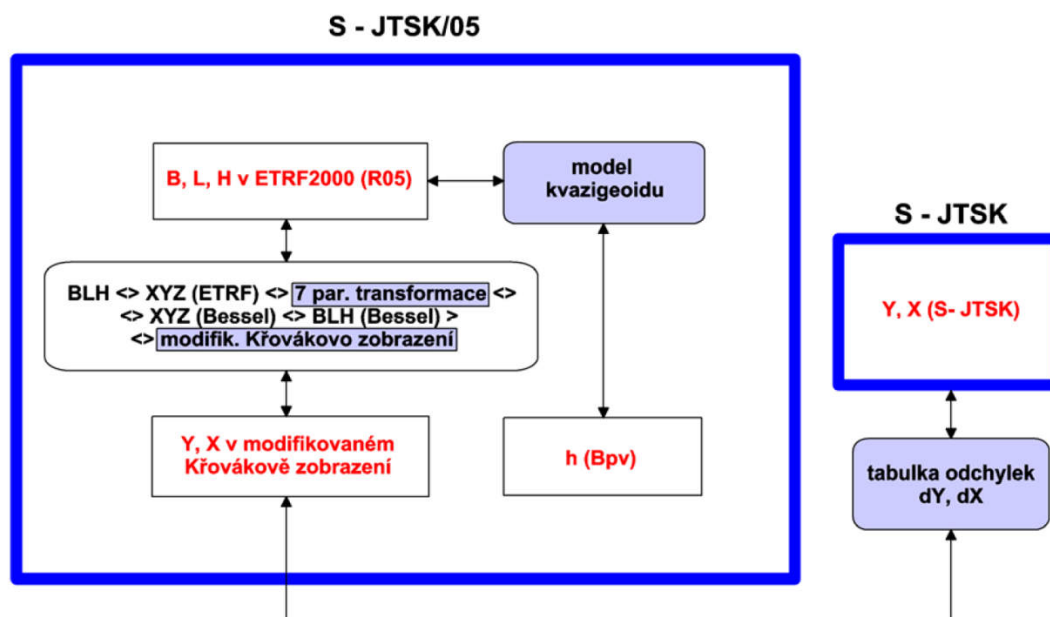
Pro využití výsledků měření GNSS v civilní sféře a zejména pro práci v katastru nemovitostí je potřeba souřadnice v referenčním systému, ve kterém pracují GNSS přijímače převést do národního systému JTSK.

Transformace souřadnic (B, L, H_{el}) v systému ETRF2000 na (Y, X, H_{Bpv}) v S-JTSK probíhá v následujících krocích. [18]

$$(B, L, H_{el})_{ETRF2000} \Rightarrow (1) \Rightarrow (X, Y, Z)_{ETRF2000} \Rightarrow (2) \Rightarrow (X, Y, Z)_{S-JTSK/05} \Rightarrow (3) \Rightarrow (B, L, H_{el})_{S-JTSK/05} \Rightarrow (4) \Rightarrow (Y, X)_{S-JTSK/05} \Rightarrow (5) \Rightarrow (Y, X)_{S-JTSK}$$

$$(H_{el}) \Rightarrow (6) \Rightarrow (H_{Bpv})$$

Kde (1) značí převod elipsoidických souřadnic na prostorové pravoúhlé souřadnice, (2) znázorňuje sedmiprvkovou Helmertovu (podobnostní) transformaci do systému S-JTSK/05, (3) je inverzní k (1), (4) značí zobrazovací rovnice modifikovaného Křovákova zobrazení, (5) zpřesňuje výsledek přidáním korekcí dY , dX , které jsou tabelovány v pravidelné síti s velikostí oka 2×2 km. (6) značí převod elipsoidické výšky na nadmořskou přičtením výšky kvazigeoidu. [18]



Obr. 5.2 Schéma transformace [18]

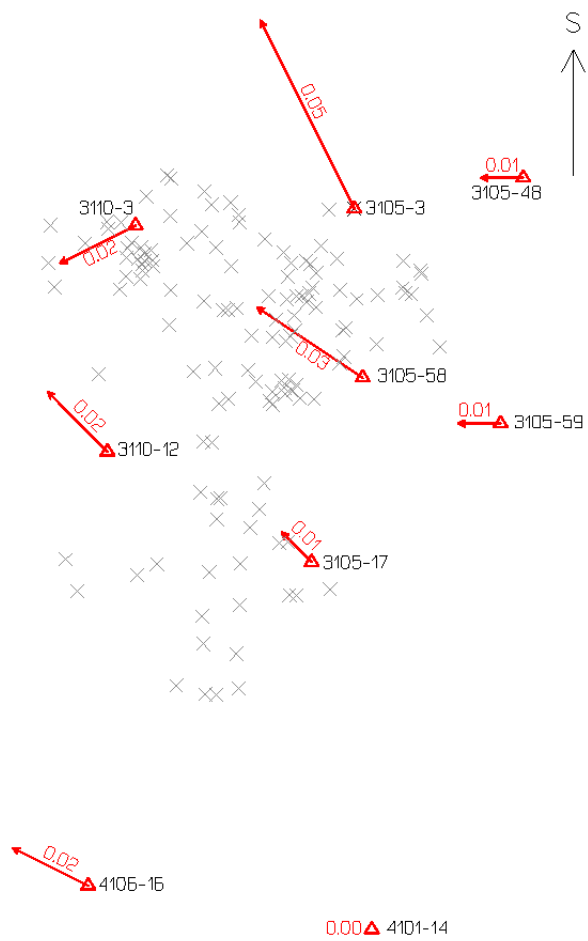
Transformace souřadnic do systému JTSK byla v této práci provedena programem Transform 2014, vytvořeným firmou Geoobchod, s. r. o. Tento software umožňuje převod pomocí zpřesněné globální transformace a patří mezi programy schválené ČÚZK s ohledem na práce vyžadující přesnost PPBP. [19]

Pro ověření přesnosti globálního transformačního klíče v dané lokalitě, přesněji korekcí dY , dX , které jsou určeny interpolací, bylo na celém území, ve kterém probíhalo měření vybráno devět trigonometrických bodů, jejichž poloha byla v minulosti při údržbě polohového bodového pole určena také statickou metodou. Geodetické souřadnice těchto bodů v systému ETRS byly přetransformovány globálním klíčem v programu Transform do souřadnicového systému JTSK a porovnány se souřadnicemi evidovanými v databázi bodových polí.

Rozdíly v souřadnicových osách y a x mezi souřadnicemi přetransformovanými a původními souřadnicemi v S-JTSK na většině z trigonometrických bodů oscilují mezi hodnotami $-0,01$ m a $0,01$ m. Nejvyšší rozdíl byl zjištěn na trigonometrickém bodě 3 (3105), kde rozdíl v ose y činil $0,02$ m a v ose x $-0,04$ m.

Ve výšce byla dosažena průměrná hodnota $0,00$ m, nejvyšší rozdíl $0,04$ m. Nutno dodat, že nadmořské výšky evidované v geodetických údajích trigonometrických bodů jsou určeny právě metodou GNSS. Vyjma bodů 58, 59 (oba TL 3105), jejichž výška byla určena nivelací a vypočítané rozdíly na těchto bodech jsou $-0,02$ m, resp. $0,00$ m.

Schéma na následující straně vykresluje polohové odchylky (hodnoty jsou uvedeny v metrech) na trigonometrických bodech ve směru platné souřadnice – souřadnice vypočítané zpřesněným globálním transformačním klíčem. Šedé křížky znázorňují v dané lokalitě body, které byly měřeny v průběhu práce.



Obr. 5.3 Schéma odchylek na trigonometrických bodech

6 MĚŘICKÉ PRÁCE

6.1 Přístrojové vybavení

Bodové pole v zájmovém území bylo určeno fotogrammetricky, což přináší nároky na dobrou viditelnost bodů při leteckém snímkování. Z toho vyplynul předpoklad vhodných podmínek pro observace satelitními systémy. Jako časově optimální a přesností dobře vyhovující byla zvolena metoda RTK.

Měření bylo provedeno přijímačem značky Magellan (Ashtech). Firma Ashtech přešla od roku 2011 pod značku Spectra Precision, která spadá do divize skupiny Trimble. Model Promark 500 (výr. č. 200825044) představený v roce 2008 je dvoufrekvenční přijímač umožňující příjem signálu družic GPS i GLONASS, zároveň je připraven na příjem signálu z družic GALILEO. Přesnost v RTK režimu uváděná výrobcem je v horizontálním směru dána vzorcem $10 \text{ mm} + 1,0 \text{ ppm}$. Ve vertikálním směru pak $20 \text{ mm} + 1,0 \text{ ppm}$. [20] Přijímač s anténou pak doplňuje záznamník MobileMapper CX (výr. číslo 0204114503703) vybavený operačním systémem Windows CE. Komunikace mezi přijímačem a kontrolérem je zajištěna bezdrátově pomocí rozhraní bluetooth. Měření probíhá v programu FAST Survey od společnosti Carlson, do kterého je začleněn globální transformační klíč pro práci v systému JTSK.



Obr. 6.1 Promark 500 a MobileMapper CX

Doměřování bodů, pro které nebylo vhodné použití technologie satelitních systémů převážně z důvodu velkého zákrytu bodu, proběhlo určení polohy polární metodou z pomocných měřických bodů (určenými GNSS mimo zákrytové oblasti). Výška byla určena trigonometricky rovněž z těchto bodů.

Použita byla motorizovaná totální stanice Topcon GPT-9003M, výrobní číslo 5H0104. Přesnost úhlového měření je charakterizována střední chybou úhlu měřeného v obou polohách 1 mgon a přesností dálkoměru $\pm(2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$. Totální stanice umožňuje bezhranolové měření až do vzdálenosti 2 km a lze ji rovněž využít jako skenovací systém. Přístroj je vybavený barevným dotykovým displejem a předinstalovaným operačním systémem Windows CE. Měření probíhá v programu TopSURV a výsledky lze zaznamenat do interní paměti nebo na CompactFlash kartu v integrovaném slotu.

Totální stanice i GNSS aparatura byly 23. 7. 2013 kalibrovány na základně „Bukovina“ u Pardubic. Měření GNSS proběhlo na 9 bodech s výslednou střední souřadnicovou chybou $m_{x,y} = 0,014 \text{ m}$ a střední chybou ve výšce $m_h = 0,025 \text{ m}$. Tyto dosažené hodnoty vyhovují požadavkům přesnosti bodů PPBP. U totální stanice byla zjištěna součtová konstanta 0,0019 m a násobná konstanta 0,0028 m/km. Kalibrační listy tvoří jednu z příloh práce.



Obr. 6.2 Topcon GPT-9003M na kalibrační základně Bukovina

Mezi další použité pomůcky patří standardní příslušenství od stativů a odrazných hranolů, přes výtyčku pro GNSS aparaturu, pásma až po krumpáč usnadňující vyhledávání bodů. Stativ, výtyčka a trn byly po dobu měření používány výhradně pro účely této práce, aby byla omezena možnost poškození a opotřebení.

6.2 Příprava a výběr bodů

V lokalitě Nová Včelnice bylo pro testování celkem vybráno 102 bodů PPBP, u kterých jsou v současnosti vedeny geodetické údaje. Pro zaměření bylo zvoleno také 10 bodů, které vstupovaly do výpočtu AAT jako vlčovací body.

Obdobně v lokalitě Jarošov nad Nežárkou bylo v databázi bodových polí vyhledáno 30 bodů PPBP a 15 výchozích bodů.

Následně byla vytvořena jednoduchá databáze v programu MS Excel 2010, pro snazší orientaci a přehlednost postupujících měřických pracích. Databáze obsahuje číslo bodu, seznam souřadnic a aktuální kód kvality dle GÚ, přímý odkaz na GÚ, polohu bodu v Geoprohlížeči ČÚZK, fotografickou dokumentaci bodu, poznámku, dobu a rozdíl mezi dvěma měřeními, případně další dodatečné informace.

| # | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
|-----|-------------------------|-----------|------------|--------|-------|-----|--------------|------|-------------------------|------------|------------------|-----------------|-----|-----------------|---|---|-----------|---|-----------------|---|---|
| 69 | k. ú. Okrouhla Radouň | | | | | | | | | | Seznam souřadnic | | 174 | | | | | | | | |
| 70 | čb | Y | X | h | k.kv. | GÚ | Geoprohlížeč | Foto | Pozn. | | | čas | | 1. Měření | | | 2. Měření | | | | |
| 71 | 508 | 713228,92 | 1141625,41 | 538,08 | 4 | 508 | 508 | 508 | barva | | | 29.6.2013 9:12 | | 29.6.2013 15:03 | | | 5:51:00 | | | | |
| 72 | 510 | 714066,62 | 1141547,99 | 575,68 | 4 | 510 | 510 | 510 | v vyhled. dvojice fotek | | | 29.6.2013 9:42 | | 29.6.2013 14:50 | | | 6:08:00 | | | | |
| 73 | 514 | 714653,20 | 1142444,51 | 553,51 | 4 | 514 | 514 | 514 | geobříčko | | | 29.6.2013 8:11 | | 29.6.2013 14:30 | | | 6:19:00 | | 25.1.2014 13:27 | | |
| 74 | 516 | 712813,47 | 1142769,11 | 538,10 | 4 | 516 | 516 | 516 | | | | 29.6.2013 13:45 | | 29.6.2013 17:00 | | | 3:15:00 | | | | |
| 75 | 518 | 712793,38 | 1142317,87 | 521,66 | 4 | 518 | 518 | 518 | za plotem | | | 29.6.2013 13:55 | | 17.8.2013 17:37 | | | 3:42:00 | | | | |
| 76 | 519 | 712773,53 | 1142080,77 | | 4 | 519 | 519 | 519 | geobříčko | | | 29.6.2013 10:26 | | 29.6.2013 15:35 | | | 5:09:00 | | | | |
| 77 | 524 | 713034,91 | 1142238,48 | 524,67 | 4 | 524 | 524 | 524 | vlčví | | | 29.6.2013 10:08 | | 29.6.2013 15:42 | | | 5:34:00 | | | | |
| 78 | 525 | 712677,85 | 1141964,41 | 552,41 | 4 | 525 | 525 | 525 | geobříčko | | | 29.6.2013 10:46 | | 29.6.2013 15:53 | | | 5:07:00 | | | | |
| 79 | 527 | 712456,32 | 1142069,40 | 544,99 | 4 | 527 | 527 | 527 | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 528 | 712217,77 | 1142135,57 | 549,38 | 4 | 528 | 528 | 528 | barva | ZAMĚŘIT TS | | | | | | | | | | | |
| 81 | 4020 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 15:14 | | 17.8.2013 18:11 | | | 2:57:00 | | | | |
| 82 | 4021 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 15:16 | | 17.8.2013 18:08 | | | 2:52:00 | | | | |
| 83 | 529 | 712372,69 | 1142217,19 | 537,38 | 4 | 529 | 529 | 529 | geobříčko | | | 29.6.2013 11:06 | | 29.6.2013 16:10 | | | 5:04:00 | | | | |
| 84 | 530 | 712176,15 | 1142377,52 | 555,54 | 4 | 530 | 530 | 530 | barva | ZAMĚŘIT TS | | | | | | | | | | | |
| 85 | 4018 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 14:20 | | 17.8.2013 17:38 | | | 3:38:00 | | | | |
| 86 | 4019 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 14:37 | | 17.8.2013 18:01 | | | 3:24:00 | | | | |
| 87 | 531 | 712362,73 | 1142393,11 | 544,70 | 4 | 531 | 531 | 531 | | | | 29.6.2013 11:24 | | 29.6.2013 16:15 | | | 4:51:00 | | | | |
| 88 | 532 | 712523,01 | 1142354,56 | 543,37 | 4 | 532 | 532 | 532 | geobříčko | | | 29.6.2013 14:02 | | 29.6.2013 17:13 | | | 3:11:00 | | 26.1.2014 10:38 | | |
| 89 | 534 | 712164,65 | 1142522,85 | 557,61 | 4 | 534 | 534 | 534 | kolík | | | 29.6.2013 12:45 | | 29.6.2013 16:40 | | | 3:55:00 | | | | |
| 90 | 535 | 712410,16 | 1142016,34 | 551,76 | 4 | 535 | 535 | 535 | kolík | | | 29.6.2013 12:56 | | 29.6.2013 16:47 | | | 3:51:00 | | 26.1.2014 10:03 | | |
| 91 | 536 | 712468,84 | 1142816,07 | 555,39 | 4 | 536 | 536 | 536 | kolík | | | 29.6.2013 13:22 | | 29.6.2013 16:53 | | | 3:31:00 | | 26.1.2014 10:22 | | |
| 92 | 539 | 712330,14 | 1140861,17 | 577,91 | 4 | 539 | 539 | 539 | geobříčko | | | 29.6.2013 9:44 | | 29.6.2013 15:24 | | | 5:40:00 | | 26.1.2014 12:05 | | |
| 93 | 540 | 712934,01 | 1141483,67 | 551,97 | 4 | 540 | 540 | 540 | geobříčko | | | 29.6.2013 9:30 | | 29.6.2013 15:15 | | | 5:45:00 | | 26.1.2014 12:30 | | |
| 94 | 541 | 711751,23 | 1141324,94 | 552,33 | 4 | 541 | 541 | 541 | geobříčko | | | 29.6.2013 11:58 | | 29.6.2013 16:29 | | | 4:31:00 | | 26.1.2014 14:27 | | |
| 95 | 544 | 710899,85 | 1140739,02 | 538,02 | 4 | 544 | 544 | 544 | geobříčko | | | 5.7.2013 8:38 | | 5.7.2013 10:56 | | | 2:18:00 | | 25.1.2014 11:02 | | |
| 96 | 547 | 710101,12 | 1141698,00 | 514,40 | 4 | 547 | 547 | 547 | geobříčko | | | 30.6.2013 9:40 | | 30.6.2013 12:11 | | | 2:31:00 | | 26.1.2014 9:46 | | |
| 97 | 548 | 711559,36 | 1141979,40 | 533,86 | 4 | 548 | 548 | 548 | | ZAMĚŘIT TS | | | | | | | | | | | |
| 98 | 4016 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 12:45 | | 17.8.2013 17:23 | | | 4:38:00 | | | | |
| 99 | 4017 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 13:00 | | 17.8.2013 17:29 | | | 4:29:00 | | | | |
| 100 | 550 | 711427,50 | 1142788,50 | 530,28 | 4 | 550 | 550 | 550 | NENALEZEN, v keři | | | | | | | | | | | | |
| 101 | 554 | 711749,53 | 1143083,97 | 529,35 | 4 | 554 | 554 | 554 | v betonu | ZAMĚŘIT TS | | | | | | | | | | | |
| 102 | 4022 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 15:50 | | 17.8.2013 18:23 | | | 2:33:00 | | | | |
| 103 | 4023 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 15:56 | | 17.8.2013 18:20 | | | 2:24:00 | | | | |
| 104 | 88 celkový počet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 105 | 23 změřeno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 106 | k. ú. Hadravova Rosička | | | | | | | | | | Seznam souřadnic | | 58 | | | | | | | | |
| 107 | čb | Y | X | h | k.kv. | GÚ | Geoprohlížeč | Foto | Pozn. | | | čas | | 1. Měření | | | 2. Měření | | | | |
| 108 | 502 | 710772,79 | 1141061,04 | | 4 | 502 | 502 | 502 | kolík | | | 5.7.2013 9:06 | | 5.7.2013 11:48 | | | 2:42:00 | | | | |
| 109 | 505 | 710191,66 | 1141124,19 | | 4 | 505 | 505 | 505 | NENALEZEN, za plotem | | | | | | | | | | | | |
| 110 | 506 | 710321,07 | 1141007,07 | | 4 | 506 | 506 | 506 | křížek v kameni | | | 5.7.2013 9:28 | | 5.7.2013 12:09 | | | 2:41:00 | | | | |
| 111 | 511 | 710117,78 | 1141477,08 | | 4 | 511 | 511 | 511 | geobříčko, pod terénem | | | 5.7.2013 10:22 | | 5.7.2013 12:22 | | | 2:00:00 | | | | |
| 112 | 513 | 710132,39 | 1141308,22 | | 4 | 513 | 513 | 513 | | ZAMĚŘIT TS | | | | | | | | | | | |
| 113 | 4014 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 12:02 | | 17.8.2013 17:06 | | | 5:04:00 | | | | |
| 114 | 4015 | | | | | | | | | | | 17.8.2013 12:07 | | 17.8.2013 17:09 | | | 5:02:00 | | | | |

Obr. 6.3 Ukázka souboru s evidencí bodů

6.3 Časový harmonogram měření

Měřické práce probíhaly ve třech etapách. V první fázi byla provedena rekognoskace a zaměření většiny bodů, které bylo možné zaměřit pomocí metody RTK. Zároveň body, které byly nalezeny, avšak jejich zákryt neumožňoval spolehlivé měření GNSS, byly signalizovány pro jednoduché vyhledání v další části. Od 15. 6. 2013 do 17. 7. 2013 se konaly tyto práce v lokalitě ZMVM Nová Včelnice, od 27. 7. 2013 do 3. 8. 2013 pak na území ZMVM Jarošov nad Nežárkou.

