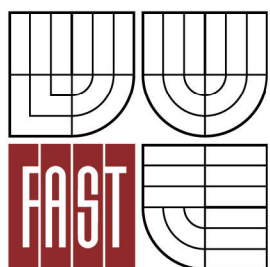




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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 uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování 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

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>LOKALITA</b> .....	<b>11</b>
	2.1 Popis lokality .....	11
	2.2 Historie lokality .....	11
<b>3</b>	<b>BODOVÁ POLE</b> .....	<b>13</b>
	3.1 Dělení bodových polí.....	13
	3.2 Podrobné polohové bodové pole .....	14
	3.2.1 Technické požadavky na body PPBP .....	14
<b>4</b>	<b>ANALYTICKÁ AEROTRIANGULACE</b> .....	<b>16</b>
	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
<b>5</b>	<b>TECHNOLOGIE GNSS</b> .....	<b>21</b>
	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
<b>6</b>	<b>MĚŘICKÉ PRÁCE</b> .....	<b>27</b>
	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

---

<b>7</b>	<b>VYHODNOCENÍ.....</b>	<b>36</b>
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
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>	<b>46</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....</b>	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>49</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>50</b>



# 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.

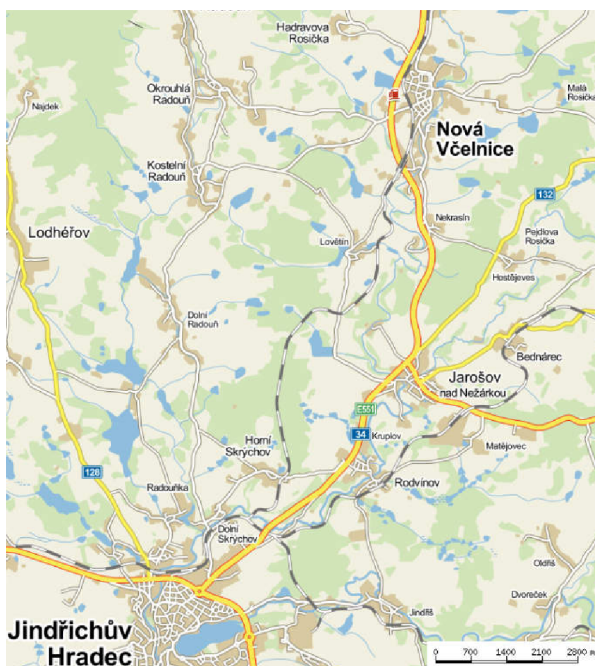
## 2 LOKALITA

### 2.1 Popis lokality

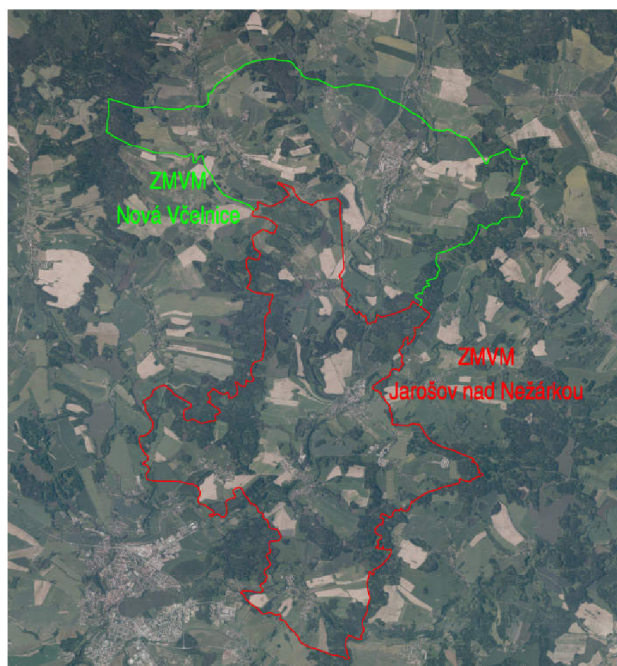
Zájmová lokalita se nachází v jižních Čechách, severovýchodně od Jindřichova Hradce. Hlavními centry daného území na jihozápadním okraji Českomoravské vrchoviny – Křemešnické vrchoviny je město Nová Včelnice a obec Jarošov nad Nežárkou.

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 km<sup>2</sup> dobývacího prostoru bylo vytěženo celkem 1 339,5 tun uranu. Na konci dvacátého století byl důl uzavřen, podzemí zatopeno a povrch zrehabilitován. 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. Čísla 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 závitem 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]

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

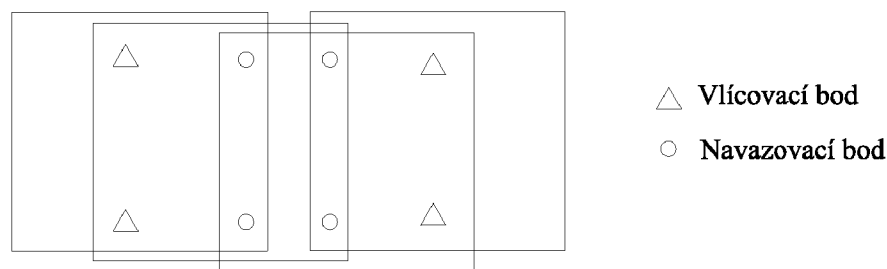
$X_P, Y_P, Z_P$  ... objektové souřadnice počátku modelového systému

$m$  ... měřítkové číslo modelového systému

$R$  ... matice rotace modelového systému do objektového systému, složena ze tří rotací  $\Omega, \Phi, K$

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 matematickém modelu, geometrii modelu, počtu, poloze a přesnosti vlčovacích bodů.