V druhé fázi byly během čtyř dnů mezi 10. 8. 2013 a 31. 8. 2013 doměřeny zbývající body.

Cílem třetí etapy v lednu 2014 bylo přeúčření bodů, které vykázaly polohovou odchylku mezi dvojicí měření vyšší jak 0,045 m.

Následující tabulka shrnuje veškeré měřické práce. Chronologicky popisuje průběh terénních prací. Ke každému dni přiřazuje dle k. ú. měřené, nenalezené nebo zničené body,

MĚŘICKÉ PRÁCE

u kterých došlo k prokazatelnému poškození. V souhrnu proběhlo měření během devatenácti dní. Z rozdílu prvního a posledního měření v jeden den bylo možno stanovit celkový čas, který činí 112 hodin měřických prací. Průběh prací a stav bodů PPBP byl také obrazově dokumentován. Celkem bylo pořízeno přibližně 600 fotografií.

| Datum | Katastrální území | Měřené body | Nenalezené | Zničené | Počasí | Čas [h:min] |
|-----------|---------------------|--|---------------|---------|-------------------------------------|-------------|
| 15.6.2013 | Nekrasín | 501, 502, 504, 505, 511,514 | 503, 513, 515 | | Jasno, 25 °C | 3:10 |
| 16.6.2013 | Nekrasín | 506, 509, 510 | 507 | | Polojasno až zataženo, přeháňky | 7:16 |
| | Nová Včelnice | 564, 565, 566, 575, 598, 600, 636, 637 | 649 | | | |
| 22.6.2013 | Nová Včelnice | 586, 606, 607, 608 | | | Polojasno, 24 °C | 6:21 |
| | Malá Rosička | 509, 510, 511, 512 | 505, 506, 507 | | | |
| 23.6.2013 | Nová Včelnice | 546, 616, 620, 621, 623, 627, 633, 638 | 617 | | Polojasno, 25 °C | 5:19 |
| 29.6.2013 | Okrouhlá Radouň | 508, 510, 514, 516, 519, 525, 527, 529, 531, 532, 534, 535, 536, 539, 540, 541 | | | Polojasno, 20 °C | 9:02 |
| 30.6.2013 | Nová Včelnice | 551, 552, 553, 558 | | | Zataženo, postupně polojasno, 17 °C | 4:30 |
| | Hadravova Rosička | 520, 521 | | | | |
| | Okrouhlá Radouň | 547 | 550 | | | |
| 5.7.2013 | Okrouhlá Radouň | 544 | | | Zataženo, přeháňky, 21 °C | 3:44 |
| | Hadravova Rosička | 502, 506, 511 | 505 | | | |
| 14.7.2013 | Hadravova Rosička | 514 | | | Jasno až polojasno, 23 °C | 7:50 |
| | Horní Radouň | 509, 510, 511 | | | | |
| | Okrouhlá Radouň | 505 | | | | |
| | Nová Včelnice | 563 | | | | |
| | Kostelní Radouň | 501 | 502 | | | |
| | Lovětín | | 549 | | | |
| | | 270 (3110), 266 (3110) | | | | |
| 17.7.2013 | Pejdlova Rosička | 502 | | | Jasno, 24 °C | 4:26 |
| | | 3, 6.2, 10.2, 271 (vše TL 3105) | | | | |
| 21.7.2013 | Lovětín | 525, 536, 543 | | | Jasno, 25 °C | 5:25 |
| | Jarošov n. Nežárkou | 569, 605, 606, 632 | | | | |
| | | 12, 13, 13.2, 272 (vše TL 3110) | | | | |
| 27.7.2013 | Jarošov n. Nežárkou | 549, 534 | | 591 | Jasno, 30 °C | 5:04 |
| | Matějovec n. Než. | 506 | | | | |
| | Rodvínov | 550, 559 | | | | |
| | Jindřiš | 508 | | | | |
| | | 265 (3110) | 203 (4106) | | | |
| 28.7.2013 | Jindřiš | 513, 523, 542, 547 | 528 | | Jasno, 30 °C | 2:49 |
| | Otín | | 603 | | | |
| 3.8.2013 | Horní Skrýchov | 550 | 536, 548, 552 | 551 | Jasno, 26 °C | 4:03 |
| | | 263 (3110) | | | | |
| 10.8.2013 | Nekrasín | 512 | | | Polojasno, 23 °C | 9:51 |
| | Malá Rosička | 501, 503, 504, 508 | | | | |
| | Nová Včelnice | 577, 578, 644, 609 | | | | |
| | | 6 (3105) | | | | |
| 17.8.2013 | Nová Včelnice | 571, 572, 601, 630 | | | Jasno, 27 °C | 9:26 |
| | Hadravova Rosička | 513 | | | | |
| | Okrouhlá Radouň | 518, 528, 530, 548, 554 | | | | |
| | | 3 (3110) | | | | |
| 29.8.2013 | Nová Včelnice | 613, 601 | | | Polojasno, 25 °C | 3:00 |
| | Matějovec n. Než. | 505, 511 | | | | |
| 31.8.2013 | Lovětín | 519, 548 | | | Polojasno, 25 °C | 8:08 |
| | Jarošov n. Nežárkou | 576 | | | | |
| | Rodvínov | 573, 581 | | | | |
| | Jindřiš | 538 | | | | |
| | | 6.1 (3110), 13.1 (3110), 204 (4106) | | | | |
| 25.1.2014 | Nekrasín | 510 | | | Polojasno, -6 °C | 7:56 |
| | Nová Včelnice | 616, 620 | | | | |
| | Okrouhlá Radouň | 510, 539, 540, 544 | | | | |
| | Lovětín | 525 | | | | |
| 26.1.2014 | Malá Rosička | 501, 503 | | | Zataženo, sněžení, -9 °C | 5:17 |
| | Okrouhlá Radouň | 532, 535, 536, 540, 547 | | | | |

Tab. 6.1 Harmonogram měření

6.4 Vlastní měření

Po příchodu do prostoru, ve kterém se bod nachází, byla nejdříve poloha bodu vytyčena dle platných souřadnic metodou RTK. V oblastech extravilánu se v mnoha případech stabilizace bodu nacházela zakryta pod úrovní terénu, následně proto byla odkopána vrchní vrstva půdy a došlo k vyhledání bodu. Jelikož na některých bodech se polohová odchylka pohybovala i v řádu jednotek decimetrů, bylo potřeba úměrně rozšířit oblast pátrání.

Po odkrytí a očištění bodu se přistoupilo k vlastnímu měření. Nad bod byl pomocí krabicové libely zhorizontován a optickým centrovačem zcentrován stativ s trojnožkou, na kterém byla umístěna aparatura GNSS. Tento postup využití stativu pro odstranění vlivu nedokonalé centrace a horizontace při použití pouze výtyčky byl aplikován ve většině případů. Pouze tam, kde místní podmínky zabraňovaly použití stativu (např. bod stabilizován jako roh betonového propustku) byl bod měřen s aparaturou na výtyčce.



Obr. 6.4 Příprava měření na TB 6 (3105)

V průběhu inicializace měřicí jednotky byla měřena šikmá výška od referenčního bodu antény k stabilizaci bodu. Šikmá výška je automaticky softwarově redukována na výšku svislou. Po fixaci přijímače pak bylo možno přistoupit k vlastnímu měření. Výsledek každého jednoho měření je dán jako průměr 300 odečtů (epoch), což je ekvivalent zhruba tříminutového příjmu dat. Pokud bylo uznáno za vhodné, byl následně bod opatřen signalizací (geobrčko / dřevěný kolík) a okolí rozumně označeno žlutou barvou usnadňující vyhledání bodu.

Každý den dopoledne bylo v první fázi měření rekognoskováno deset až šestnáct bodů. Po změření posledního bodu následoval tentýž okruh a druhé měření. Rozdíl mezi

dvěma určeními činí v průměru 3,5 hodin. Ve všech případech byla dodržena minimální doba jedné hodiny mezi dvěma měřeními stanovená v příloze 9 vyhlášky 31/1995 Sb.

Měřický postup, jak dokumentují následující fotografie, v některých případech mírně komplikovala bujná vegetace či neoblomní uživatelé pozemků, na kterých je zřízena značka PPBP.

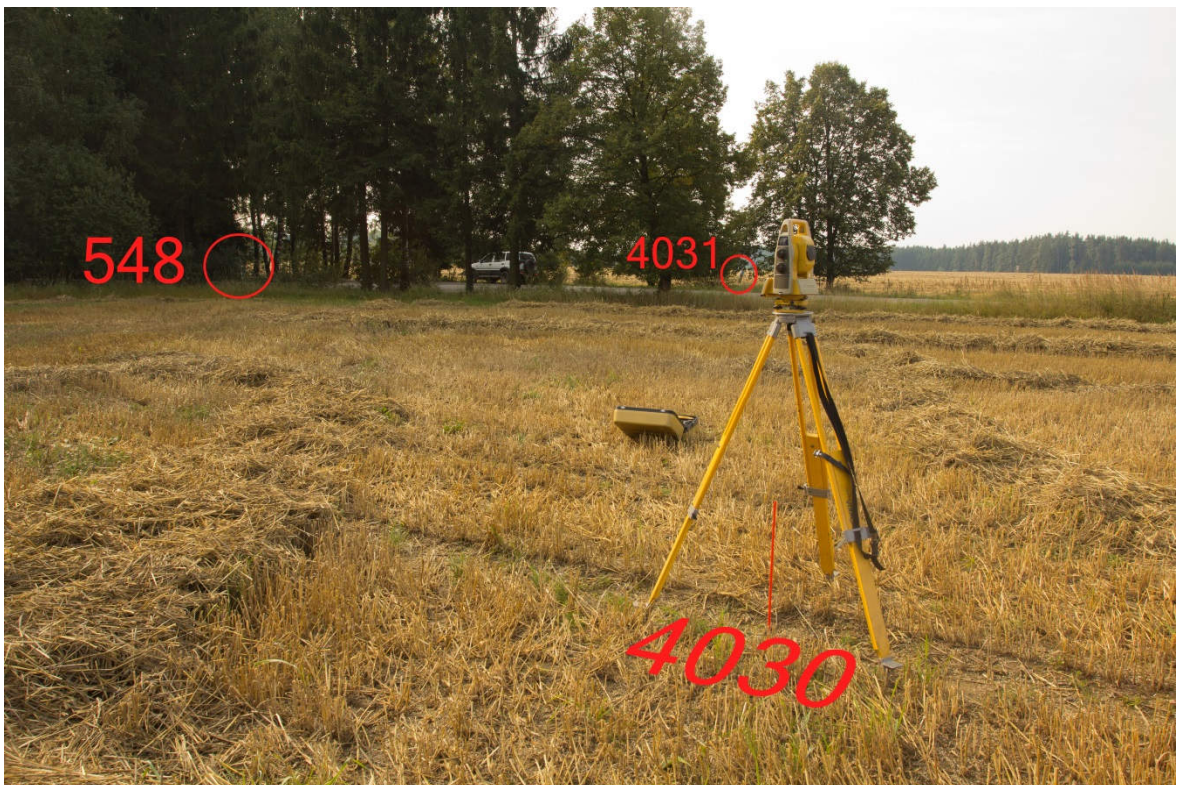


Obr. 6.5 Zvědavé jalovice u bodu 572, Nová Včelnice



Obr. 6.6 Kopřiva dvoudomá obklopující bod 511, Horní Radouň

Během druhé fáze byly měřeny převážně body, které nebyly vhodné pro přímé měření GNSS. Ve vhodné vzdálenosti byly určeny dva pomocné měřické body metodou RTK a z každého tohoto bodu byl rajónem určen požadovaný bod. Výška bodu byla určena trigonometricky. Výsledné souřadnice jsou dány jako průměr měření z obou bodů. Dvojice bodů byla volena tak, aby vzdálenost na určovaný bod nebyla větší než spojnice mezi nimi. Pokud to situace umožňovala, pak bylo orientováno i na další bod polohového bodového pole. Celkem bylo tímto způsobem určeno 20 bodů.



Obr. 6.7 Schéma konfigurace bodů při doměřování bodu 548, Lovětín

V třetí, lednové fázi bylo vybráno 15 bodů, u kterých v rozdílu dosáhla polohová odchylka mezi dvojím měřením hodnot větších jak 0,045 m nebo rozdíl výšek překročil 0,10 m. Tyto body pak byly znovu dvakrát přeurčeny a do výpočtu vstupovaly tyto nové souřadnice.



Obr. 6.8 Bod 510 (Okrouhlá Radouň) během první a třetí etapy měření

6.4.1 Shrnutí měřických prací

Z celkového počtu 132 (102 N. V., 30 Jarošov) bodů PPBP bylo polohově a výškově určeno 110 bodů (86 N. V., 26 Jarošov). 17 bodů (13 N. V., 4 Jarošov) nebylo nalezeno, u dvou bodů byla zjištěna poškozená stabilizace (oba Jarošov) znemožňující jejich použití. Tři body (N. V.) nebyly z důvodu komplikované prostupnosti terénu zrekognoskovány, a tudíž ani měřeny. V lokalitě Nová Včelnice bylo zaměřeno 10 vlčovacích bodů, v lokalitě Jarošov nad Nežárkou 11. Zaměřené vlčovací body jsou převážně body trigonometrické a zhušťovací, případně také body PPBP.

6.5 Zpracování naměřených hodnot

Měřená GPS data ve formátu RW5 byla nahrána do programu Transform, kde došlo k transformaci souřadnic ETRS89 do S-JTSK pomocí zpřesněné globální transformace. V tomto softwaru byly dále vytvořeny protokoly, které obsahují i údaje o observacích na jednotlivých bodech jako např. hodnoty PDOP, počet použitých satelitů nebo přepočítanou svislou výšku antény k stabilizaci bodu.