Měřítko 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 km<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup> 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]

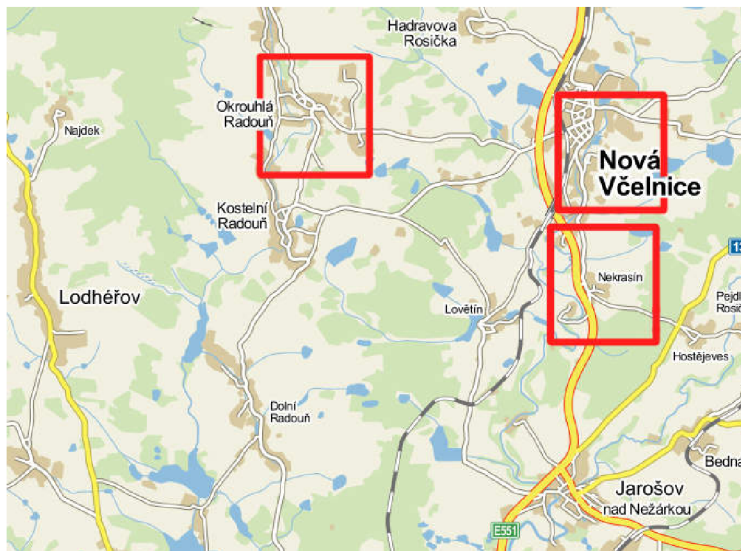
#### 4.5 Ukázky leteckých měřických snímků

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.

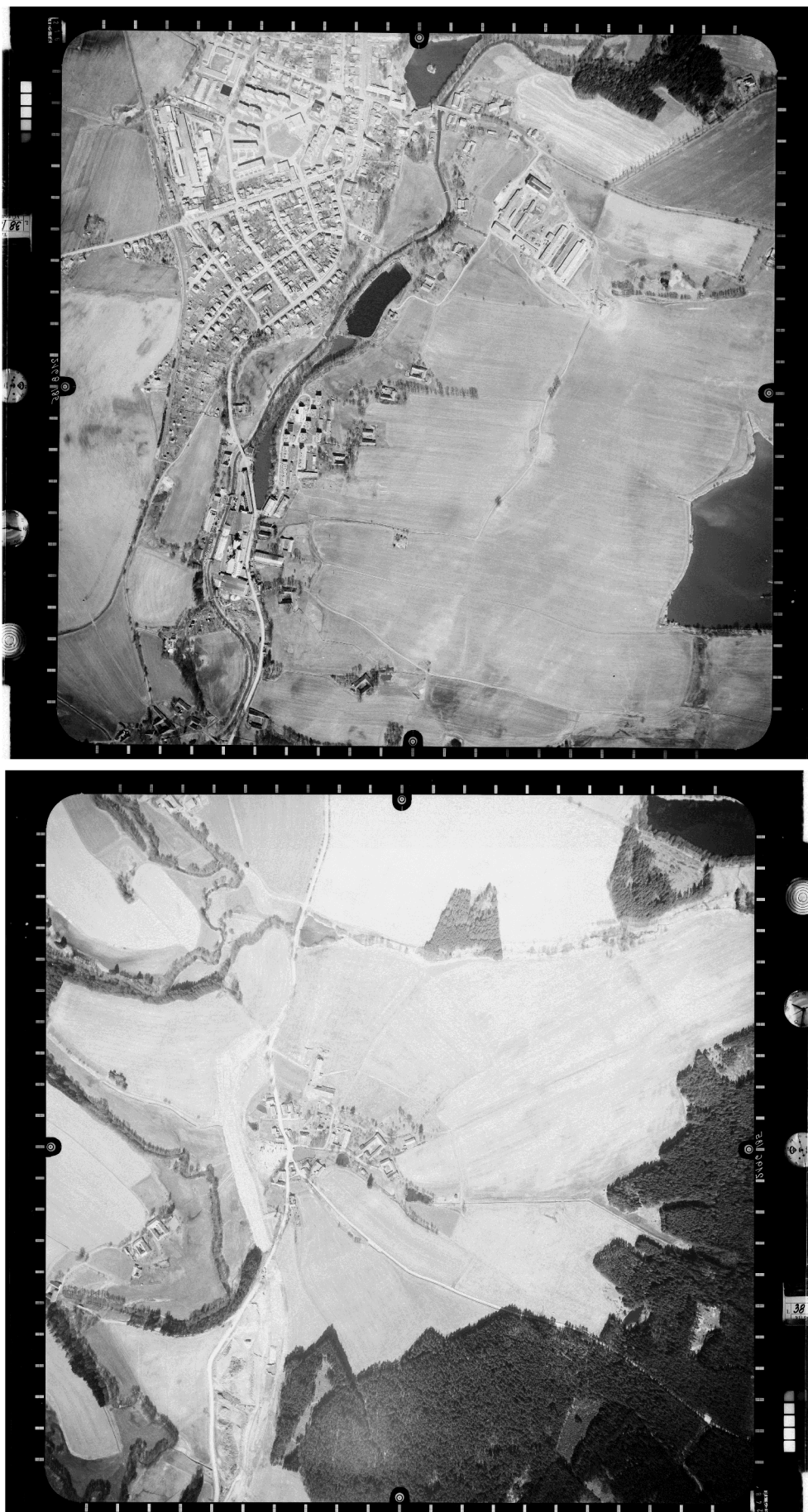


Obr. 4.2 Přibližná poloha snímků [21]



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]

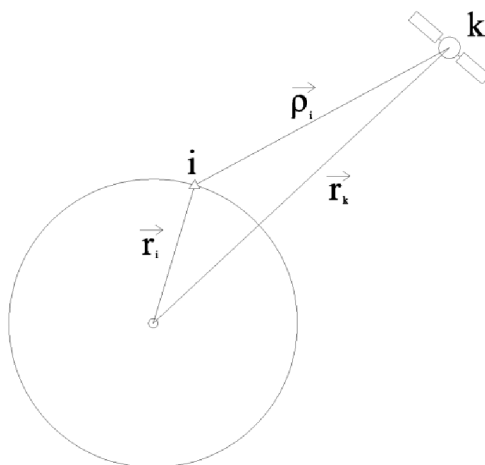
## 5.2 Určení polohy přijímače

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  $\rho_i$  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  $\rho_i$  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:

- Statická metoda – používaná pro nejpřesnější práce. Využívá se například pro tvorbu bodových polí, měření posunů nebo pohybu litosférických desek. Vyžaduje dlouhou observaci.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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

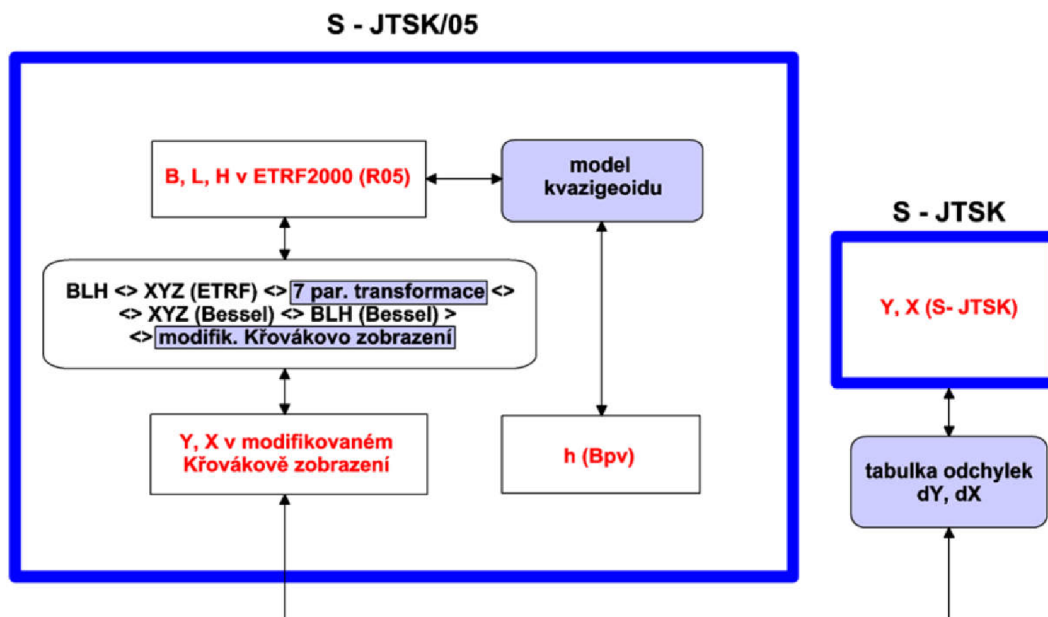
Pro využití výsledků měření GNSS v civilní sféře a zejména pro práci v katastru nemovitostí je potřeba souřadnice v referenčním systému, ve kterém pracují GNSS přijímače převést do národního systému JTSK.

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  $2 \times 2$  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]

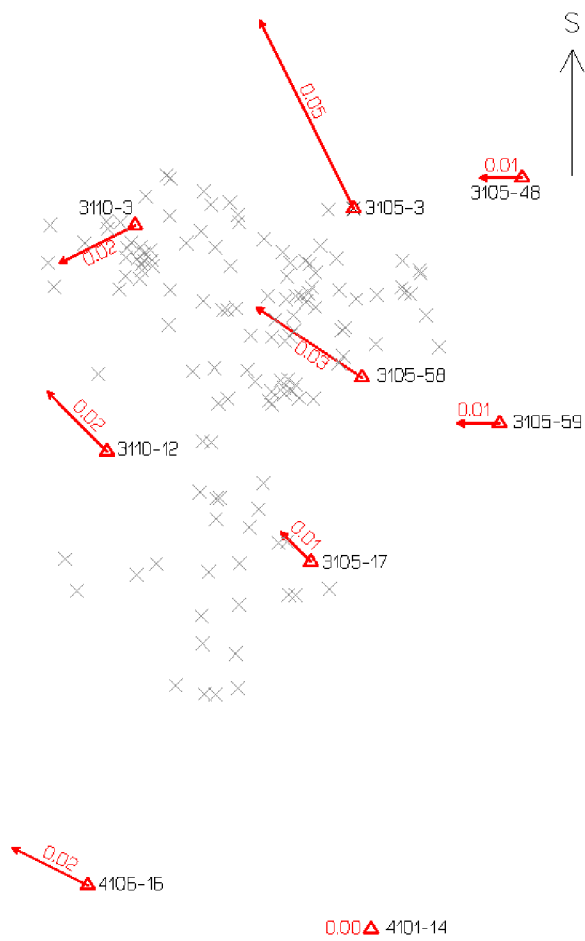
Pro ověření přesnosti globálního transformačního klíče v dané lokalitě, přesněji korekcí  $dY$ ,  $dX$ , které jsou určeny interpolací, bylo na celém území, ve kterém probíhalo měření vybráno devět trigonometrických bodů, jejichž poloha byla v minulosti při údržbě polohového bodového pole určena také 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 vlčivovací 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 prací. 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.