The screenshot shows the 'Transform v20 - ETRF 2000 -> S-JTSK (v1.20)' window. The main table displays the transformation of points from ETRF2000 to S-JTSK. The table has columns for 'Číslo bodu', 'Souřadnice bodu (ETRF2000)', and 'Souřadnice bodu (S-JTSK)'. The data is organized into rows for each point, showing coordinates in degrees, minutes, and seconds, along with height (Hw) and height above ground (h Bpv).

| Číslo bodu | Souřadnice bodu (ETRF2000) | Souřadnice bodu (S-JTSK) |
|--------------|---|---|
| 000931102720 | B 49° 13' 1.63939" L 15° 2' 55.47429" Hw 559.955 | Y 710693.564 X 1144944.341 h Bpv 513.822 |
| 131000000536 | B 49° 12' 39.54025" L 15° 3' 15.65115" Hw 542.003 | Y 710275.970 X 1145673.645 h Bpv 495.862 |
| 131000000525 | B 49° 12' 34.72884" L 15° 3' 5.22997" Hw 546.699 | Y 710604.164 X 1145794.030 h Bpv 500.552 |
| 131000000543 | B 49° 12' 44.36385" L 15° 3' 3.36035" Hw 548.061 | Y 710751.105 X 11462714.511 h Bpv 501.328 |
| 000931100132 | B 49° 12' 4.68384" L 15° 2' 53.30707" Hw 552.604 | Y 710962.312 X 1146883.643 h Bpv 506.472 |
| 000931100120 | B 49° 11' 47.38931" L 15° 1' 2.64385" Hw 561.766 | Y 713248.491 X 1146526.729 h Bpv 515.662 |
| 000931100130 | B 49° 11' 25.72009" L 15° 2' 57.22082" Hw 547.733 | Y 711037.794 X 1147887.352 h Bpv 501.599 |
| 093000000605 | B 49° 11' 22.23265" L 15° 3' 17.64294" Hw 544.185 | Y 710643.283 X 1146045.170 h Bpv 498.046 |
| 093000000632 | B 49° 11' 6.51204" L 15° 3' 20.14040" Hw 530.502 | Y 710853.479 X 1148535.372 h Bpv 484.361 |
| 093000000606 | B 49° 11' 38.61909" L 15° 4' 8.62074" Hw 533.941 | Y 709533.080 X 1147679.774 h Bpv 487.798 |
| 093000000569 | B 49° 11' 18.29485" L 15° 4' 7.95544" Hw 524.769 | Y 709847.341 X 1148598.212 h Bpv 478.612 |
| 146000000506 | B 49° 10' 16.16248" L 15° 5' 4.26297" Hw 545.007 | Y 708760.759 X 1150347.333 h Bpv 498.831 |
| 093000000534 | B 49° 10' 56.10863" L 15° 4' 46.95607" Hw 549.776 | Y 709558.229 X 1149077.794 h Bpv 503.608 |
| 093000000549 | B 49° 10' 54.43352" L 15° 4' 36.54402" Hw 545.979 | Y 709166.695 X 1149103.147 h Bpv 499.814 |
| 207000000550 | B 49° 10' 25.50725" L 15° 3' 19.25689" Hw 522.999 | Y 710833.269 X 1149789.250 h Bpv 476.856 |
| 096000000508 | B 49° 9' 30.18339" L 15° 3' 23.18969" Hw 540.829 | Y 710972.863 X 1151494.484 h Bpv 494.684 |
| 207000000559 | B 49° 10' 3.80208" L 15° 3' 59.86142" Hw 537.546 | Y 710103.293 X 1150559.500 h Bpv 491.396 |
| 000931102650 | B 49° 10' 34.93774" L 15° 3' 54.29402" Hw 540.252 | Y 710092.224 X 1149591.172 h Bpv 494.095 |
| 146000000506 | B 49° 10' 16.16338" L 15° 5' 4.26302" Hw 545.016 | Y 708760.746 X 1150347.306 h Bpv 498.840 |
| 093000000534 | B 49° 10' 56.10813" L 15° 4' 46.94659" Hw 549.784 | Y 709558.230 X 1149077.815 h Bpv 503.616 |
| 093000000549 | B 49° 10' 54.43297" L 15° 4' 36.54451" Hw 546.020 | Y 709166.687 X 1149103.167 h Bpv 499.852 |
| 207000000550 | B 49° 10' 25.50824" L 15° 3' 19.25680" Hw 522.914 | Y 710833.251 X 1149789.322 h Bpv 476.771 |
| 096000000508 | B 49° 9' 30.18454" L 15° 3' 23.19114" Hw 540.823 | Y 710972.832 X 1151494.469 h Bpv 494.676 |
| 207000000559 | B 49° 10' 3.80227" L 15° 3' 59.86149" Hw 537.557 | Y 710103.292 X 1150559.495 h Bpv 491.401 |
| 000931102650 | B 49° 10' 34.93730" L 15° 3' 54.29486" Hw 540.230 | Y 710092.219 X 1149591.187 h Bpv 494.077 |
| | B 49° 8' 62.67798" L 15° 3' 15.65115" Hw 542.003 | Y 710693.564 X 1144944.341 h Bpv 513.822 |

The interface also includes a 'Databáze identických bodů' (Database of identical points) on the right, showing a list of points with their coordinates and heights. The status bar at the bottom indicates 'Bodů: 336', 'Identických bodů: 40812', and 'Typ transformace: ETRF2000=>S-JTSK'.

Obr. 6.9 Ukázka prostředí programu Transform

Vyexportované souřadnice ve formátu TXT byly naimportovány do programu Groma 10, ve kterém bylo provedeno hromadné průměrování seznamu souřadnic. Poté bylo možné přistoupit k výpočtu bodů, které byly určeny s využitím totální stanice z pomocných měřických bodů určených GNSS. Při importu zápisníku byly měřené délky opraveny o korekci z nadmořské výšky a z kartografického zkreslení. Polární metoda byla rovněž zpracována v programu Groma. Všechny výpočetní protokoly (včetně seznamu souřadnic určených bodů PPBP) jsou obsahem elektronické přílohy.

7 VYHODNOCENÍ

7.1 Měřické dvojice RTK

Ze souboru měření metodou RTK celkem 151 dvojic byly určeny následující charakteristiky přesnosti. V první řadě byly vypočítány souřadnicové rozdíly, které mají charakter skutečných chyb. Následně byly stanoveny střední chyby (rozdíly), vypočítané ze všech daných rozdílů jako odhad základní střední chyby dle vzorce (7.1)

$$m_{dy} = \sqrt{\frac{\sum dY^2}{n}} \quad (7.1)$$

(a obdobně pro rozdíly v ose x a pro výšky h). Střední chyby libovolného jednoho měření byly určeny dle vztahu (7.2)

$$m_y = \sqrt{\frac{\sum dY^2}{2 \cdot n}} = \frac{m_{dy}}{\sqrt{2}} \quad (7.2)$$

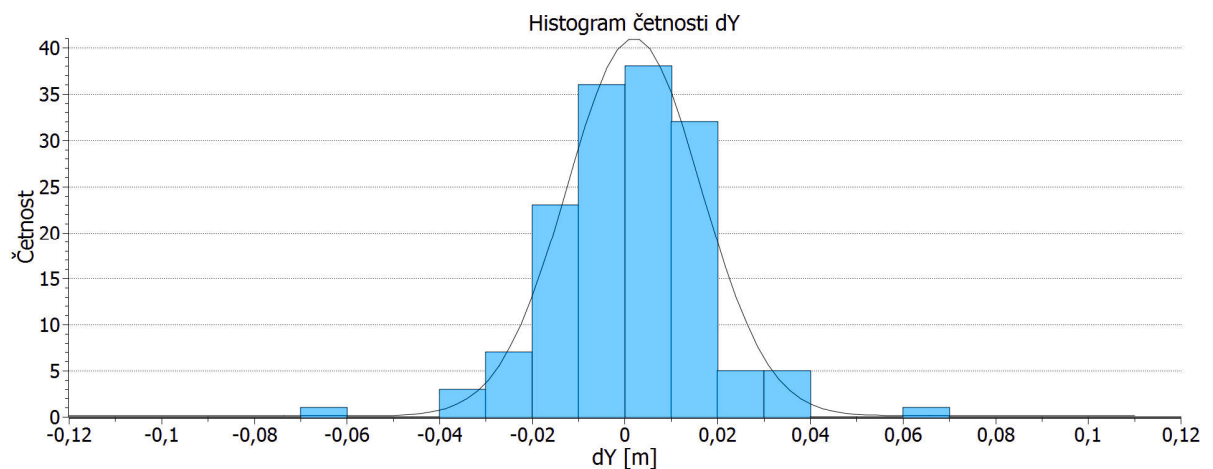
(analogicky pro m_x a m_h). Vypočítána byla také střední hodnota rozdílů ($E(dY)$, $E(dX)$, $E(dh)$).

Na závěr byla ještě vypočítána střední chyba aritmetického průměru (7.3)

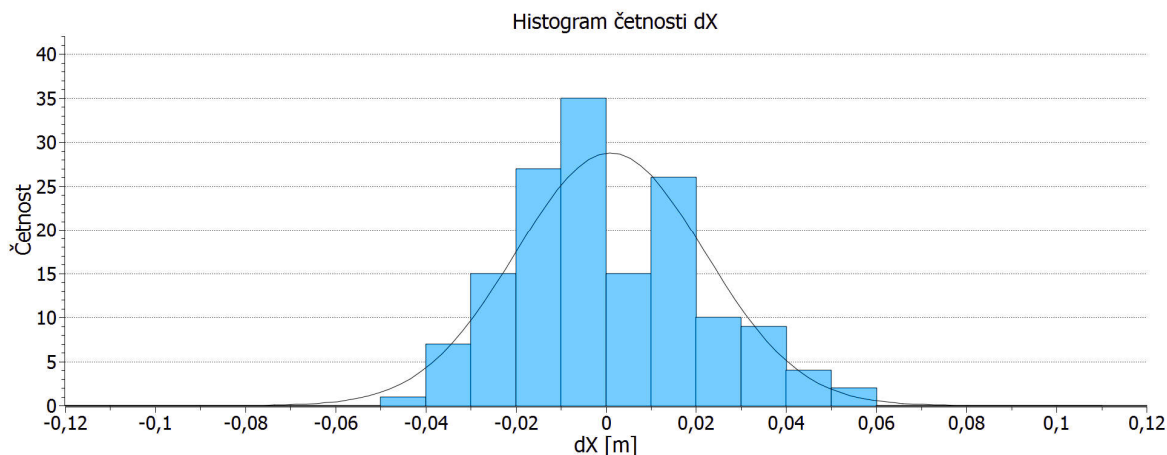
$$m_{\bar{y}} = \frac{m_y}{\sqrt{2}} = \frac{m_{dy}}{2}. \quad (7.3)$$

Analogicky pak pro $m_{\bar{x}}$ a $m_{\bar{h}}$.

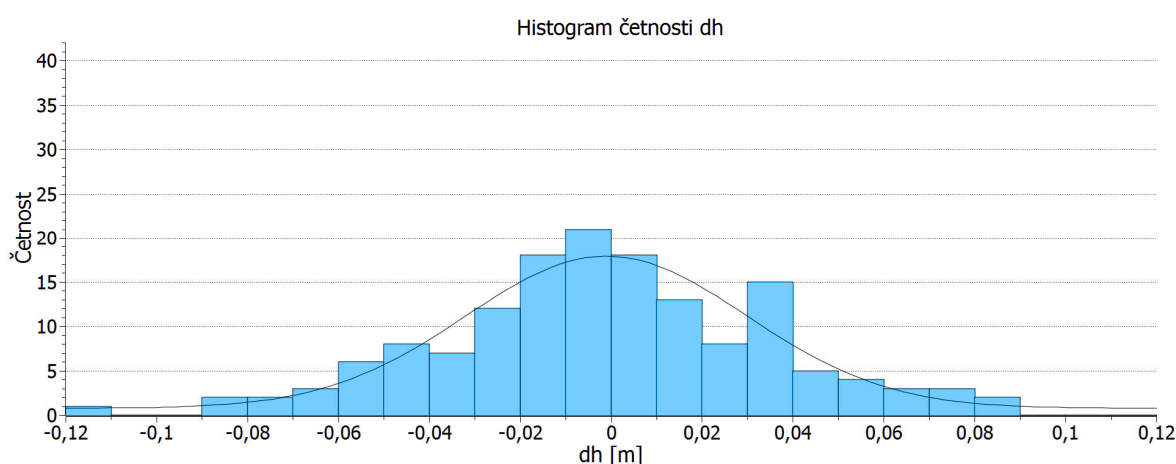
Následující histogramy vyjadřují rozdělení četnosti rozdílů ve směrech souřadnicových os a ve výšce po centimetrových intervalech.



Obr. 7.1 Histogram četnosti dY měřických dvojic RTK



Obr. 7.2 Histogram četnosti dX měřických dvojic RTK



Obr. 7.3 Histogram četnosti dh měřických dvojic RTK

Následující tabulka shrnuje dosažené hodnoty.

| Střední chyba jednoho měření [m] | | Střední chyba souboru měření [m] | | Střední chyba průměru [m] | | Střední hodnota rozdílů [m] | | Rozpětí intervalu rozdílů [m] | |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|---------------------------|-------|-----------------------------|--------|-------------------------------|----------------|
| m_y | 0,011 | m_{d_y} | 0,016 | $m_{\bar{y}}$ | 0,008 | $E(dY)$ | 0,002 | dY | <-0,061;0,061> |
| m_x | 0,015 | m_{d_x} | 0,021 | $m_{\bar{x}}$ | 0,010 | $E(dX)$ | 0,001 | dX | <-0,040;0,054> |
| m_h | 0,026 | m_{d_h} | 0,036 | $m_{\bar{h}}$ | 0,018 | $E(dh)$ | -0,001 | dh | <-0,111;0,085> |
| | | | | $m_{x,y}$ | 0,009 | | | | |

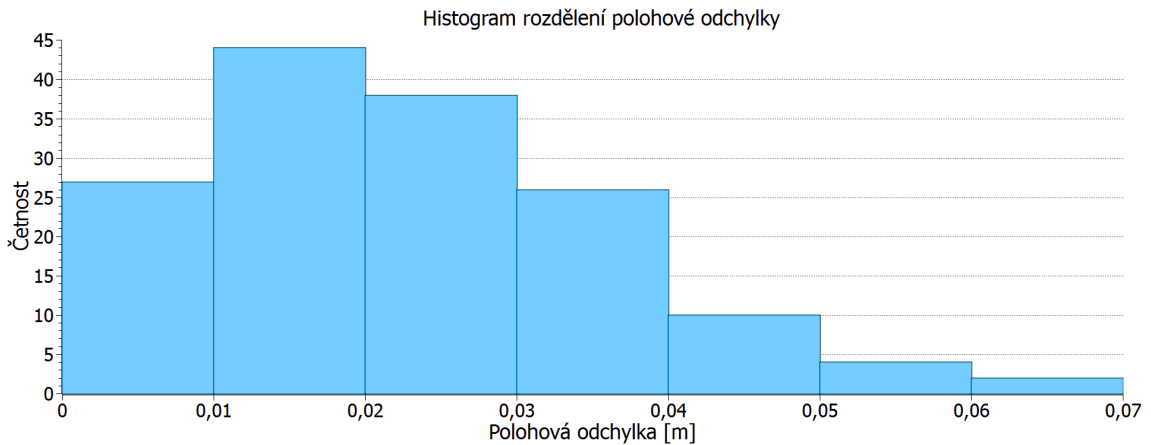
Tab. 7.1 Charakteristiky přesnosti dvojic měření RTK

Samotná dvojice měření sama o sobě nemá z hlediska teorie chyb žádný informativní charakter o přesnosti výsledku nebo metody, lze ji však použít jako údaj, který může indikovat hrubou chybu, proto byly u všech bodů vypočteny polohové odchylky dle vzorce (7.4)

$$dPOL = \sqrt{dY^2 + dX^2}. \quad (7.4)$$

V intervalu 0,000 m až 0,050 m se nachází 97 % polohových odchylek. Zbytek (4 hodnoty) leží v intervalu 0,051 m až 0,064 m (což je nejvyšší hodnota).

Všechny takto vypočítané charakteristiky odpovídají metodě a technologii měření, stejně jako kritériím přesnosti bodů PPBP.



Obr. 7.4 Histogram četnosti dPol měřických dvojic RTK

7.2 Vyhodnocení bodů podrobného polohového bodového pole

7.2.1 Posouzení vlivu vlícování AAT

Přesnost bodů PPBP určených analytickou aerotriangulací se skládá z přesnosti fotogrammetrické metody jako takové a zároveň se na celkové přesnosti podílejí vlícovací body, které slouží k prostorové orientaci a umístění modelu.

Protože všechna měření, která proběhla v této práci, vycházejí z metody RTK a souřadnice bodů jsou navázány na S-JTSK pomocí globálního transformačního klíče, byl vytvořen pro obě lokality vlastní lokální klíč vypočítaný z tehdejších souřadnic S-JTSK, které vstupovaly do výpočtu aerotriangulace a souřadnic ETRS89, které byly určeny přímým měřením na v současnosti dochovaných bodech bodových polí, které plnily funkci bodů vlícovacích. Na základě takto určených transformačních klíčů proběhl výpočet měřených bodů zvláště v obou lokalitách. Následně bylo možné posoudit odchylky mezi takto vypočítanými souřadnicemi (z lokální transformace na vlícovací body) a souřadnicemi určenými globálním transformačním klíčem. Takto zvolený postup má za cíl porovnat tehdejší transformaci (vliv vlícovacích bodů v daných lokalitách) s globálním transformačním klíčem.

V lokalitě Nová Včelnice proběhl výpočet transformačního klíče z deseti identických bodů se střední polohovou chybou 0,025 m a střední prostorovou chybou 0,058 m. Zjištěné hodnoty z přetransformovaných bodů jsou shrnuty v následující tabulce.

| Střední chyba souboru [m] | | Střední hodnota rozdílů [m] | | Rozpětí intervalu rozdílů [m] | |
|---------------------------|-------|-----------------------------|-------|-------------------------------|----------------|
| m_y | 0,018 | E(dY) | 0,012 | dY | <-0,019;0,036> |
| m_x | 0,027 | E(dX) | 0,017 | dX | <-0,028;0,051> |
| m_h | 0,069 | E(dh) | 0,007 | dh | <-0,164;0,138> |
| $m_{x,y}$ | 0,023 | | | | |

Tab. 7.2 Porovnání lokální transformace z vlícovacích bodů a globálního klíče (N. Včelnice)

V zájmovém území Jarošov nad Nežárkou byl ze třinácti identických (vlícovacích) bodů vytvořen transformační klíč, jenž je charakterizován střední polohovou chybou 0,040 m a střední prostorovou chybou 0,071 m.

| Střední chyba souboru [m] | | Střední hodnota rozdílů [m] | | Rozpětí intervalu rozdílů [m] | |
|---------------------------|-------|-----------------------------|--------|-------------------------------|----------------|
| m_y | 0,012 | E(dY) | -0,004 | dY | <-0,029;0,023> |
| m_x | 0,038 | E(dX) | -0,002 | dX | <-0,117;0,049> |
| m_h | 0,051 | E(dh) | 0,035 | dh | <-0,085;0,153> |
| $m_{x,y}$ | 0,028 | | | | |

Tab. 7.3 Porovnání lokální transformace z vlícovacích bodů a globálního klíče (Jar. n. Než.)

Rozdíly v poloze mezi přetransformovanými body jsou maximálně v řádu centimetrů. Extrémní odchylky v ose x u lokality Jarošov nad Nežárkou jsou způsobeny vlivem vlícovacího bodu 508 (k. ú. Jindřiš), u kterého byla kontrolním měřením zjištěna právě odchylka v ose x 0,12 m a jehož vliv se prostřednictvím transformace projevil na nejbližších okolních bodech.

Při výpočtu výšek u lokální transformace byla na rozdíl od globálního klíče, kdy výšky jsou určeny pouhým posunutím elipsoidických výšek oproti nadmořským na základě modelu kvazigeoidu (kde výšky na bodech sítě výběrové údržby byly určeny nivelací a GNSS), použita prostorová podobnostní transformace, do které vstupují výšky bodů určeny převážně trigonometricky. Nelze však jednoduše konstatovat, s jakou přesností byly tyto výšky určeny, protože nám nejsou známy výchozí body a jejich přesnost ve výškové složce. Lze však očekávat řádově horší přesnost vůči nivelaci, což může mít za následek větší výškové odchylky oproti globální transformaci.

7.2.2 Podrobné polohové bodové pole v lokalitě Nová Včelnice

V lokalitě bylo v průběhu tvorby této práce zaměřeno deset vlícovacích bodů. Polohové odchylky mezi souřadnicemi vstupujícími do výpočtu AAT a dnes určenými metodou RTK na těchto deseti bodech nedosahují takových hodnot (devět bodů s polohovou odchylkou maximálně 0,04 m, jeden bod dPol 0,06 m), které by mohly při vlícování výrazně ovlivnit polohovou přesnost bodů PPBP určených AAT. Nadmořské výšky se výrazněji rozcházejí na dvou blízkých vlícovacích bodech (TL 3105 body 3 a 271), které oba vykazují shodný pokles -0,16 m oproti měření GNSS. Tyto rozdíly se mohou podílet na zhoršené přesnosti bodů v severní části katastrálního území Nová Včelnice, kde výškové rozdíly dosahují stejného znaménka a podobných hodnot (až -0,26 m).