č.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
69	k. ú. Okrouhlá Radouň				Seznam souřadnic				174												
70	čb	Y	X	h	k.kv.	GÚ	Geoprohlížeč	Foto	Pozn.			čas	1. Měření	čas		2. Měření		čas		rozdíl času	
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	1141547,39	575,68	4	510	510	510	výtč. dvojice fotek			29.6.2013 9:42	29.6.2013 14:50	6:08:00		25.1.2014 13:27		25.1.2014 15:50		2:23:00	
73	514	714653,20	1142444,51	553,51	4	514	514	514	geobrčko			29.6.2013 8:11	29.6.2013 14:30	6:19:00							
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	geobrčko			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	klivní			29.6.2013 10:08	29.6.2013 15:42	5:34:00							
78	525	712677,85	1141954,41	552,41	4	525	525	525	geobrčko			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				17.8.2013 14:37	17.8.2013 17:58	3:28:00							
80	528	712217,77	1142135,57	549,38	4	528	528	528	barva	ZAMĚŘIT TS		17.8.2013 15:14	17.8.2013 18:11	2:57:00							
81	4020											17.8.2013 15:16	17.8.2013 18:08	2:52:00							
82	4021											29.6.2013 11:06	29.6.2013 16:10	5:04:00							
83	529	712372,69	1142217,19	537,38	4	529	529	529	geobrčko	ZAMĚŘIT TS		17.8.2013 14:20	17.8.2013 17:58	3:38:00							
84	530	712176,15	1142377,52	555,54	4	530	530	530	barva			17.8.2013 14:37	17.8.2013 18:01	3:24:00							
85	4018											29.6.2013 11:24	29.6.2013 16:15	4:51:00		26.1.2014 10:38		26.1.2014 12:52		2:14:00	
86	4019											29.6.2013 14:02	29.6.2013 17:13	3:11:00							
87	531	712362,73	1142393,11	544,70	4	531	531	531				29.6.2013 12:45	29.6.2013 16:40	3:55:00							
88	532	712523,01	1142354,56	543,37	4	532	532	532	geobrčko			29.6.2013 12:56	29.6.2013 16:47	3:51:00		26.1.2014 10:02		26.1.2014 11:30		1:28:00	
89	534	712164,65	1142522,85	557,61	4	534	534	534	kolík			29.6.2013 13:22	29.6.2013 16:53	3:31:00		26.1.2014 10:22		26.1.2014 12:10		1:48:00	
90	535	712410,16	1142616,34	553,76	4	535	535	535	kolík			29.6.2013 9:44	29.6.2013 15:24	5:40:00		25.1.2014 12:05		25.1.2014 14:50		2:45:00	
91	536	712468,84	1142816,07	555,39	4	536	536	536	kolík			29.6.2013 9:30	29.6.2013 15:15	5:45:00		25.1.2014 15:31		26.1.2014 10:52		19:21:00	
92	539	712330,14	1140861,17	577,91	4	539	539	539	geobrčko			29.6.2013 11:58	29.6.2013 16:29	4:31:00							
93	540	712934,01	1141483,67	551,97	4	540	540	540	geobrčko			5.7.2013 8:38	5.7.2013 10:56	2:18:00		25.1.2014 11:02		25.1.2014 14:27		3:25:00	
94	541	711751,23	1141324,94	552,33	4	541	541	541	geobrčko			30.6.2013 9:40	30.6.2013 12:11	2:31:00		26.1.2014 9:46		26.1.2014 11:08		1:22:00	
95	544	710899,85	1140739,02	538,02	4	544	544	544	geobrčko			17.8.2013 12:45	17.8.2013 17:23	4:38:00							
96	547	711016,12	1141698,00	514,90	4	547	547	547	geobrčko			17.8.2013 13:00	17.8.2013 17:29	4:29:00							
97	548	711359,36	1141979,40	533,86	4	548	548	548		ZAMĚŘIT TS		17.8.2013 15:50	17.8.2013 18:23	2:33:00							
98	4016											17.8.2013 15:56	17.8.2013 18:20	2:24:00							
99	4017																				
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																				
103	4023																				
104	BB celkový počet				23 změřeno																
105	k. ú. Hadravova Rosička				Seznam souřadnic				58												
106	čb	Y	X	h	k.kv.	GÚ	Geoprohlížeč	Foto	Pozn.			čas	1. Měření	čas		2. Měření		čas		rozdíl času	
107	502	710772,79	1141061,04		4	502	502	502	kolík			5.7.2013 9:06	5.7.2013 11:48	2:42:00							
108	505	710191,66	1141124,19		4	505	505	505	NENALEZEN, za plotem												
109	506	710321,67	1141007,67		4	506	506	506	klížek v kameni			5.7.2013 9:28	5.7.2013 12:09	2:41:00							
110	511	710117,78	1141477,08		4	511	511	511	geobrčko, pod terémem			5.7.2013 10:22	5.7.2013 12:22	2:00:00							
111	513	710132,39	1141308,22		4	513	513	513		ZAMĚŘIT TS											
112	4014											17.8.2013 12:02	17.8.2013 17:06	5:04:00							
113	4015											17.8.2013 12:07	17.8.2013 17:09	5:02:00							
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 přeurčení bodů, které vykazaly 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,

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
	Hdravova Rosička	520, 521				
	Okrouhlá Radouň	547	550			
5.7.2013	Okrouhlá Radouň	544			Zataženo, přeháňky, 21 °C	3:44
	Hdravova Rosička	502, 506, 511	505			
14.7.2013	Hdravova 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 3, 6.2, 10.2, 271 (vše TL 3105)			Jasno, 24 °C	4:26
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 Skrýčov	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
	Hdravova 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 třímínutového 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.



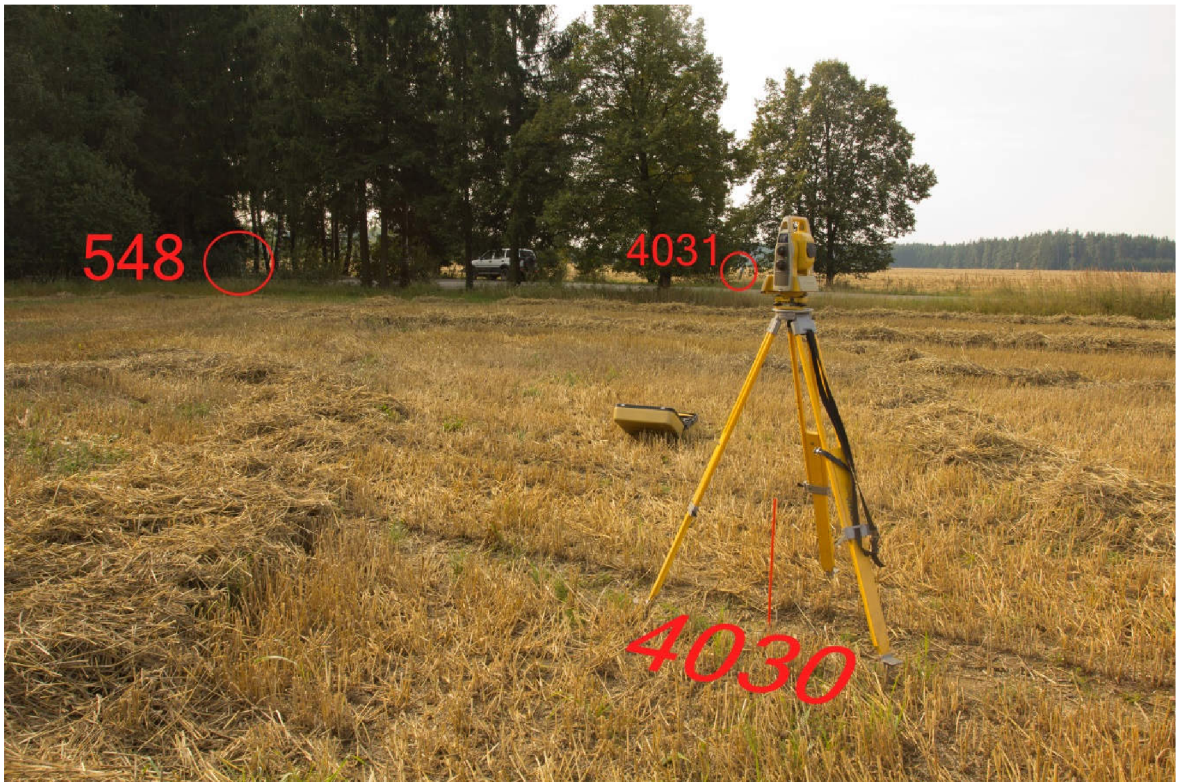
Obr. 6.5 Zvědavé jalovice u bodu 572, Nová Včelnice