Soubor bodů vstupující do vyhodnocení v této lokalitě je tvořen 86 přeúčnými body PPBP. Porovnáním souřadnic z AAT se souřadnicemi určenými metodou RTK (případně v kombinaci s polární metodou) byly zjištěny následující charakteristiky přesnosti.

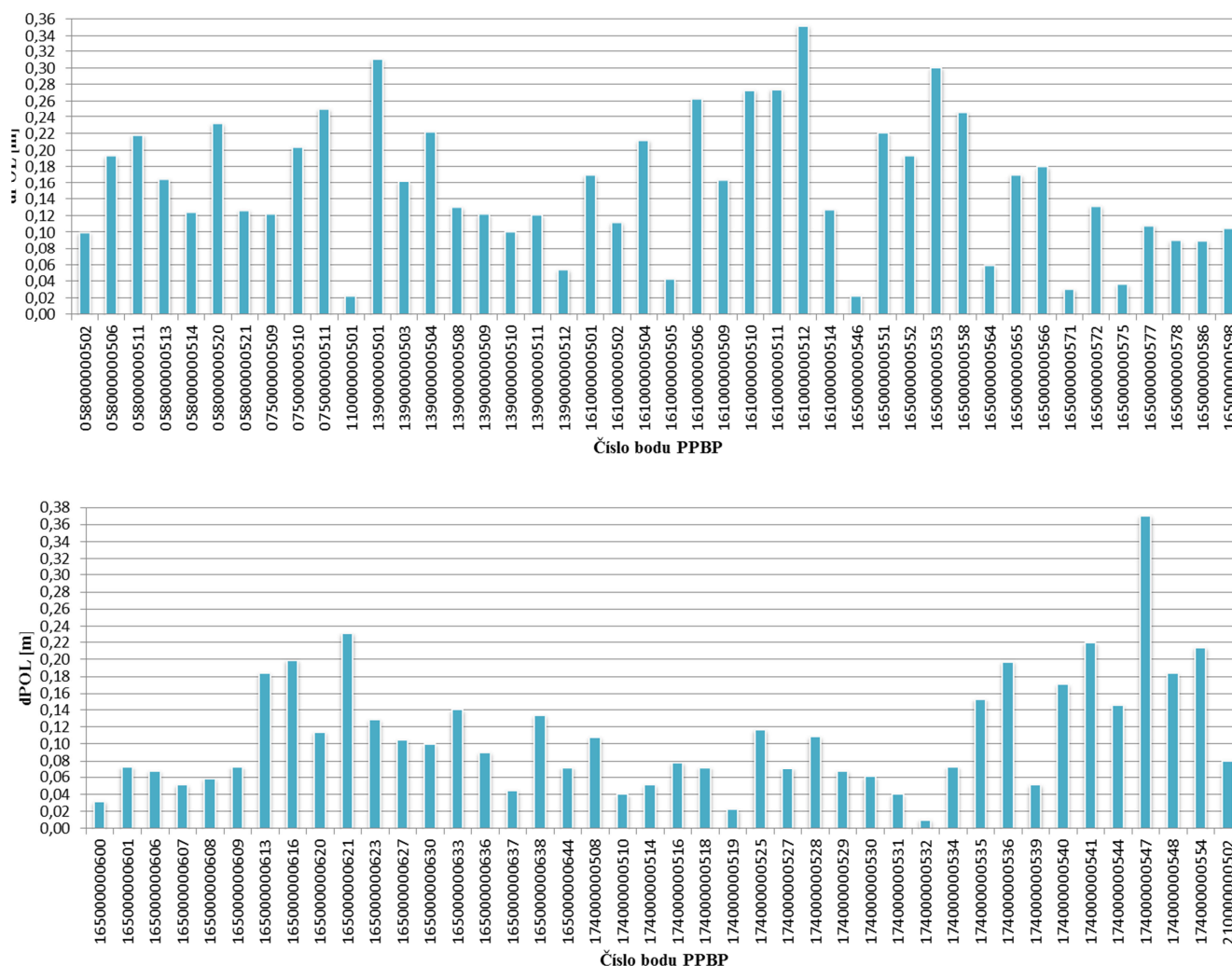
| Střední chyba souboru [m] | | Střední hodnota rozdílů [m] | | Rozpětí intervalu rozdílů [m] | |
|---------------------------|-------|-----------------------------|-------|-------------------------------|--------------|
| m_v | 0,082 | E(dY) | 0,007 | dY | <-0,17;0,29> |
| m_x | 0,133 | E(dX) | 0,018 | dX | <-0,35;0,37> |
| m_h | 0,167 | E(dh) | 0,106 | dh | <-0,26;0,42> |
| $m_{x,y}$ | 0,111 | | | | |

Tab. 7.4 Charakteristiky přesnosti (AAT Nová Včelnice)

Nejvyšší polohová odchylka 0,37 m byla zjištěna u bodu 547 (Okrouhlá Radouň), maximální rozdíl ve výšce (0,42 m) byl určen u bodu 554 (Okrouhlá Radouň), který je stabilizován v betonové patce pod stožárem vysokého napětí.

Velikosti polohových odchylek bodů PPBP jsou znázorněny v následujících grafech.

Polohové odchylky bodů PPBP v lokalitě Nová Včelnice



Obr. 7.5 Graf znázorňující přesnost bodů PPBP na základě polohové odchylky (Nová Včelnice)

Z hlediska teorie chyb nemá střední chyba určená z dvojice měření relevantní charakter. Přesto vyhláška č. 26/2007 Sb. definuje postup při ověřování souřadnic bodů PPBP na základě střední souřadnicové chyby. Každému jednotlivému bodu byla tedy

určena hodnota této charakteristiky přesnosti. Následně byly střední chyby rozděleny do tří intervalů, kde pro 4. třídu přesnosti $m_{x,y} = 0,12$ m (0,06 m pro 3. třídu přesnosti), $u_{x,y} = 2m_{x,y}$.

| Testování dle 4. třídy přesnosti | | | Testování dle 3. třídy přesnosti | | |
|------------------------------------|------------|-----------|------------------------------------|------------|-----------|
| Interval | Počet bodů | Podíl [%] | Interval | Počet bodů | Podíl [%] |
| $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 61 | 71 | $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 28 | 33 |
| $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 23 | 27 | $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 33 | 38 |
| $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 2 | 2 | $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 25 | 29 |

Tab. 7.5 Rozdělení středních chyb (AAT Nová Včelnice)

Z tabulky vyplývá, že bodové pole odpovídá 4. třídě přesnosti, vyjma dvou bodů, u kterých střední souřadnicová chyba překročila hodnotu 0,24 m. Naopak bodové pole neodpovídá současným kritériím. Dle vyhlášky je požadováno alespoň 40 % výběrových středních souřadnicových chyb menších, než je hodnota základní střední souřadnicové chyby $m_{x,y}$. Dosaženo bylo však jen 33 %. 29 % překročilo mezní souřadnicovou chybu.

V lokalitě byly také vyzorovány systematické posuny bodů. Na obrázku 7.7 (str. 43) lze odhalit výrazné posuny stejným směrem v k. ú. Nekrasín, Hadravova Rosička a ve středu lokality. Černé šipky znázorňují vektory vlíčovacích bodů, červené pak bodů PPBP. Vykreslené vektory byly 1000× zvětšeny a znázorňují polohové chyby ve směru souřadnice z RTK – souřadnice z AAT.

7.2.3 Podrobné polohové bodové pole v lokalitě Jarošov nad Nežárkou

Z jedenácti zaměřených vlíčovacích bodů byla zjištěna nejvyšší polohová odchylka mezi souřadnicemi vstupujícími do výpočtu aerotriangulace a souřadnicemi určenými při tvorbě této práce 0,12 m na bodě 508 v k. ú. Jindřiš. Tato větší diference však neměla vliv na nejbližší určované body a mohla být rozložena díky ostatním nejbližším vlíčovacím bodům, které se však nedochovaly a nemohly být tudíž také kontrolně zaměřeny.

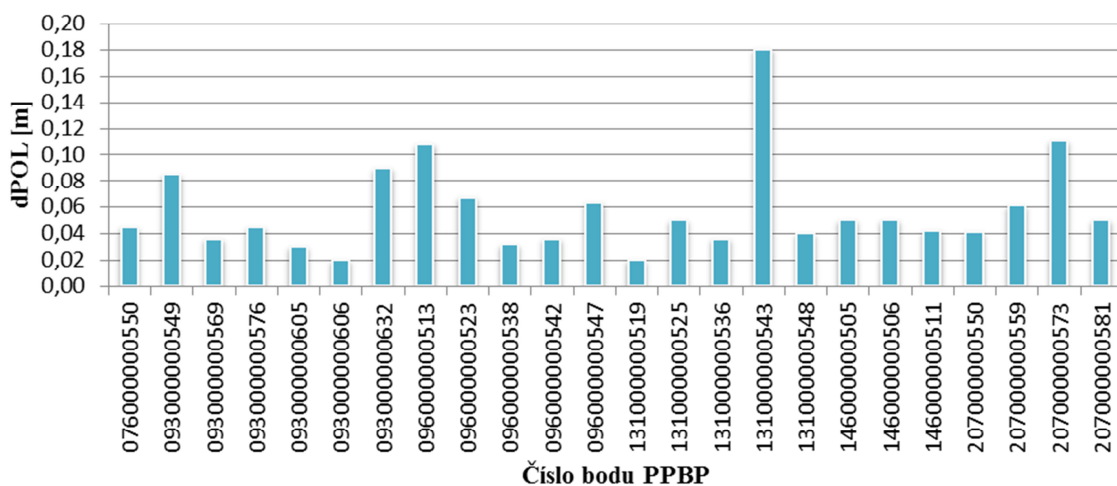
Tabulka 7.6 shrnuje vypočítané charakteristiky přesnosti z 24 bodů PPBP na území ZMVM Jarošov nad Nežárkou.

| Střední chyba souboru [m] | | Střední hodnota rozdílů [m] | | Rozpětí intervalu rozdílů [m] | |
|---------------------------|-------|-----------------------------|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| m_y | 0,053 | E(dY) | -0,019 | dY | $\langle -0,18; 0,06 \rangle$ |
| m_x | 0,042 | E(dX) | 0,008 | dX | $\langle -0,06; 0,11 \rangle$ |
| m_h | 0,097 | E(dh) | 0,010 | dh | $\langle -0,16; 0,27 \rangle$ |
| $m_{x,y}$ | 0,048 | | | | |

Tab. 7.6 Charakteristiky přesnosti (AAT Jarošov nad Nežárkou)

Největší polohovou odchylku 0,18 m vykázal bod 543 (Lovětín), u kterého je však podezření, že s jeho stabilizací (křížek v železničním kilometrovníku) bylo manipulováno. Na tomto bodě byla zaznamenána také výšková diference -0,16 m. Střední souřadnicové chyby bodů jsou znázorněny v následujícím grafu. Obdobně jako v první lokalitě byly body rozděleny do intervalů dle násobku střední souřadnicové chyby.

Polohové odchylky bodů PPBP v lokalitě Jarošov n. Než.



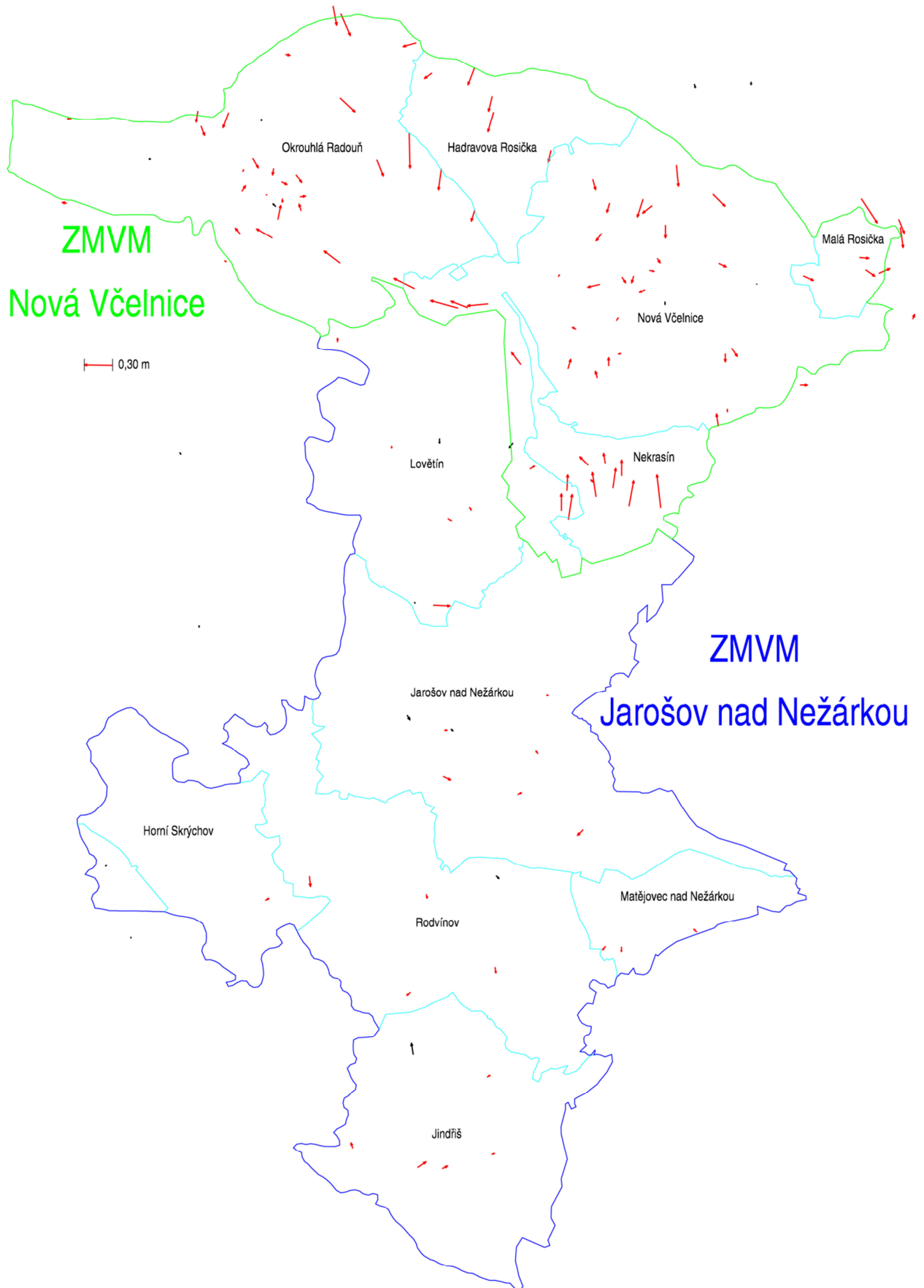
Obr. 7.6 Graf znázorňující přesnost bodů PPBP na základě polohové odchylky (Jarošov)

| Testování dle 4. třídy přesnosti | | | Testování dle 3. třídy přesnosti | | |
|------------------------------------|------------|-----------|------------------------------------|------------|-----------|
| Interval | Počet bodů | Podíl [%] | Interval | Počet bodů | Podíl [%] |
| $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 23 | 96 | $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 20 | 83 |
| $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 1 | 4 | $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 3 | 13 |
| $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 0 | 0 | $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 1 | 4 |

Tab. 7.7 Rozdělení středních chyb (AAT Jarošov nad Nežárkou)

Z tabulky je patrné, že bodové pole bezpečně odpovídá požadavkům 4. třídy přesnosti a vyjma jednoho bodu splňuje také kritéria dnešní přesnosti bodů PPBP. Po vykreslení polohových odchylek nebyly odhaleny žádné systematické posuny.

Z obrázku na následující straně jsou zřejmé rozdíly v obou lokalitách.



Obr. 7.7 Polohové rozdíly bodů PPBP vyjádřeny s využitím vektorů

8 ZÁVĚR

Účelem bakalářské práce bylo otestování podrobného polohového pole ve dvou lokalitách na Jindřichohradecku, přesněji v lokalitách Nová Včelnice a Jarošov nad Nežárkou, kde fotogrammetricky proběhla tvorba Základní mapy velkého měřítka včetně bodového pole.

Jako nejvýhodnější pro měření se vzhledem k povaze bodů určených pomocí leteckého snímkování jevila metoda GNSS, případně její kombinace s terestrickým měřením u bodů, které neumožňovali kvalitní GNSS observaci. Předpoklad vhodnosti této metody se ukázal jako správný, když ve výsledku bylo 82 % bodů změřeno právě přímo metodou GNSS.

Měření probíhalo dle platných kritérií a technických požadavků, jež jsou stanoveny v předpisech týkající se zeměměřictví a katastru. Celkově bylo ve třech etapách během devatenácti dnů přeměřeno sto deset bodů PPBP a dvacet jedna bodů plnící funkci vlícovacích bodů.

Po zpracování měřených dat byly v první řadě vypočteny charakteristiky přesnosti dvojic měření RTK, aby bylo zajištěno, že dvojice výsledků si vzájemně odpovídá nebo zda měření bylo ovlivněno hrubou chybou a je potřeba vykonat měření nové. Výsledná přesnost souboru 151 dvojic je charakterizována výběrovou střední souřadnicovou chybou $m_{x,y} = 0,009$ m.

V lokalitě Nová Včelnice bylo změřeno celkem 86 bodů PPBP. Tento soubor měření lze charakterizovat výběrovou souřadnicovou chybou 0,11 m a střední výběrovou chybou ve výšce 0,17 m. Na některých bodech byly zjištěny výrazné posuny jak ve složce polohové, tak i výškové. V místech s většími odchylkami byly zároveň identifikovány posuny více bodů ve stejném směru, což indikuje vliv systematických chyb při tvorbě bodového pole. Ve shrnutí celý soubor odpovídá třídě přesnosti 4, ve které jsou v současné době body evidovány (vyjma dvou bodů, u kterých skutečná střední souřadnicová chyba překročila mezní souřadnicovou chybu). Pokud bychom uvažovali současná kritéria, pak 29 % bodů překračuje dvojnásobek základní střední souřadnicové chyby (0,12 m – 3. třída přesnosti).

Celkem 24 bodů bylo přeměřeno v území obce Jarošov nad Nežárkou a přilehlých katastrálních území, které byly mapovány při tvorbě ZMVM na přelomu osmdesátých a devadesátých let. Z vypočítaných charakteristik přesnosti byla určena výběrová střední souřadnicová chyba souboru měření $m_{x,y} = 0,05$ m a výběrová střední chyba ve výšce $m_h = 0,10$ m. Všechny body v této lokalitě splňují kritéria 4. třídy přesnosti a při uvážení současně platných požadavků pouze jeden bod překročil hodnotu $u_{x,y}$ (0,12 m). U tohoto bodu zároveň figuruje možné podezření na v minulosti uskutečněnou manipulaci s jeho stabilizací. Zbytek bodů v tomto souboru pak vyhovuje kritériím (83 % bodů do $m_{x,y}$, 13 % od $m_{x,y}$ do $u_{x,y}$).