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 horizontal position (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 710683.564 X 1144944.341 h Bpv 513.82
13100000536	B 49° 12' 29.54026" L 15° 3' 15.65115" Hw 542.003	Y 710275.970 X 1145673.645 h Bpv 495.86
13100000525	B 49° 12' 34.72884" L 15° 3' 5.22999" Hw 546.699	Y 710604.164 X 1145794.030 h Bpv 500.56
13100000543	B 49° 12' 45.36856" L 15° 3' 3.36035" Hw 548.061	Y 710751.105 X 1146714.511 h Bpv 501.528
000931100132	B 49° 12' 4.68384" L 15° 2' 53.30707" Hw 552.604	Y 710962.312 X 1146683.643 h Bpv 506.47
000931100120	B 49° 11' 47.38931" L 15° 1' 2.64385" Hw 561.766	Y 713248.491 X 1146526.729 h Bpv 515.66
000931100130	B 49° 11' 25.72509" L 15° 2' 57.22082" Hw 547.733	Y 711037.794 X 1147887.352 h Bpv 501.59
09300000605	B 49° 11' 22.23265" L 15° 3' 17.54294" Hw 544.185	Y 710643.283 X 1148045.170 h Bpv 498.04
09300000632	B 49° 11' 6.51204" L 15° 3' 20.14040" Hw 530.502	Y 710853.478 X 1148535.372 h Bpv 484.361
09300000606	B 49° 11' 38.61909" L 15° 4' 3.62074" Hw 533.941	Y 709533.080 X 1147679.774 h Bpv 487.78
09300000569	B 49° 11' 16.29485" L 15° 4' 7.92544" Hw 524.769	Y 709647.341 X 1148298.212 h Bpv 478.61
14600000506	B 49° 10' 16.16248" L 15° 5' 4.26298" Hw 545.007	Y 708760.759 X 1150347.333 h Bpv 498.831
09300000534	B 49° 10' 56.10863" L 15° 4' 46.95669" Hw 549.776	Y 708958.229 X 1149077.794 h Bpv 503.608
09300000549	B 49° 10' 54.43357" L 15° 4' 36.54402" Hw 545.979	Y 709166.695 X 1149103.147 h Bpv 499.814
20700000550	B 49° 10' 25.50725" L 15° 3' 19.25688" Hw 522.999	Y 710833.269 X 1149789.350 h Bpv 476.89
09600000508	B 49° 9' 30.18335" L 15° 3' 23.18969" Hw 540.829	Y 710972.863 X 1151494.484 h Bpv 494.68
20700000559	B 49° 10' 3.80208" L 15° 3' 59.86142" Hw 537.546	Y 710103.293 X 1150559.500 h Bpv 491.39
000931102650	B 49° 10' 34.93747" L 15° 3' 54.29402" Hw 540.252	Y 710092.224 X 1149591.172 h Bpv 494.09
14600000506	B 49° 10' 16.16338" L 15° 5' 4.26302" Hw 545.016	Y 708760.746 X 1150347.306 h Bpv 498.84
09300000534	B 49° 10' 56.10813" L 15° 4' 46.95469" Hw 549.784	Y 708958.230 X 1149077.816 h Bpv 503.61
09300000549	B 49° 10' 54.43299" L 15° 4' 36.54451" Hw 546.020	Y 709166.687 X 1149103.167 h Bpv 499.89
20700000550	B 49° 10' 25.50824" L 15° 3' 19.25680" Hw 522.914	Y 710833.251 X 1149789.322 h Bpv 476.771
09600000508	B 49° 9' 30.18454" L 15° 3' 23.19114" Hw 540.823	Y 710972.832 X 1151494.469 h Bpv 494.67
20700000559	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 710092.209 X 1149591.187 h Bpv 494.07
	B 49° 8' 42.67798" L 15° 3' 15.65115" Hw 542.003	Y 710683.564 X 1144944.341 h Bpv 513.82

The interface also includes a 'Databáze identických bodů' (Identical points database) on the right, showing a list of points with their IDs and coordinates. 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)

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

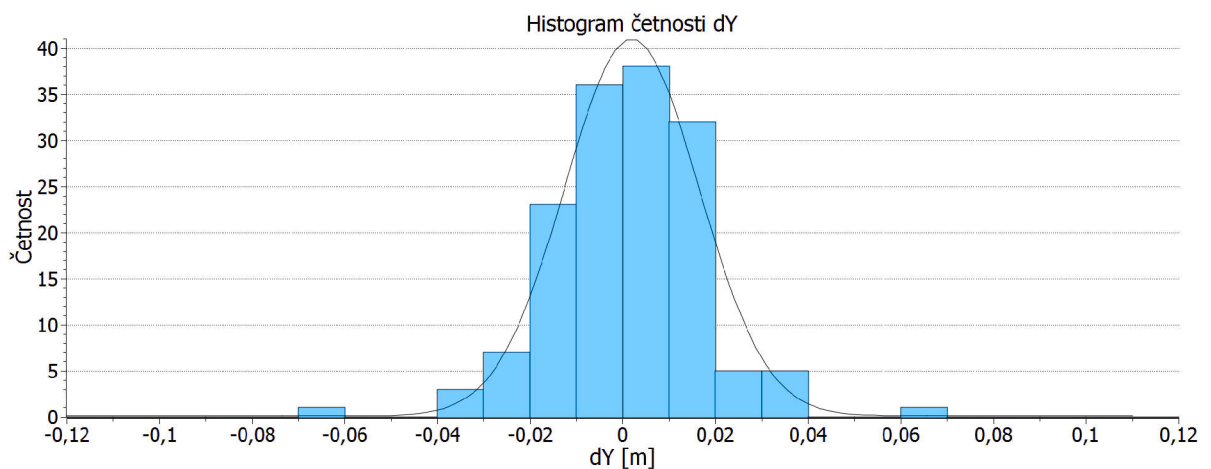
(analogicky pro  $m_x$  a  $m_h$ ). Vypočítána byla také střední hodnota rozdílů ( $E(dY)$ ,  $E(dX)$ ,  $E(dh)$ ).