Vzhledem ke vzniku platné katastrální mapy v zájmovém území, která byla stejně jako bodové pole výsledkem tvorby ZMVM a lze tedy předpokládat vzájemnou provázanost bodů PPBP a polohopisu katastrální mapy není vhodné z důvodu zachování homogenity mezi polohopisem a bodovým polem měnit souřadnice bodů, které překročily

platná kritéria. Je však možno uvažovat o přesunutí bodů, u kterých byla prokázána požadovaná přesnost, ze 4. třídy přesnosti. Zároveň lze všech 110 bodů doplnit o výšku určenou metodou GNSS.

Katastrální pracoviště v Jindřichově Hradci obdrží elektronickou kopii této práce, technickou zprávu o zhodnocení bodového pole a přehled zjištěných odchylek na jednotlivých bodech.

9 SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] SEZNAM.CZ, A.S. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://mapy.cz/#!x=15.075095&y=49.187083&z=11>
- [2] ČUZK, *Prohlížeč služba WMS - Ortofoto* [cit. 2013-11-17]
- [3] *Město Nová Včelnice* [online]. © 2008-2010 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.vcelnice.cz/>
- [4] Turistické informace. *Jarošov nad Nežárkou* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.jarosov.cz/turinfo.php#pamatky>
- [5] Okrouhlá Radouň | DIAMO, státní podnik. *DIAMO, státní podnik Stráž pod Ralskem* [online]. 2013 [cit. 2013-11-18]. Dostupné z: <http://www.diamo.cz/okrouhla-radoun/>
- [6] Česká republika. Vyhláška č. 31/1995 Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením. In: *Sbírka zákonů*. 1995.
- [7] Česká republika. Vyhláška č. 26/2007, 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). In: *Sbírka zákonů*. 2007.
- [8] HANZL, Vlastimil. *Fotogrammetrie: Modul 01* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006 [cit. 28. 1. 2014]. Dostupné z: http://moodle1x.fce.vutbr.cz/file.php/262/GE15_M011.pdf
- [9] 984 128 MN-2-86. *Metodický návod pro určování bodů podrobného polohového bodového pole aerotriangulací*. Praha: Český úřad geodetický a kartografický, 1986.
- [10] *Technická zpráva k provedení AAT lokality Nová Včelnice*. Pardubice, 1985.
- [11] *Technická zpráva k provedení AAT lokality Jarošov*. Pardubice, 1989.
- [12] ČÁBELKA, Miroslav. *Úvod do GPS*. Praha, 2008.
- [13] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Josef WEIGEL a Radovan MACHOTKA. *Seminář GPS: Metodika GPS měření a vyhodnocení*. Brno: VUT, 2007.
- [14] *European GNSS Agency* [online]. 2014 [cit. 2014-01-29]. Dostupné z: <http://www.gsa.europa.eu/>
- [15] MACHOTKA, Radovan a Jan FIXEL. *Geodetická astronomie a kosmická geodézie II: Modul 01 Kosmická geodézie*. Brno: VUT, 2007.

- [16] LÁSKA, Zdeněk, Martin TEŠNAR, Jaroslav SLABÝ a Jan SUKUP. *Globální navigační satelitní systémy a jejich využití v praxi*. Brno: VUT, 2010.
- [17] Informace o službách a produktech. *Popis sítě* [online]. [2012] [cit. 2014-02-09]. Dostupné z: http://czepos.cuzk.cz/_servicesProducts.aspx
- [18] KOSTELECKÝ, Jan, Jakub KOSTELECKÝ a Ivan PEŠEK. VÝZKUMNÝ ÚSTAV GEODETICKÝ, topografický a kartografický, v.v.i, Stavební fakulta ČVUT v Praze. *Metodika převodu mezi ETRF2000 a S-JTSK: varianta 2*. GO Pecný, 2010. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/GNSS/Nova-realizace-systemu-ETRS89-v-CR/Metodika-prevodu-ETRF2000-vs-S-JTSK-var2\(101208\).aspx](http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/GNSS/Nova-realizace-systemu-ETRS89-v-CR/Metodika-prevodu-ETRF2000-vs-S-JTSK-var2(101208).aspx)
- [19] Programy použitelné pro data získaná pomocí GNSS v období od 1.7.2012. *ČÚZK* [online]. 2012 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/GNSS/Programy-pouzitelne-pro-data-ziskana-pomoci-GN-\(1\).aspx](http://www.cuzk.cz/Zememerictvi/Geodeticke-zaklady-na-uzemi-CR/GNSS/Programy-pouzitelne-pro-data-ziskana-pomoci-GN-(1).aspx)
- [20] ASHTECH. *Promark 500 Reference Manual*. 2010. Dostupné z: ftp://ftp.ashtech.com/Land%20Survey/ProMark%20500/Manuals/PM500%20Reference%20Manual/ProMark500_RM_en_D.pdf
- [21] SEZNAM.CZ, A.S. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#!x=15.040406&y=49.192426&z=11>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

| | |
|---|----|
| Obr. 2.1 Lokalita [1] | 11 |
| Obr. 2.2 Vyznačení lokalit ZMVM [2]..... | 11 |
| Obr. 2.3 Bod PPBP stabilizován v kilometrovníku na zastávce Lovětín | 12 |
| Obr. 3.1 Stabilizace železnou nohou a hlavou z plastu | 15 |
| Obr. 3.2 Stabilizace vysekáním křížku | 15 |
| Obr. 4.1 Princip aerotriangulace [8] | 17 |
| Obr. 4.2 Přibližná poloha snímků [21] | 19 |
| Obr. 4.3 Letecký snímek poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2014 | 19 |
| Obr. 4.4 Letecké snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2014 | 20 |
| Obr. 5.1 Základní úloha družicové geodézie [15] | 22 |
| Obr. 5.2 Schéma transformace [18]..... | 25 |
| Obr. 5.3 Schéma odchylek na trigonometrických bodech | 26 |
| Obr. 6.1 Promark 500 a MobileMapper CX | 27 |
| Obr. 6.2 Topcon GPT-9003M na kalibrační základně Bukovina | 28 |
| Obr. 6.3 Ukázka souboru s evidencí bodů | 29 |
| Tab. 6.1 Harmonogram měření..... | 30 |
| Obr. 6.4 Příprava měření na TB 6 (3105)..... | 31 |
| Obr. 6.5 Zvědavé jalovice u bodu 572, Nová Včelnice | 32 |
| Obr. 6.6 Kopřiva dvoudomá obklopující bod 511, Horní Radouň | 32 |
| Obr. 6.7 Schéma konfigurace bodů při doměřování bodu 548, Lovětín | 33 |
| Obr. 6.8 Bod 510 (Okrouhlá Radouň) během první a třetí etapy měření | 34 |
| Obr. 6.9 Ukázka prostředí programu Transform | 35 |
| Obr. 7.1 Histogram četnosti dY měřických dvojic RTK | 36 |
| Obr. 7.2 Histogram četnosti dX měřických dvojic RTK | 37 |
| Obr. 7.3 Histogram četnosti dh měřických dvojic RTK..... | 37 |
| Tab. 7.1 Charakteristiky přesnosti dvojic měření RTK..... | 37 |
| Obr. 7.4 Histogram četnosti dPol měřických dvojic RTK..... | 38 |
| Tab. 7.2 Porovnání lokální transformace z vlíc. bodů a globálního klíče (N. Včelnice)..... | 38 |
| Tab. 7.3 Porovnání lokální transformace z vlíc. bodů a globálního klíče (Jar. n. Než.)..... | 39 |
| Tab. 7.4 Charakteristiky přesnosti (AAT Nová Včelnice) | 40 |
| Obr. 7.5 Graf znázorňující přesnost bodů PPBP na základě polohové odchylky (N. V.) ... | 40 |
| Tab. 7.5 Rozdělení středních chyb (AAT Nová Včelnice)..... | 41 |
| Tab. 7.6 Charakteristiky přesnosti (AAT Jarošov nad Nežárkou)..... | 41 |
| Obr. 7.6 Graf znázorňující přesnost bodů PPBP na základě polohové odchylky (Jarošov) | 42 |
| Tab. 7.7 Rozdělení středních chyb (AAT Jarošov nad Nežárkou) | 42 |
| Obr. 7.7 Polohové rozdíly bodů PPBP vyjádřeny s využitím vektorů | 43 |

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|-------------|--|
| S-JTSK..... |systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální |
| ETRS89..... | Evropský terestrický referenční systém 1989 |
| RTK |Real time kinematic (kinematické měření v reálném čase) |
| ZMVM..... | Základní mapa velkého měřítka |
| AAT |Analytická aerotriangulace |
| IMU..... | Inertial measurement unit (inerciální měřicí jednotka) |
| PPBP | Podrobné polohové bodové pole |
| GPS | Global positioning systém (globální poziční systém) |
| GNSS |Globální navigační satelitní systémy |
| ČUZK..... | Český úřad zeměměřický a katastrální |
| GÚ..... | geodetické údaje |
| TB | trigonometrický bod |
| PDOP | Position Dilution of Precision (parametr přesnosti polohy) |
| VGHMÚř..... | Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad |

12 SEZNAM PŘÍLOH

Všechny zde uvedené přílohy jsou přiloženy v elektronické podobě.

1. GNSS data
2. GNSS protokoly
3. Kalibrační listy
4. Polární metoda (zápisník, výpočetní protokol)
5. Průměrování souřadnic
6. Seznam souřadnic v S-JTSK
7. Ověření globálního transformačního klíče v dané lokalitě
8. Porovnání transformačního klíče z vlícovacích bodů s globálním
9. Testování (dvojice GPS, body PPBP)
10. Kresba s vektory posunů (papírová podoba na str. 43)
11. Technická zpráva pro katastrální pracoviště Jindřichův Hradec

UKÁZKY PŘÍLOH

1. GNSS data

Úplná podoba je součástí elektronické verze

```
JB,NMJarosov,DT07-21-2013,TM07:57:34
MO,AD0,UN1,SF1.00000000,EC0,EO0.0,AU0
--FAST Survey Version 3.0.3
--CRD: Alphanumeric
--Uziv. defin.: CZECH/Krovak-JTSK(GRID)
--Vybaveni: ProMark 500
--Antenna Type: [MAG990596
NONE],RA0.0980m,SHMP0.0400m,L10.1018m,L20.0862m,--PROMARK500, TNC
CONNECTOR TO NORTH
--Lokaiz. soubor: Zadny
--Soubor separace geoidu: \MyDevice\FAST Survey\Data\CR-2005_v1005_2.gsf
--GPS meritko: 1.00000000
--Scale Point not used
SP,PN31102720,N 1144944.3900,E 710693.5700,EL513.8300,--
--RTK Method: RTCM V3.0, Device: Interni GSM, Network: NTRIP iMAX3C-GG
BP,PNBP0000001,LA49.243526836000,LN14.404878738000,EL496.3000,AG0.000,PA0.
067,--
--Entered HR: 1.5700, Slant
LS,HR1.6287
GPS,PN31102720A,LA49.130163937580,LN15.025547420260,EL561.570882,--
--GS,PN31102720A,N 1144944.3397,E 710693.5642,EL513.8097,--
--GT,PN31102720A,SW1750,ST25092600,EW1750,ET25169200
--300 Valid Readings out of 300 Readings
--300 Fixed Readings out of 300
--Nor Min: 1144944.3300 Max: 1144944.3489
--Eas Min: 710693.5594 Max: 710693.5686
--Elv Min: 513.7956 Max: 513.8226
--Nor Avg: 1144944.3397 SD: 0.0034
--Eas Avg: 710693.5642 SD: 0.0017
--Elv Avg: 513.8097 SD: 0.0050
--HRMS Avg: 0.0134 SD: 0.0011 Min: 0.0108 Max: 0.0166
--VRMS Avg: 0.0177 SD: 0.0012 Min: 0.0150 Max: 0.0220
--HDOP Avg: 0.7000 Min: 0.7000 Max: 0.7000
--VDOP Avg: 1.1850 Min: 1.1000 Max: 1.2000
--PDOP Avg: 1.3850 Min: 1.3000 Max: 1.4000
--Number of Satellites Avg: 13 Min: 13 Max: 13
--DT07-21-2013
--TM08:00:01
BP,PNBP0000002,LA49.044720488000,LN15.261245540000,EL534.7969,AG0.000,PA0.
067,--
--Entered HR: 1.5450, Slant
LS,HR1.6037
```

2. GNSS protokoly

Úplná podoba je součástí elektronické verze

Polohy bodů

JKomarekBP

Polohový souřadnicový systém: ETRS89 Datum: 24/01/14
Výškový systém: Elipsoidická výška Zakázka: JKomarekBP.spr
Požadovaná horizont. přesnost: 0,020m + 2ppm
Požadovaná vertik. přesnost: 0,030m + 5ppm
Úroveň spolehlivosti: 95% chyba
Jednotky měření: Metry

| Číslo BODU | Popis | Poloha | 95% Chyba | Fix Stav | Poziční Stav |
|---------------|--|--------|-------------------------|-------------|-----------------|
| 1 0511 | šířka 49° 12' 46.89832" N délka 15° 4' 38.72304" E výška 551.897 | | 0.012 0.012 0.004 | | Spočítaný |
| 2 0504 | šířka 49° 12' 52.32065" N délka 15° 4' 29.16491" E výška 543.866 | | 0.012 0.013 0.005 | | Spočítaný |
| 3 0501 | šířka 49° 12' 56.91911" N délka 15° 4' 32.87791" E výška 548.475 | | 0.010 0.012 0.004 | | Spočítaný |
| 4 0502 | šířka 49° 13' 0.43294" N délka 15° 4' 23.53883" E výška 543.762 | | 0.011 0.010 0.004 | | Spočítaný |
| 5 0514 | šířka 49° 12' 59.11787" N délka 15° 4' 14.71590" E výška 539.920 | | 0.013 0.011 0.004 | | Spočítaný |
| 6 0505 | šířka 49° 12' 53.32064" N délka 15° 4' 18.81302" E výška 536.118 | | 0.012 0.013 0.004 | | Spočítaný |
| 7 0511 | šířka 49° 12' 46.89804" N délka 15° 4' 38.72356" E výška 551.956 | | 0.008 0.009 0.004 | | Spočítaný |
| 8 0504 | šířka 49° 12' 52.32128" N délka 15° 4' 29.16571" E výška 543.823 | | 0.009 0.007 0.004 | | Spočítaný |
| 9 0501 | šířka 49° 12' 56.91879" N délka 15° 4' 32.87821" E výška 548.465 | | 0.008 0.010 0.004 | | Spočítaný |
| 10 0502 | šířka 49° 13' 0.43274" N délka 15° 4' 23.53889" E výška 543.758 | | 0.011 0.012 0.004 | | Spočítaný |
| 11 0514 | šířka 49° 12' 59.11703" N délka 15° 4' 14.71566" E | | 0.009 0.009 | | Spočítaný |

Protokol určení bodů podrobného polohového bodového pole technologí GNSS

Lokalita (název): JKomarekBP

Okres: Jindřichův Hradec

Katastrální území:

Organizace-firma zhotovitele:

Protokol zpracoval (jméno, datum, podpis): Josef Komárek, 24.01.2014

1. Použité přístroje GNSS:

Přijímače:

| | | | |
|------------------|-------------|--|--|
| výrobce – značka | ASHTech | | |
| typ | Promark 500 | | |
| výrobní čísla | 200825044 | | |

Antény:

| | | | |
|------------------|-------------|--|--|
| výrobce – značka | ASHTech | | |
| typ | Promark 500 | | |
| výrobní čísla | 200825044 | | |

Radiomodem (u RTK):

| |
|-----------|
| GSM modem |
|-----------|

2. Zaměření: 24.01.2014

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

RTK - CDAC

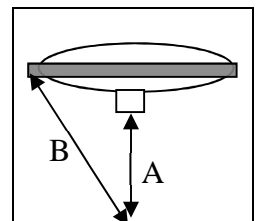
| | | |
|--|-----------------------------|---------------|
| 2.2 Doba měření na bodech: | minimální | 2 minut |
| | průměrná (<i>odhadem</i>) | 3 minut |
| 2.3 Interval mezi odečty (<i>v sekundách</i>): | | 1 sekundy |
| 2.4 Počet zaměření určovaných bodů: | | 11. vol.volba |
| 2.5 Interval mezi měřeními na týchž bodech: | nejmenší | 1. hod. |
| | průměrný (<i>odhadem</i>) | 3.5 hod. |
| 2.6 Hodnota PDOP: | největší | 3.8 |
| | průměrná (<i>odhadem</i>) | 1.6 |

2.7 Měření výšky antény:

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

B

Náčrt (*s vyznačením koncových bodů měření výšky*):



2.8 Způsob korekce výšky k centru antény - *firemní software*

3. Výpočty geocentrických souřadnic

3.1 Použitý software (název, verze):

AshtechSolutions v2.6

3.2 Použité výchozí souřadnice:

A – souřadnice získány během zpracování (WGS-84)

B – souřadnice navázány na ETRS89 (zadáním souřadnic alespoň 1 bodu s platnými geocentrickými souřadnicemi)

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

D – přibližné souřadnice ETRS89 získány zpětnou transformací z S-JTSK
počet zadaných bodů resp. použitých referenčních stanic:

C

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

Technická zpráva

4. Transformace do S-JTSK

4.1 Program použitý pro transformaci (název, verze):

TRANSFORM v.2014

4.2 Použitý transformační klíč:

A – klíč určován během procesu transformace

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

C – byla použita globální transformace schválená ČUZK

C

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

Technická zpráva

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

Technická zpráva

4.5 Výstup s porovnáním souřadnic dvakrát určených bodů včetně rozdílů

Technická zpráva

Poznámky:

3. Kalibrační listy

Kalibrace dálkoměru



gen. Svobody 181, 533 51 Pardubice, Tel: +420 466 644 665
<http://www.geobchod.cz>,
mail: info@geobchod.cz

KALIBRAČNÍ LIST

285 - 2013 – Totální stanice – kalibrace délková

List 1 ze 2 listů

Datum převzetí: 23.7.2013
Převzal: Slavík Jakub
Datum měření: 23.7.2013
Měření provedl: Slavík Jakub
Datum vystavení: 23.7.2013
Vystavil: Slavík Jakub

Firma: Ing. Jan Hoška
Třebického 649/II
377 01 Jindřichův Hradec

Měřidlo: Totální stanice Topcon GPT9003M
(pracovní měřidlo nestanovené)

Výrobní číslo: 5H0104

Konstanty nastavené: Do přístroje byl zaveden tlak, teplota a konstanta hranolu
Teplota: 27,6 °C (s přesností 1°C)
Tlak: 992 hPa ppm: 5,0
Konst. hranolu: -30 mm oblačno

Použitý etalon: Délková geodetická základna Hvězda - totální stanice Topcon GPT-102R v.č.G52248, kalibrační list 35455/2013, vydaný Kalibrační laboratoří č. 2292 VUGTK Zdiby, ze dne 3.5.2013

Metodika kalibrace: Kalibrační postup KP – č. 5/99: Dálkoměry, délky u totálních stanic. ČSN ISO 8322-10 – 1: Optika a optické přístroje – Terénní postupy pro zkoušení geodetických a měřičských přístrojů. Část 4: Elektrooptické dálkoměry Část 5: Elektronické tachymetry.