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

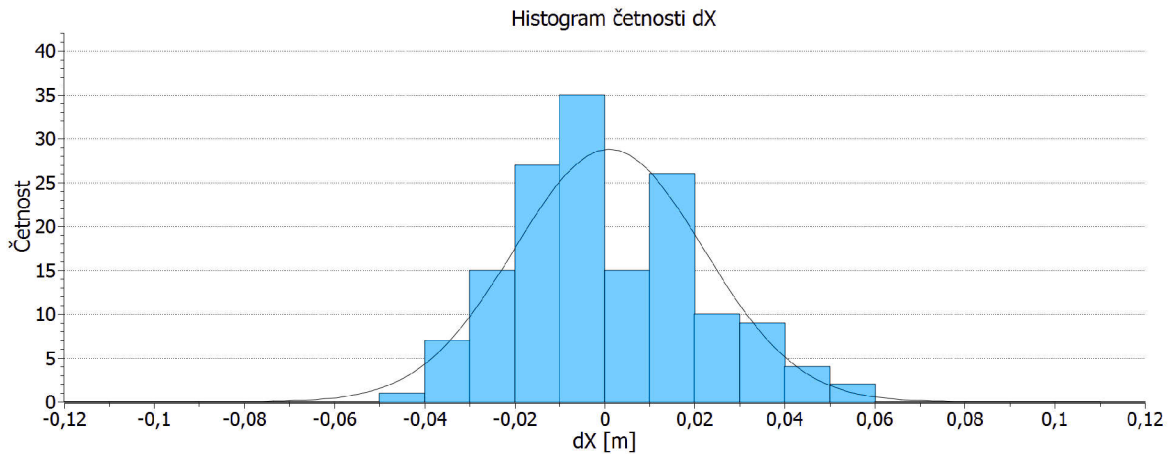
$$m_{\bar{y}} = \frac{m_y}{\sqrt{2}} = \frac{m_{dy}}{2}. \quad (7.3)$$

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

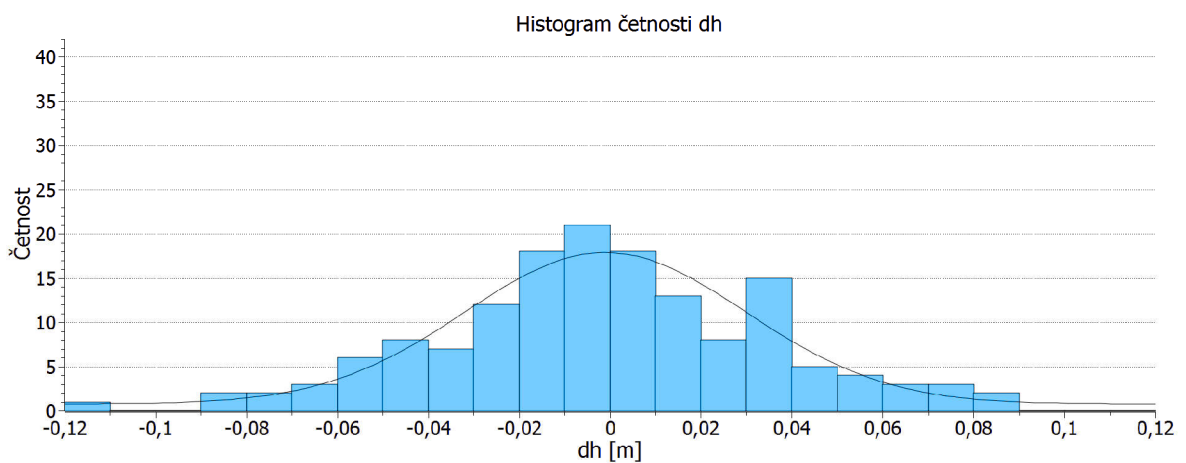
Následující histogramy vyjadřují rozdělení četnosti rozdílů ve směrech souřadnicových os a ve výšce po centimetrových intervalech.



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				

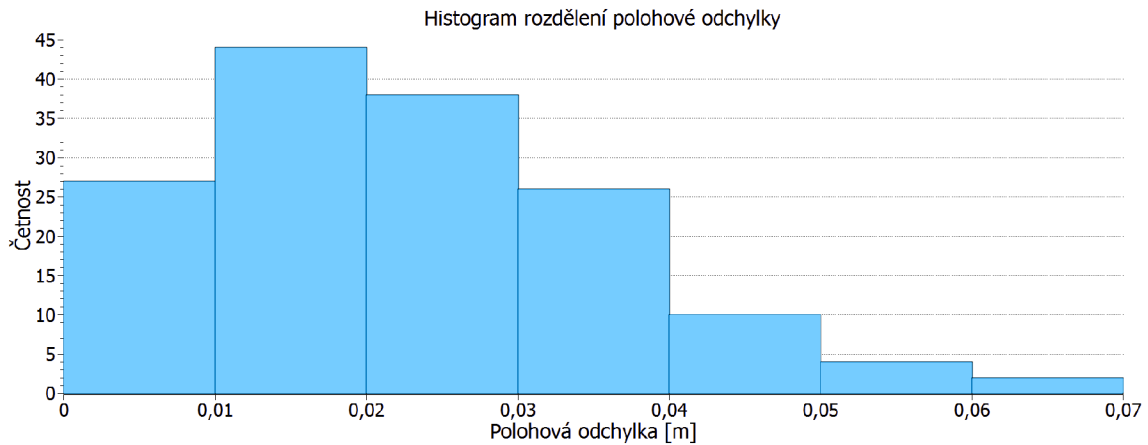
Tab. 7.1 Charakteristiky přesnosti dvojic měření RTK

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 zvlášť 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 přeúčtenými body PPBP. Porovnáním souřadnic z AAT se souřadnicemi určenými metodou RTK (případně v kombinaci s polární metodou) byly zjištěny následující charakteristiky přesnosti.