Nejistota měření: - rozšířená nejistota určení doplňkové adiční konstanty je $\pm 1,0$ mm
rozšířená nejistota určení doplňkové násobné konstanty je $\pm 2,0$ mm



gen. Svobody 181, 533 51 Pardubice, Tel: +420 466 644 665
<http://www.geoobchod.cz>,
mail: info@geoobchod.cz

List 2 ze 2 listů

Údaje o nejistotách:

Rozšířená nejistota měření při $K=2$, je pro součtovou konstantu $\leq 0,0026$ m a pro násobnou konstantu $\leq 0,0038$ m. Údaj platí pro koeficient rozšíření $K=2$, který při normálním rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02.

Přístroj plně vyhovuje přesnosti dané výrobcem, tj. přesnosti charakterizované směrodatnou normou.

Výsledky měření:

Do přístroje byly zavedeny hodnoty tlaku a teploty

| | | |
|---|---------------------------|-----------------|
| Hodnoty vypočtené pro použité hranoly: | Součtová konstanta | 0,0019 m |
| | Násobná konstanta | 0,0028 m |

Hodnoty platí pro délky do 1000m a znaménka u konstant mají korekční charakter. Pro korekci je nutné použít hodnoty inverzní.



geoobchod, s.r.o. Pardubice

Kalibrace GNSS aparatury



gen. Svobody 181, 533 51 Pardubice, Tel: +420 466 644 665
<http://www.geoobchod.cz>, mail: info@geoobchod.cz

KALIBRAČNÍ LIST č. 286/2013 Pro GNSS aparaturu (nestanovené měřidlo)

| | Přijímač | Anténa | Záznamník |
|----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Výrobce | Spectra Precision | Spectra Precision | Ashtech |
| Typ | ProMark 500 | Interní | MobileMapper CX |
| Výrobní číslo | 200825044 | - | 0204114503703 |
| Verze firmware | 2013 | - | FastSurvey 3.0.3 |
| Eviden. číslo | - | - | - |

Podrobnosti: -

Použitý etalon: Kalibrační základna Bukovina navázána porovnávacím měřením dle ČSN EN ISO/IEC 17025 na referenční etalon polohy ČMI č. ECR 110-14 - Testovací základna pro GPS - Skalka

Počasí: Teplota - 32.8 °C
Tlak - 995.4 hPa
Popis - Jasno, slunečno

Vyhodnocení kalibrace: Porovnání určených souřadnic kalibrovaným měřidlem s referenčními souřadnicemi etalonu. Použitá technologie měření je shodná s běžným použitím GNSS aparatury včetně zpracovatelského programu a postupů při navázání do referenčního souřadnicového systému.

Kalibrační postupy: ČSN EN ISO/IEC 17025

Technika měření: REAL-TIME KINEMATIC, služba RTK

Popis technologie:

Měření bylo provedeno na 9 bodech kalibrační základny Bukovina. Body jsou stabilizovány nucenou centrací a pro měření výšky byl použit vždy stejný adaptér o velikosti 0.075m. Na každém bodě bylo měřeno uvedenou metodou dvakrát s časovým posunem nejméně 1 hodiny. Doba měření na bodu byla 30 sekund, interval ukládání dat byl nastaven na 1 sekundu, elevační maska více než 5°. Při výpočtu byly použity hodnoty fázových center daných výrobcem pro typ antény. Přepočet měřené výšky antény na fázové centrum zajišťuje firemní program.

Navázání do referenčního souřadnicového systému:

Pro určení souřadnic byly užity korekce ze síťového řešení CZEPOS – stanice CPAR3, služba RTK, systém ETRS89 (ETRF2000).

Použitý software resp. firmware: interní firmware verze 2013

Postup zpracování:

Měření a výpočty byly provedeny v geocentrickém systému S-JTSK. Výsledné souřadnice a výšky byly určeny jako aritmetický průměr dvou nezávisle získaných výsledků.

Kalibrační souřadnice:

| bod | ETRS89 (ETRF2000) | | | | | | S-JTSK | | | | | |
|-----|-------------------|---|----------|---|----|----|----------|---|---------|------------|-------------|---------|
| | 50 | 7 | | N | 15 | 48 | 7,46398 | E | 267,542 | 644365,223 | 1051909,744 | 223,756 |
| 1 | 50 | 7 | 14,54796 | N | 15 | 48 | 7,46398 | E | 267,542 | 644365,223 | 1051909,744 | 223,756 |
| 2 | 50 | 7 | 14,32629 | N | 15 | 48 | 8,72597 | E | 267,306 | 644341,138 | 1051919,505 | 223,520 |
| 3 | 50 | 7 | 13,57982 | N | 15 | 48 | 12,26833 | E | 267,623 | 644273,985 | 1051950,715 | 223,837 |
| 4 | 50 | 7 | 13,15724 | N | 15 | 48 | 14,22893 | E | 267,217 | 644236,851 | 1051968,277 | 223,431 |
| 5 | 50 | 7 | 12,55452 | N | 15 | 48 | 17,04636 | E | 267,522 | 644183,473 | 1051993,376 | 223,736 |
| 6 | 50 | 7 | 10,32325 | N | 15 | 48 | 27,57824 | E | 268,299 | 643983,853 | 1052086,523 | 224,513 |
| 7 | 50 | 7 | 7,62273 | N | 15 | 48 | 40,19167 | E | 272,221 | 643744,875 | 1052198,938 | 228,435 |
| 8 | 50 | 7 | 5,72868 | N | 15 | 48 | 48,80719 | E | 275,608 | 643581,818 | 1052277,233 | 231,822 |
| 9 | 50 | 7 | 3,02178 | N | 15 | 49 | 0,22214 | E | 286,792 | 643366,491 | 1052387,019 | 243,005 |

Naměřené souřadnice 1 měření:

| bod | ETRS89 (ETRF2000) | | | | | | S-JTSK | | | | | |
|-----|-------------------|---|--|---|----|----|---------|---|---------|------------|-------------|---------|
| | 50 | 7 | | N | 15 | 48 | 7,46398 | E | 267,542 | 644365,219 | 1051909,740 | 223,743 |
| 1 | | | | | | | | | | 644365,219 | 1051909,740 | 223,743 |
| 2 | | | | | | | | | | 644341,131 | 1051919,525 | 223,492 |
| 3 | | | | | | | | | | 644273,980 | 1051950,719 | 223,825 |
| 4 | | | | | | | | | | 644236,850 | 1051968,282 | 223,422 |
| 5 | | | | | | | | | | 644183,483 | 1051993,384 | 223,723 |
| 6 | | | | | | | | | | 643983,846 | 1052086,497 | 224,506 |
| 7 | | | | | | | | | | 643744,878 | 1052198,939 | 228,432 |
| 8 | | | | | | | | | | 643581,803 | 1052277,225 | 231,818 |
| 9 | | | | | | | | | | 643366,474 | 1052387,039 | 243,001 |

Naměřené souřadnice 2 měření:

| bod | ETRS89 (ETRF2000) | | | | | | S-JTSK | | | | | |
|-----|-------------------|---|--|---|----|----|---------|---|---------|------------|-------------|---------|
| | 50 | 7 | | N | 15 | 48 | 7,46398 | E | 267,542 | 644341,131 | 1051919,494 | 223,506 |
| 1 | | | | | | | | | | 644341,131 | 1051919,494 | 223,506 |
| 2 | | | | | | | | | | 644273,977 | 1051950,708 | 223,825 |
| 3 | | | | | | | | | | 644236,836 | 1051968,280 | 223,409 |
| 4 | | | | | | | | | | 644183,452 | 1051993,374 | 223,681 |
| 5 | | | | | | | | | | 643983,843 | 1052086,502 | 224,441 |
| 6 | | | | | | | | | | 643744,862 | 1052198,915 | 228,357 |
| 7 | | | | | | | | | | 643581,802 | 1052277,218 | 231,761 |
| 8 | | | | | | | | | | 643366,477 | 1052387,046 | 242,947 |
| 9 | | | | | | | | | | 643366,477 | 1052387,046 | 242,947 |

Naměřené souřadnice průměr:

| bod | ETRS89 (ETRF2000) | | | | | | S-JTSK | | | | | |
|-----|-------------------|---|--|---|----|----|---------|---|---------|------------|-------------|---------|
| | 50 | 7 | | N | 15 | 48 | 7,46398 | E | 267,542 | 644341,131 | 1051919,510 | 223,499 |
| 1 | | | | | | | | | | 644341,131 | 1051919,510 | 223,499 |
| 2 | | | | | | | | | | 644273,979 | 1051950,714 | 223,825 |
| 3 | | | | | | | | | | 644236,843 | 1051968,281 | 223,416 |
| 4 | | | | | | | | | | 644183,468 | 1051993,379 | 223,702 |
| 5 | | | | | | | | | | 643983,845 | 1052086,500 | 224,474 |
| 6 | | | | | | | | | | 643744,870 | 1052198,927 | 228,395 |
| 7 | | | | | | | | | | 643581,803 | 1052277,222 | 231,790 |
| 8 | | | | | | | | | | 643366,476 | 1052387,043 | 242,974 |
| 9 | | | | | | | | | | 644341,131 | 1051919,510 | 223,499 |

Výsledky kalibrace:

| | Složka server | Složka východ | Složka svisle |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Hodnoty maximálních odchylek | 0,031 m | 0,031 m | 0,075 m |
| Jednotková směrodatná odchylka | 0,008 m | 0,009 m | 0,036 m |

| | Střední chyba | Rozšířená nejistota | Standardní nejistota |
|----------------------------|---------------|---------------------|----------------------|
| Střední souřadnicová chyba | 0,014 m | 0,005 m | 0,002 m |
| Střední chyba ve výšce | 0,025 m | 0,008 m | 0,004 m |

Rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace a stavu použitého navigačního systému GNSS.

Datum kalibrace: 25. července 2013

Datum vystavení: 12. srpna 2013

Měření kalibrace provedl: Ing. Josef Komárek

Zpracování kalibrace provedl: Aleš Rucký



 geoobchod, s.r.o. Pardubice

4. Polární metoda

Zápisník

Úplná podoba je součástí elektronické verze

;Měřeno přístrojem GTS-700/GTS-600

; Zakazka: Domereni, Meril:: Datum:10/08/13 korekce:0 mm/km

9999

999999999

100001

1

3

0

2

1 4001 1.620

;161000000511 0.0000 0.000 0.00000 100.63300

161000000511 313.0690 1.440 0.0000 100.6332

4002 21.1720 1.650 95.3904 101.8910

-1

161000000512 28.7930 1.550 163.4180 100.7496

;161000000511 313.0680 1.440 399.9988 100.6328

/

1 4002 1.650

;161000000511 0.0000 0.000 0.00000 100.50500

161000000511 312.2480 1.440 399.9998 100.5054

4001 21.1720 1.620 299.7016 98.1454

-1

161000000512 26.2710 1.550 217.6394 99.3148

;161000000511 312.2480 1.440 0.0002 100.5054

/

1 4003 1.645

;139000000503 0.0000 0.000 0.00000 101.68700

139000000503 71.7410 1.440 399.9998 101.6870

4005 43.1030 1.605 374.7902 101.8574

4004 82.1140 1.400 47.4204 100.6974

-1

139000000504 41.0060 1.610 291.3558 100.1016

;139000000503 71.7410 1.440 399.9996 101.6856

/

1 4005 1.605

;4003 0.0000 0.000 0.00000 98.15420

4003 43.1020 1.645 0.0002 98.1542

139000000503 36.0330 1.440 255.7258 101.1428

4004 75.1590 1.400 307.5266 99.7012

-1

Výpočet polární metody

Úplná podoba je součástí elektronické verze

[1] POLÁRNÍ METODA DÁVKOU

Orientace osnovy na bodě 000000004001:

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|-----------|------------|--------|
| 000000004001 | 708368.03 | 1145694.24 | 508.69 |

Orientace:

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|-----------|------------|--------|
| 161000000511 | 708679.51 | 1145663.07 | 505.75 |
| 000000004002 | 708367.45 | 1145673.08 | 508.03 |

| Bod | Hz | Váha | Směrník | V or. | Délka | v délky | V přev. | m0 Red. |
|--------------|---------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 161000000511 | 0.0000 | 0.3130 | 106.3496 | -0.0003 | 313.006 | 0.030 | -0.01 | |
| 000000004002 | 95.3904 | 0.0212 | 201.7446 | 0.0043 | 21.159 | 0.009 | -0.00 | |

Orientační posun : 106.3498g
 $m0 = \text{SQRT}([\text{vv}]/(n-1))$: 0.0043g
 $\text{SQRT}([\text{vv}]/(n*(n-1)))$: 0.0031g

Test polární metody:

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0043, Mezní hodnota: 0.0800
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Podrobné body

| Polární metoda | Bod | Hz | Z | dH | Délka | Y | X | Z | Popis |
|----------------|--------------|----------|----------|----|--------|-----------|------------|--------|-------|
| | 161000000512 | 163.4180 | 100.7496 | | 28.787 | 708342.43 | 1145681.08 | 508.42 | |

Orientace osnovy na bodě 000000004002:

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|-----------|------------|--------|
| 000000004002 | 708367.45 | 1145673.08 | 508.03 |

Orientace:

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|-----------|------------|--------|
| 161000000511 | 708679.51 | 1145663.07 | 505.75 |
| 000000004001 | 708368.03 | 1145694.24 | 508.69 |

| Bod | Hz | Váha | Směrník | V or. | Délka | v délky | V přev. | m0 Red. |
|--------------|----------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 161000000511 | 399.9998 | 0.3122 | 102.0414 | -0.0001 | 312.191 | 0.030 | -0.01 | |
| 000000004001 | 299.7016 | 0.0212 | 1.7446 | 0.0013 | 21.160 | 0.008 | 0.01 | |

Orientační posun : 102.0417g
 $m0 = \text{SQRT}([\text{vv}]/(n-1))$: 0.0013g
 $\text{SQRT}([\text{vv}]/(n*(n-1)))$: 0.0009g

Test polární metody:

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0013, Mezní hodnota: 0.0800
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Podrobné body

| Polární metoda | Bod | Hz | Z | dH | Délka | Y | X | Z | Popis |
|----------------|--------------|----------|---------|----|--------|-----------|------------|--------|-------|
| | 161000000512 | 217.6394 | 99.3148 | | 26.266 | 708342.43 | 1145681.07 | 508.41 | |

Kontrolní určení bodu číslo 161000000512

| Bod | Y | X | Z | Popis |
|-----|---|---|---|-------|
|-----|---|---|---|-------|

| | | | | |
|--------|-----------|------------|--------|--|
| Starý | 708342.43 | 1145681.08 | 508.42 | |
| Nový | 708342.43 | 1145681.07 | 508.41 | |
| Rozdíl | 0.00 | 0.01 | 0.01 | |

Polohová odchylka: 0.010 Str. souř. chyba: 0.007

| | | | | |
|---------|-----------|------------|----------|--|
| uložený | 708342.43 | 1145681.08 | 508.42 | |
| | (Průměr) | (Průměr) | (Průměr) | |

5. Průměrování souřadnic

Úplná podoba je součástí elektronické verze

PRŮMĚROVÁNÍ SOUŘADNIC

Mezní oprava souřadnice x/Y: 0.600m
Mezní oprava souřadnice Z : 0.600m

Průměrování souřadnic bodu 000000004001

| vY | vX | vZ | vP | Y | X | Z | Popis |
|--------|--------|--------|-------|------------|-------------|---------|-------|
| 0.005 | 0.015 | 0.034 | 0.015 | 708368.029 | 1145694.227 | 508.651 | |
| -0.005 | -0.015 | -0.034 | 0.015 | 708368.038 | 1145694.256 | 508.718 | |

Počet duplicit: 2

Max. vY : -0.005m
Max. vX : 0.015m
Max. vZ : 0.034m
Max. vP : 0.015m

Zprůměrované souřadnice bodu

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|------------|-------------|---------|
| 000000004001 | 708368.034 | 1145694.242 | 508.685 |

Průměrování souřadnic bodu 000000004002

| vY | vX | vZ | vP | Y | X | Z | Popis |
|--------|--------|--------|-------|------------|-------------|---------|-------|
| 0.001 | 0.004 | 0.016 | 0.004 | 708367.446 | 1145673.080 | 508.016 | |
| -0.001 | -0.004 | -0.016 | 0.004 | 708367.448 | 1145673.087 | 508.047 | |

Počet duplicit: 2

Max. vY : -0.001m
Max. vX : 0.004m
Max. vZ : 0.016m
Max. vP : 0.004m

Zprůměrované souřadnice bodu

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|------------|-------------|---------|
| 000000004002 | 708367.447 | 1145673.084 | 508.032 |

Průměrování souřadnic bodu 000000004003

| vY | vX | vZ | vP | Y | X | Z | Popis |
|--------|--------|--------|-------|------------|-------------|---------|-------|
| -0.011 | -0.016 | 0.006 | 0.019 | 705768.884 | 1142669.208 | 543.152 | |
| 0.011 | 0.016 | -0.006 | 0.019 | 705768.863 | 1142669.177 | 543.163 | |

Počet duplicit: 2

Max. vY : -0.011m
Max. vX : -0.016m
Max. vZ : 0.006m
Max. vP : 0.019m

Zprůměrované souřadnice bodu

| Bod | Y | X | Z |
|--------------|------------|-------------|---------|
| 000000004003 | 705768.874 | 1142669.193 | 543.158 |

Průměrování souřadnic bodu 000000004004

| vY | vX | vZ | vP | Y | X | Z | Popis |
|--------|--------|--------|-------|------------|-------------|---------|-------|
| 0.008 | -0.004 | 0.027 | 0.009 | 705764.147 | 1142587.212 | 542.462 | |
| -0.008 | 0.004 | -0.027 | 0.009 | 705764.162 | 1142587.204 | 542.515 | |

Počet duplicit: 2

Max. vY : -0.008m
Max. vX : 0.004m
Max. vZ : -0.027m
Max. vP : 0.009m

6. Seznam souřadnic v S-JTSK

Úplná podoba je součástí elektronické verze

| Číslo bodu | Y | X | h |
|--------------|-----------|------------|--------|
| 000931050030 | 707381.75 | 1141155.18 | 525.91 |
| 000931050060 | 708296.58 | 1143495.47 | 530.03 |
| 000931050062 | 707322.20 | 1143301.20 | 540.08 |
| 000931050102 | 705349.60 | 1144431.79 | 534.16 |
| 000931052710 | 707985.36 | 1141177.67 | 524.03 |
| 000931100030 | 712584.72 | 1141550.72 | 596.20 |
| 000931100061 | 713453.05 | 1145087.88 | 517.08 |
| 000931100120 | 713248.49 | 1146926.72 | 515.64 |
| 000931100130 | 711037.80 | 1147887.35 | 501.62 |
| 000931100131 | 710571.32 | 1148032.33 | 498.38 |
| 000931100132 | 710962.31 | 1146683.64 | 506.47 |
| 000931102630 | 714244.68 | 1149491.20 | 482.32 |
| 000931102650 | 710092.22 | 1149591.18 | 494.09 |
| 000931102660 | 712432.37 | 1142479.45 | 546.94 |
| 000931102700 | 714506.66 | 1143015.05 | 538.73 |
| 000931102720 | 710693.57 | 1144944.34 | 513.82 |
| 000941062040 | 713971.67 | 1150242.58 | 488.60 |
| 058000000502 | 710772.71 | 1141060.98 | 539.15 |
| 058000000506 | 710321.60 | 1141007.49 | 547.48 |
| 058000000511 | 710117.72 | 1141476.87 | 530.16 |
| 058000000513 | 710132.35 | 1141308.06 | 540.05 |
| 058000000514 | 709507.71 | 1141881.47 | 516.66 |
| 058000000520 | 710673.56 | 1142073.94 | 510.66 |
| 058000000521 | 710316.85 | 1142513.45 | 507.82 |
| 075000000509 | 713260.30 | 1141464.90 | 539.36 |
| 075000000510 | 711825.09 | 1140354.63 | 553.62 |
| 075000000511 | 711741.38 | 1140433.82 | 546.35 |
| 076000000550 | 712545.57 | 1149852.71 | 490.91 |
| 093000000534 | 708958.23 | 1149077.81 | 503.61 |
| 093000000549 | 709166.69 | 1149103.16 | 499.84 |
| 093000000569 | 709647.34 | 1148298.21 | 478.61 |
| 093000000576 | 709862.00 | 1148729.21 | 474.30 |
| 093000000605 | 710643.29 | 1148045.16 | 498.04 |
| 093000000606 | 709533.08 | 1147679.77 | 487.78 |
| 093000000632 | 710653.48 | 1148535.37 | 484.35 |
| 096000000508 | 710972.85 | 1151494.48 | 494.68 |
| 096000000513 | 710926.50 | 1152692.70 | 482.71 |
| 096000000523 | 710665.85 | 1152706.89 | 476.82 |
| 096000000538 | 710140.30 | 1152554.54 | 512.62 |
| 096000000542 | 710187.40 | 1151732.71 | 492.46 |
| 096000000547 | 711613.95 | 1152486.33 | 480.32 |
| 110000000501 | 712956.06 | 1143070.70 | 529.91 |
| 131000000519 | 711201.99 | 1145022.62 | 507.63 |
| 131000000525 | 710604.17 | 1145794.06 | 500.56 |

7. Ověření globálního transformačního klíče v dané lokalitě

| Číslo bodu | Přetřansformované GTR | | | Evidované S-JTSK | | | Souřadnicové rozdíly | | | | | | |
|--------------|-----------------------|------------|---------|------------------|------------|--------|----------------------|--------|--------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Y | X | h | Y | X | h | dY [m] | dX [m] | dh [m] | dPOL [m] | dY ² [m ²] | dX ² [m ²] | dh ² [m ²] |
| 000931050030 | 707381,77 | 1141155,17 | 525,933 | 707381,75 | 1141155,21 | 525,93 | 0,02 | -0,04 | 0,00 | 0,05 | 0,0005 | 0,0017 | 7E-06 |
| 000931100030 | 712584,74 | 1141550,75 | 596,275 | 712584,72 | 1141550,74 | 596,26 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,0003 | 5E-05 | 0,0002 |
| 000931050480 | 703372,30 | 1140415,33 | 600,752 | 703372,29 | 1140415,33 | 600,77 | 0,01 | 0,00 | -0,02 | 0,01 | 0,0002 | 1E-05 | 0,0003 |
| 000931050580 | 707190,55 | 1145166,33 | 516,094 | 707190,52 | 1145166,35 | 516,11 | 0,03 | -0,02 | -0,02 | 0,03 | 0,0007 | 0,0004 | 0,0003 |
| 000931050590 | 703911,92 | 1146254,50 | 549,461 | 703911,91 | 1146254,50 | 549,46 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,0001 | 1E-05 | 4E-07 |
| 000931050120 | 713248,51 | 1146926,73 | 515,662 | 713248,49 | 1146926,74 | 515,64 | 0,02 | -0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0005 |
| 000931050170 | 708398,47 | 1149550,32 | 532,963 | 708398,46 | 1149550,33 | 532,92 | 0,01 | -0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,0001 | 4E-05 | 0,0018 |
| 000941060160 | 713711,02 | 1157240,45 | 533,394 | 713711,00 | 1157240,46 | 533,41 | 0,02 | -0,01 | -0,02 | 0,02 | 0,0003 | 0,0001 | 0,0003 |
| 000941010140 | 706969,85 | 1158282,21 | 587,425 | 706969,85 | 1158282,21 | 587,44 | 0,00 | 0,00 | -0,02 | 0,00 | 1E-05 | 1E-05 | 0,0002 |
| | | | | | | | 0,02 | -0,01 | 0,00 | Suma | 0,002 | 0,002 | 0,004 |

střední chyba souboru měření

Celkový počet bodů: 9
 m_y [m] 0,017
 m_x [m] 0,017
 m_h [m] 0,020
 $m_{x,y}$ [m] 0,017

9. Testování (měřické dvojice RTK, body PPBP)

Úplná podoba je součástí elektronické verze

| Číslo bodu | AAT | | | GNSS | | | Souřadnicové rozdíly | | | dPol | m _{y,x} |
|--------------|-----------|------------|--------|-----------|------------|--------|----------------------|--------|--------|-------|------------------|
| | Y [m] | X [m] | h [m] | Y [m] | X [m] | h [m] | dY [m] | dX [m] | dh [m] | | |
| 000931050030 | 707381,75 | 1141155,21 | 525,75 | 707381,75 | 1141155,18 | 525,91 | 0,00 | 0,03 | 0,16 | 0,030 | 0,021 |
| 000931050060 | 708296,58 | 1143495,50 | 530,09 | 708296,58 | 1143495,47 | 530,03 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,030 | 0,021 |
| 000931050062 | 707322,20 | 1143301,21 | 540,01 | 707322,20 | 1143301,20 | 540,08 | 0,00 | 0,01 | 0,07 | 0,010 | 0,007 |
| 000931050102 | 705349,60 | 1144431,80 | 534,12 | 705349,60 | 1144431,79 | 534,16 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,010 | 0,007 |
| 000931052710 | 707985,35 | 1141177,71 | 523,87 | 707985,36 | 1141177,67 | 524,03 | -0,01 | 0,04 | 0,16 | 0,041 | 0,029 |
| 000931100030 | 712584,72 | 1141550,74 | 596,25 | 712584,72 | 1141550,72 | 596,20 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,020 | 0,014 |
| 000931102660 | 712432,40 | 1142479,42 | 546,96 | 712432,37 | 1142479,45 | 546,94 | 0,03 | -0,03 | 0,02 | 0,042 | 0,030 |
| 000931102700 | 714506,66 | 1143015,05 | 538,70 | 714506,66 | 1143015,05 | 538,73 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,000 | 0,000 |
| 17400000505 | 713784,45 | 1141971,13 | 530,48 | 713784,47 | 1141971,13 | 530,42 | -0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,020 | 0,014 |
| 16500000563 | 709911,63 | 1144990,73 | 497,54 | 709911,59 | 1144990,68 | 497,43 | 0,04 | 0,05 | 0,11 | 0,064 | 0,045 |
| 05800000502 | 710772,79 | 1141061,04 | 539,38 | 710772,71 | 1141060,98 | 539,15 | 0,08 | 0,06 | 0,23 | 0,100 | 0,071 |
| 05800000506 | 710321,67 | 1141007,67 | 547,56 | 710321,60 | 1141007,49 | 547,48 | 0,07 | 0,18 | 0,08 | 0,193 | 0,137 |
| 05800000511 | 710117,78 | 1141477,08 | 530,30 | 710117,72 | 1141476,87 | 530,16 | 0,06 | 0,21 | 0,14 | 0,218 | 0,164 |
| 05800000513 | 710132,39 | 1141308,22 | 540,18 | 710132,35 | 1141308,06 | 540,05 | 0,04 | 0,16 | 0,13 | 0,165 | 0,117 |
| 05800000514 | 709507,74 | 1141881,59 | 516,79 | 709507,71 | 1141881,47 | 516,66 | 0,03 | 0,12 | 0,13 | 0,124 | 0,087 |
| 05800000520 | 710673,59 | 1142074,17 | 510,77 | 710673,56 | 1142073,94 | 510,66 | 0,03 | 0,23 | 0,11 | 0,232 | 0,184 |
| 05800000521 | 710316,89 | 1142513,57 | 507,91 | 710316,85 | 1142513,45 | 507,82 | 0,04 | 0,12 | 0,09 | 0,126 | 0,089 |
| 07500000509 | 713260,32 | 1141465,02 | 539,48 | 713260,30 | 1141464,90 | 539,36 | 0,02 | 0,12 | 0,12 | 0,122 | 0,086 |
| 07500000510 | 711825,05 | 1140354,83 | 553,68 | 711825,09 | 1140354,63 | 553,62 | -0,04 | 0,20 | 0,06 | 0,204 | 0,144 |
| 07500000511 | 711741,28 | 1140434,05 | 546,29 | 711741,38 | 1140433,82 | 546,35 | -0,10 | 0,23 | 0,06 | 0,251 | 0,177 |
| 11000000501 | 712956,08 | 1143070,69 | 530,12 | 712956,06 | 1143070,70 | 529,91 | 0,02 | -0,01 | 0,21 | 0,022 | 0,016 |
| 13900000501 | 706211,90 | 1142394,67 | 535,44 | 706212,07 | 1142394,41 | 535,45 | -0,17 | 0,26 | -0,01 | 0,311 | 0,220 |
| 13900000503 | 705814,30 | 1142613,90 | 541,64 | 705814,36 | 1142613,75 | 541,56 | -0,06 | 0,15 | 0,08 | 0,162 | 0,114 |
| 13900000504 | 705796,70 | 1142699,47 | 543,45 | 705796,73 | 1142699,25 | 543,14 | -0,03 | 0,22 | 0,31 | 0,222 | 0,167 |
| 13900000508 | 706026,75 | 1143190,96 | 542,19 | 706026,87 | 1143191,01 | 542,02 | -0,12 | -0,05 | 0,17 | 0,130 | 0,092 |
| 13900000509 | 706166,99 | 1143153,17 | 540,65 | 706167,09 | 1143153,10 | 540,56 | -0,10 | 0,07 | 0,09 | 0,122 | 0,086 |
| 13900000510 | 706230,67 | 1143022,44 | 539,77 | 706230,77 | 1143022,43 | 539,60 | -0,10 | 0,01 | 0,17 | 0,100 | 0,071 |
| 13900000511 | 706829,32 | 1143217,63 | 529,49 | 706829,43 | 1143217,58 | 529,56 | -0,11 | 0,05 | 0,07 | 0,121 | 0,085 |
| 13900000512 | 705665,34 | 1143678,54 | 552,42 | 705665,36 | 1143678,59 | 552,43 | -0,02 | -0,05 | -0,01 | 0,054 | 0,038 |
| 16100000501 | 708757,31 | 1145340,79 | 502,55 | 708757,31 | 1145340,96 | 502,30 | 0,00 | -0,17 | 0,25 | 0,170 | 0,120 |
| 16100000502 | 708930,92 | 1145209,06 | 497,79 | 708930,90 | 1145209,17 | 497,59 | 0,02 | -0,11 | 0,20 | 0,112 | 0,079 |
| 16100000504 | 708849,94 | 1145472,03 | 497,83 | 708849,97 | 1145472,24 | 497,67 | -0,03 | -0,21 | 0,16 | 0,212 | 0,150 |
| 16100000505 | 709053,84 | 1145414,83 | 490,02 | 709053,81 | 1145414,86 | 489,96 | 0,03 | -0,03 | 0,06 | 0,042 | 0,030 |
| 16100000506 | 709029,17 | 1145564,88 | 498,43 | 709029,13 | 1145565,14 | 498,16 | 0,04 | -0,26 | 0,27 | 0,263 | 0,186 |
| 16100000509 | 709828,02 | 1144161,02 | 508,34 | 709827,92 | 1144161,15 | 508,03 | 0,10 | -0,13 | 0,31 | 0,164 | 0,116 |
| 16100000510 | 709324,03 | 1145807,46 | 491,09 | 709324,07 | 1145807,73 | 490,92 | -0,04 | -0,27 | 0,17 | 0,273 | 0,193 |
| 16100000511 | 708679,46 | 1145662,80 | 505,92 | 708679,51 | 1145663,07 | 505,75 | -0,05 | -0,27 | 0,17 | 0,275 | 0,194 |
| 16100000512 | 708342,47 | 1145680,73 | 508,80 | 708342,43 | 1145681,08 | 508,42 | 0,04 | -0,35 | 0,38 | 0,352 | 0,249 |
| 16100000514 | 709113,26 | 1145226,58 | 493,71 | 709113,17 | 1145226,67 | 493,74 | 0,09 | -0,09 | 0,03 | 0,127 | 0,090 |
| 16500000546 | 709430,19 | 1143226,21 | 518,24 | 709430,20 | 1143226,23 | 517,98 | -0,01 | -0,02 | 0,26 | 0,022 | 0,016 |
| 16500000551 | 710176,81 | 1143519,60 | 531,36 | 710176,59 | 1143519,58 | 531,34 | 0,22 | 0,02 | 0,02 | 0,221 | 0,156 |
| 16500000552 | 710392,87 | 1143559,80 | 522,50 | 710392,69 | 1143559,87 | 522,56 | 0,18 | -0,07 | 0,06 | 0,193 | 0,137 |
| 16500000553 | 710497,70 | 1143563,47 | 521,03 | 710497,41 | 1143563,55 | 520,89 | 0,29 | -0,08 | 0,14 | 0,301 | 0,213 |
| 16500000558 | 710958,48 | 1143354,24 | 517,52 | 710958,26 | 1143354,35 | 517,23 | 0,22 | -0,11 | 0,29 | 0,246 | 0,174 |
| 16500000564 | 709732,51 | 1145267,25 | 498,75 | 709732,56 | 1145267,28 | 498,72 | -0,05 | -0,03 | 0,03 | 0,058 | 0,041 |
| 16500000565 | 709340,02 | 1145500,44 | 486,10 | 709340,03 | 1145500,61 | 485,94 | -0,01 | -0,17 | 0,16 | 0,170 | 0,120 |
| 16500000566 | 709398,63 | 1145712,20 | 483,77 | 709398,63 | 1145712,38 | 483,64 | 0,00 | -0,18 | 0,13 | 0,180 | 0,127 |
| 16500000571 | 707634,32 | 1144671,34 | 509,13 | 707634,32 | 1144671,37 | 508,97 | 0,00 | -0,03 | 0,16 | 0,030 | 0,021 |
| 16500000572 | 707730,12 | 1144819,23 | 506,90 | 707730,10 | 1144819,36 | 506,88 | 0,02 | -0,13 | 0,02 | 0,132 | 0,093 |
| 16500000575 | 708814,28 | 1143694,79 | 503,37 | 708814,30 | 1143694,82 | 503,13 | -0,02 | -0,03 | 0,24 | 0,036 | 0,025 |
| 16500000577 | 707588,97 | 1143983,79 | 518,13 | 707589,03 | 1143983,70 | 518,12 | -0,06 | 0,09 | 0,01 | 0,108 | 0,076 |
| 16500000578 | 707656,62 | 1144043,42 | 516,42 | 707656,62 | 1144043,33 | 516,49 | 0,00 | 0,09 | 0,07 | 0,090 | 0,064 |
| 16500000586 | 707725,71 | 1143085,51 | 528,84 | 707725,79 | 1143085,47 | 528,94 | -0,08 | 0,04 | 0,10 | 0,089 | 0,063 |
| 16500000598 | 709329,24 | 1144205,42 | 492,84 | 709329,27 | 1144205,52 | 492,74 | -0,03 | -0,10 | 0,10 | 0,104 | 0,074 |
| 16500000600 | 708797,54 | 1144051,65 | 503,27 | 708797,57 | 1144051,66 | 503,02 | -0,03 | -0,01 | 0,25 | 0,032 | 0,022 |
| 16500000601 | 709017,23 | 1144303,01 | 499,78 | 709017,21 | 1144303,08 | 499,65 | 0,02 | -0,07 | 0,13 | 0,073 | 0,051 |
| 16500000606 | 708509,62 | 1143367,35 | 510,49 | 708509,56 | 1143367,32 | 510,44 | 0,06 | 0,03 | 0,05 | 0,067 | 0,047 |
| 16500000607 | 708463,41 | 1143160,06 | 506,00 | 708463,46 | 1143160,05 | 505,96 | -0,05 | 0,01 | 0,04 | 0,051 | 0,036 |
| 16500000608 | 708378,96 | 1143031,82 | 509,27 | 708378,99 | 1143031,77 | 509,22 | -0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,058 | 0,041 |
| 16500000609 | 708630,87 | 1143220,94 | 495,24 | 708630,85 | 1143220,87 | 495,27 | 0,02 | 0,07 | 0,03 | 0,073 | 0,051 |
| 16500000613 | 707788,10 | 1142346,85 | 508,76 | 707788,23 | 1142346,72 | 509,02 | -0,13 | 0,13 | 0,26 | 0,184 | 0,130 |
| 16500000616 | 708531,35 | 1142400,59 | 512,01 | 708531,29 | 1142400,40 | 512,11 | -0,06 | 0,19 | 0,10 | 0,199 | 0,141 |
| 16500000620 | 709064,40 | 1142190,28 | 517,02 | 709064,43 | 1142190,17 | 517,09 | 0,03 | 0,11 | 0,07 | 0,114 | 0,081 |
| 16500000621 | 708174,99 | 1142034,21 | 510,95 | 708175,01 | 1142033,98 | 511,00 | -0,02 | 0,23 | 0,05 | 0,231 | 0,183 |
| 16500000623 | 708434,06 | 1142469,05 | 509,52 | 708433,96 | 1142468,97 | 509,66 | 0,10 | 0,08 | 0,14 | 0,128 | 0,091 |
| 16500000627 | 708885,34 | 1142441,70 | 512,32 | 708885,31 | 1142441,60 | 512,26 | 0,03 | 0,10 | 0,06 | 0,104 | 0,074 |
| 16500000630 | 708969,32 | 1142767,07 | 510,46 | 708969,26 | 1142766,99 | 510,36 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,100 | 0,071 |
| 16500000633 | 708291,96 | 1142675,22 | 499,70 | 708291,96 | 1142675,08 | 499,67 | 0,00 | 0,14 | 0,03 | 0,140 | 0,099 |
| 16500000636 | 708896,42 | 1144176,82 | 499,00 | 708896,42 | 1144176,91 | 498,78 | 0,00 | -0,09 | 0,22 | 0,090 | 0,064 |

11. Technická zpráva pro katastrální pracoviště Jindřichův Hradec

Technická zpráva

Ověření podrobného polohového bodového pole v lokalitě ZMVM Jarošov nad Nežárkou a ZMVM Nová Včelnice

Datum měření: červen 2013 – leden 2014

Katastrální území: Horní Skrýchov, Jarošov nad Nežárkou, Jindřiš, Lovětín, Matějovec nad Nežárkou, Rodvínov, Hadravova Rosička, Malá Rosička, Nekrasín, Nová Včelnice, Okrouhlá Radouň, Horní Radouň, Kostelní Radouň, Pejdlova Rosička

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

Použité přístroje: Magellan Promark 500 (výr. č. 200825044) (kalibrační list 286/2013 ze dne 12. 8. 2013), Topcon GPT-9003M (výr. č. 5H0104) (kalibrační list 285/2013 ze dne 23. 7. 2013)

Výpočetní nástroj: Transform 2014, Groma 10

V rámci bakalářské práce bylo v lokalitách Jarošov nad Nežárkou a Nová Včelnice metodou RTK zaměřeno 110 bodů PPBP. Body, u kterých nebyla možná observace GNSS byly doměřeny polární metodou z pomocných měřických bodů určených RTK. Souřadnice ETRS89 byly převedeny do S-JTSK pomocí zpřesněné globální transformace. Měření probíhalo tak, aby byly splněny technické požadavky měření metodou GNSS uvedené ve vyhlášce č. 31/1995 Sb.

U bodů 591 Jarošov nad Nežárkou a 551 Horní Skrýchov byla nalezena zničená stabilizace.

Na základě nově určených souřadnic a původních souřadnic byly vypočítány souřadnicové rozdíly, na jejichž podkladě proběhlo ověření bodového pole. Ze souřadnicových rozdílů byly určeny střední souřadnicové chyby jednotlivých bodů. Dle katastrální vyhlášky byla každému jednotlivému bodu určena hodnota charakteristiky přesnosti. Následně byly střední chyby rozděleny do tří intervalů, kde pro 4. třídu přesnosti $m_{x,y} = 0,12$ m (0,06 m pro 3. třídu přesnosti), $u_{x,y} = 2m_{x,y}$.

Podrobné polohové bodové pole v lokalitě ZMVM Nová Včelnice

| Testování dle 4. třídy přesnosti | | | Testování dle 3. třídy přesnosti | | |
|------------------------------------|------------|-----------|------------------------------------|------------|-----------|
| Interval | Počet bodů | Podíl [%] | Interval | Počet bodů | Podíl [%] |
| $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 61 | 71 | $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 28 | 33 |
| $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 23 | 27 | $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 33 | 38 |
| $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 2 | 2 | $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 25 | 29 |

Tab. Rozdělení středních chyb (AAT Nová Včelnice)

Z tabulky vyplývá, že bodové pole odpovídá požadavkům 4. třídy přesnosti, vyjma dvou bodů, u kterých střední souřadnicová chyba překročila hodnotu 0,24 m. Naopak bodové pole neodpovídá současným kritériím. Dle vyhlášky je požadováno alespoň 40 % výběrových středních souřadnicových chyb menších, než je hodnota základní střední souřadnicové chyby $m_{x,y}$. Dosaženo bylo však jen 33 %. 29 % překročilo mezní souřadnicovou chybu.

Podrobné polohové bodové pole v lokalitě ZMVM Jarošov nad Nežárkou

| Testování dle 4. třídy přesnosti | | | Testování dle 3. třídy přesnosti | | |
|------------------------------------|------------|-----------|------------------------------------|------------|-----------|
| Interval | Počet bodů | Podíl [%] | Interval | Počet bodů | Podíl [%] |
| $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 23 | 96 | $\langle 0; m_{x,y} \rangle$ | 20 | 83 |
| $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 1 | 4 | $\langle m_{x,y}; u_{x,y} \rangle$ | 3 | 13 |
| $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 0 | 0 | $\langle u_{x,y}; \infty \rangle$ | 1 | 4 |

Tab. Rozdělení středních chyb (AAT Jarošov nad Nežárkou)

Z tabulky je patrné, že bodové pole bezpečně odpovídá požadavkům 4. třídy přesnosti a vyjma jednoho bodu (543, Lovětín), u kterého panuje podezření na manipulaci se stabilizací, splňuje také kritéria dnešní přesnosti bodů PPBP.

Následující tabulka obsahuje výsledné, přeurené souřadnice jednotlivých bodů PPBP doplněné o polohovou odchylku a $m_{x,y}$ určenou z rozdílů souřadnic z AAT a měření GNSS. Některé body mají také v současnosti v databázi bodových polí evidovanou výšku. U těchto bodů je doplněn také rozdíl mezi touto hodnotou.

Veškeré podrobnosti a postup měření a zpracování je sepsán v textu bakalářské práce a přílohách, které jsou elektronickou součástí předané dokumentace.

Vyhotovil: Josef Komárek

V Jindřichově Hradci

24.5.2014

| Nová Včelnice | | | | | | |
|------------------------------|-----------|------------|--------|----------|----------------------|--------|
| Číslo bodu | Y | X | h | dPOL [m] | m _{x,y} [m] | dh [m] |
| k. ú. Nekrasín (645630) | | | | | | |
| 501 | 708757,31 | 1145340,96 | 502,30 | 0,170 | 0,120 | |
| 502 | 708930,90 | 1145209,17 | 497,59 | 0,112 | 0,079 | |
| 504 | 708849,97 | 1145472,24 | 497,67 | 0,212 | 0,150 | |
| 505 | 709053,81 | 1145414,86 | 489,96 | 0,042 | 0,030 | |
| 506 | 709029,13 | 1145565,14 | 498,16 | 0,263 | 0,186 | |
| 509 | 709827,92 | 1144161,15 | 508,03 | 0,164 | 0,116 | |
| 510 | 709324,07 | 1145807,73 | 490,92 | 0,273 | 0,193 | |
| 511 | 708679,51 | 1145663,07 | 505,75 | 0,275 | 0,194 | |
| 512 | 708342,43 | 1145681,08 | 508,42 | 0,352 | 0,249 | |
| 514 | 709113,17 | 1145226,67 | 493,74 | 0,127 | 0,090 | |
| k. ú. Nová Včelnice (705322) | | | | | | |
| 546 | 709430,20 | 1143226,23 | 517,98 | 0,022 | 0,016 | |
| 551 | 710176,59 | 1143519,58 | 531,34 | 0,221 | 0,156 | |
| 552 | 710392,69 | 1143559,87 | 522,56 | 0,193 | 0,137 | |
| 553 | 710497,41 | 1143563,55 | 520,89 | 0,301 | 0,213 | |
| 558 | 710958,26 | 1143354,35 | 517,23 | 0,246 | 0,174 | |
| 564 | 709732,56 | 1145267,28 | 498,72 | 0,058 | 0,041 | |
| 565 | 709340,03 | 1145500,61 | 485,94 | 0,170 | 0,120 | |
| 566 | 709398,63 | 1145712,38 | 483,64 | 0,180 | 0,127 | |
| 571 | 707634,32 | 1144671,37 | 508,97 | 0,030 | 0,021 | |
| 572 | 707730,10 | 1144819,36 | 506,88 | 0,132 | 0,093 | |
| 575 | 708814,30 | 1143694,82 | 503,13 | 0,036 | 0,025 | |
| 577 | 707589,03 | 1143983,70 | 518,12 | 0,108 | 0,076 | |
| 578 | 707656,62 | 1144043,33 | 516,49 | 0,090 | 0,064 | |
| 586 | 707725,79 | 1143085,47 | 528,94 | 0,089 | 0,063 | |
| 598 | 709329,27 | 1144205,52 | 492,74 | 0,104 | 0,074 | |
| 600 | 708797,57 | 1144051,66 | 503,02 | 0,032 | 0,022 | |
| 601 | 709017,21 | 1144303,08 | 499,65 | 0,073 | 0,051 | |
| 606 | 708509,56 | 1143367,32 | 510,44 | 0,067 | 0,047 | |
| 607 | 708463,46 | 1143160,05 | 505,96 | 0,051 | 0,036 | |
| 608 | 708378,99 | 1143031,77 | 509,22 | 0,058 | 0,041 | |
| 609 | 708630,85 | 1143220,87 | 495,27 | 0,073 | 0,051 | |
| 613 | 707788,23 | 1142346,72 | 509,02 | 0,184 | 0,130 | |
| 616 | 708531,29 | 1142400,40 | 512,11 | 0,199 | 0,141 | |
| 620 | 709064,43 | 1142190,17 | 517,09 | 0,114 | 0,081 | |
| 621 | 708175,01 | 1142033,98 | 511,00 | 0,231 | 0,163 | |
| 623 | 708433,96 | 1142468,97 | 509,66 | 0,128 | 0,091 | |
| 627 | 708885,31 | 1142441,60 | 512,26 | 0,104 | 0,074 | |
| 630 | 708969,26 | 1142766,99 | 510,36 | 0,100 | 0,071 | |
| 633 | 708291,96 | 1142675,08 | 499,67 | 0,140 | 0,099 | |
| 636 | 708896,42 | 1144176,91 | 498,78 | 0,090 | 0,064 | |
| 637 | 709241,25 | 1143783,75 | 508,16 | 0,045 | 0,032 | |
| 638 | 708988,37 | 1143309,05 | 502,48 | 0,133 | 0,094 | |
| 644 | 708755,38 | 1143231,80 | 494,73 | 0,072 | 0,051 | |

| Číslo bodu | Y | X | h | dPOL [m] | m _{x,y} [m] | dh [m] |
|---------------------------------|-----------|------------|--------|----------|----------------------|--------|
| k. ú. Okrouhlá Radouň (643939) | | | | | | |
| 508 | 713228,96 | 1141625,31 | 537,98 | 0,108 | 0,076 | 0,10 |
| 510 | 714606,58 | 1141547,99 | 575,75 | 0,040 | 0,028 | -0,07 |
| 514 | 714653,15 | 1142444,52 | 553,69 | 0,051 | 0,036 | -0,18 |
| 516 | 712813,42 | 1142769,17 | 537,99 | 0,078 | 0,055 | 0,11 |
| 518 | 712793,42 | 1142317,93 | 521,62 | 0,072 | 0,051 | 0,04 |
| 519 | 712773,52 | 1142080,75 | 535,46 | 0,022 | 0,016 | |
| 525 | 712677,91 | 1141964,31 | 552,48 | 0,117 | 0,082 | -0,07 |
| 527 | 712456,31 | 1142069,33 | 544,90 | 0,071 | 0,050 | 0,09 |
| 528 | 712217,83 | 1142135,48 | 549,18 | 0,108 | 0,076 | 0,20 |
| 529 | 712372,75 | 1142217,16 | 537,30 | 0,067 | 0,047 | 0,08 |
| 530 | 712176,21 | 1142377,53 | 555,38 | 0,061 | 0,043 | 0,16 |
| 531 | 712362,73 | 1142393,07 | 544,41 | 0,040 | 0,028 | 0,29 |
| 532 | 712523,00 | 1142354,56 | 543,29 | 0,010 | 0,007 | 0,08 |
| 534 | 712164,63 | 1142522,92 | 557,51 | 0,073 | 0,051 | 0,10 |
| 535 | 712410,19 | 1142616,49 | 553,61 | 0,153 | 0,108 | 0,15 |
| 536 | 712468,67 | 1142816,17 | 555,08 | 0,197 | 0,139 | 0,31 |
| 539 | 712330,19 | 1140861,16 | 577,84 | 0,051 | 0,036 | 0,07 |
| 540 | 712933,95 | 1141483,51 | 551,69 | 0,171 | 0,121 | 0,28 |
| 541 | 711751,39 | 1141324,79 | 552,16 | 0,219 | 0,155 | 0,17 |
| 544 | 710939,71 | 1140738,98 | 537,73 | 0,146 | 0,103 | 0,29 |
| 547 | 711016,13 | 1141697,63 | 514,60 | 0,370 | 0,262 | 0,30 |
| 548 | 711359,43 | 1141979,23 | 533,59 | 0,184 | 0,130 | 0,27 |
| 554 | 711749,36 | 1143084,10 | 528,93 | 0,214 | 0,151 | 0,42 |
| k. ú. Hdravova Rosička (705306) | | | | | | |
| 502 | 710772,71 | 1141060,98 | 539,15 | 0,100 | 0,071 | |
| 506 | 710321,60 | 1141007,49 | 547,48 | 0,193 | 0,137 | |
| 511 | 710117,72 | 1141476,87 | 530,16 | 0,218 | 0,154 | |
| 513 | 710132,35 | 1141308,06 | 540,05 | 0,165 | 0,117 | |
| 514 | 709507,71 | 1141881,47 | 516,66 | 0,124 | 0,087 | |
| 520 | 710673,56 | 1142073,94 | 510,66 | 0,232 | 0,164 | |
| 521 | 710316,85 | 1142513,45 | 507,82 | 0,126 | 0,089 | |
| k. ú. Malá Rosička (705357) | | | | | | |
| 501 | 706212,07 | 1142394,41 | 535,45 | 0,311 | 0,220 | |
| 503 | 705814,36 | 1142613,75 | 541,56 | 0,162 | 0,114 | |
| 504 | 705796,73 | 1142699,25 | 543,14 | 0,222 | 0,157 | |
| 508 | 706026,87 | 1143191,01 | 542,02 | 0,130 | 0,092 | |
| 509 | 706167,09 | 1143153,10 | 540,56 | 0,122 | 0,086 | |
| 510 | 706230,77 | 1143022,43 | 539,60 | 0,100 | 0,071 | |
| 511 | 706829,43 | 1143217,58 | 529,56 | 0,121 | 0,085 | |
| 512 | 705665,36 | 1143678,59 | 552,43 | 0,054 | 0,038 | |

| Číslo bodu | Y | X | h | dPOL [m] | $m_{x,y}$ [m] | dh [m] |
|---------------------------------------|-----------|------------|--------|----------|---------------|--------|
| k. ú. Horní Radouň (643912) | | | | | | |
| 509 | 713260,30 | 1141464,90 | 539,36 | 0,122 | 0,086 | 0,12 |
| 510 | 711825,09 | 1140354,63 | 553,62 | 0,204 | 0,144 | 0,06 |
| 511 | 711741,38 | 1140433,82 | 546,35 | 0,251 | 0,177 | -0,06 |
| k. ú. Pejdlova Rosička (645648) | | | | | | |
| 502 | 706863,26 | 1144377,84 | 524,43 | 0,080 | 0,057 | |
| k. ú. Kostelní Radouň (670545) | | | | | | |
| 501 | 712956,06 | 1143070,70 | 529,91 | 0,022 | 0,016 | 0,21 |
| Jarošov nad Nežárkou | | | | | | |
| k. ú. Lovětín (687685) | | | | | | |
| 519 | 711201,99 | 1145022,62 | 507,63 | 0,020 | 0,014 | |
| 525 | 710604,17 | 1145794,06 | 500,56 | 0,050 | 0,035 | 0,27 |
| 536 | 710375,97 | 1145673,67 | 495,85 | 0,036 | 0,025 | |
| 543 | 710761,12 | 1146714,52 | 501,93 | 0,180 | 0,127 | |
| 548 | 711775,84 | 1143917,99 | 523,31 | 0,040 | 0,028 | |
| k. ú. Jarošov nad Nežárkou (657573) | | | | | | |
| 549 | 709166,69 | 1149103,16 | 499,84 | 0,085 | 0,060 | |
| 569 | 709647,34 | 1148298,21 | 478,61 | 0,036 | 0,025 | |
| 576 | 709862,00 | 1148729,21 | 474,30 | 0,045 | 0,032 | |
| 605 | 710643,29 | 1148045,16 | 498,04 | 0,030 | 0,021 | |
| 606 | 709533,08 | 1147679,77 | 487,78 | 0,020 | 0,014 | -0,13 |
| 632 | 710653,48 | 1148535,37 | 484,35 | 0,089 | 0,063 | |
| k. ú. Matějovec nad Nežárkou (657581) | | | | | | |
| 505 | 708928,65 | 1150339,08 | 499,09 | 0,050 | 0,035 | |
| 506 | 708760,75 | 1150347,32 | 498,84 | 0,050 | 0,035 | |
| 511 | 707959,28 | 1150192,49 | 527,80 | 0,042 | 0,030 | |
| k. ú. Rodvínov (740349) | | | | | | |
| 550 | 710833,26 | 1149789,34 | 476,81 | 0,041 | 0,029 | |
| 559 | 710103,29 | 1150559,50 | 491,40 | 0,061 | 0,043 | |
| 573 | 712075,08 | 1149595,44 | 495,48 | 0,110 | 0,078 | |
| 581 | 711001,33 | 1150830,95 | 490,72 | 0,050 | 0,035 | |
| k. ú. Horní Skřýchov (740322) | | | | | | |
| 550 | 712545,57 | 1149852,71 | 490,91 | 0,045 | 0,032 | -0,12 |
| k. ú. Jindřiš (740331) | | | | | | |
| 513 | 710926,50 | 1152692,70 | 482,71 | 0,108 | 0,076 | |
| 523 | 710665,85 | 1152706,89 | 476,82 | 0,067 | 0,047 | |
| 538 | 710140,30 | 1152554,54 | 512,62 | 0,032 | 0,022 | |
| 542 | 710187,40 | 1151732,71 | 492,46 | 0,036 | 0,025 | |
| 547 | 711613,95 | 1152486,33 | 480,32 | 0,063 | 0,045 | |

Pozn. červeně označené hodnoty $m_{x,y}$ značí body, které nesplňují požadavky na přesnost bodů PPBP dle katastrální vyhlášky.