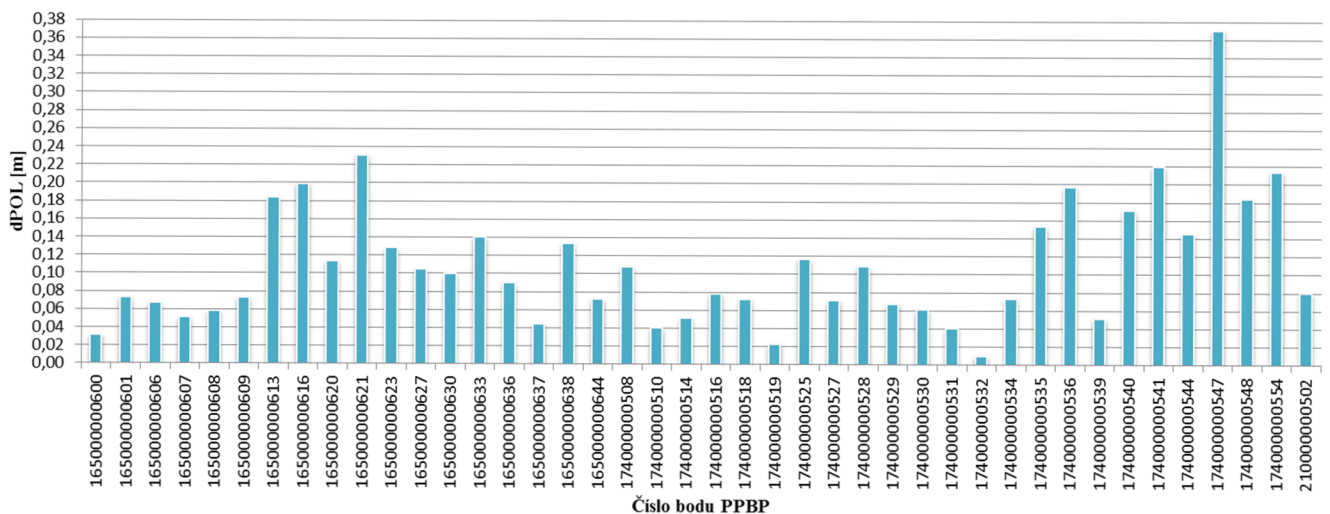
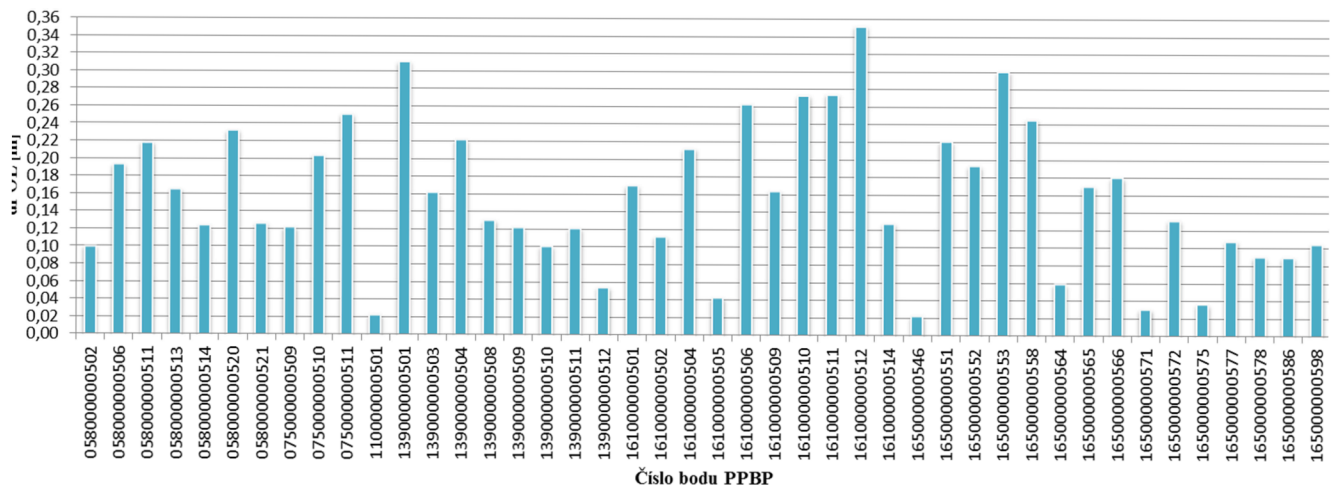
Střední chyba souboru [m]		Střední hodnota rozdílů [m]		Rozpětí intervalu rozdílů [m]	
$m_y$	0,082	E(dY)	0,007	dY	<-0,17;0,29>
$m_x$	0,133	E(dX)	0,018	dX	<-0,35;0,37>
$m_h$	0,167	E(dh)	0,106	dh	<-0,26;0,42>
$m_{x,y}$	0,111				

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 [%]
<0; $m_{x,y}$ >	61	71	<0; $m_{x,y}$ >	28	33
< $m_{x,y}$ ; $u_{x,y}$ >	23	27	< $m_{x,y}$ ; $u_{x,y}$ >	33	38
< $u_{x,y}$ ; $\infty$ >	2	2	< $u_{x,y}$ ; $\infty$ >	25	29

Tab. 7.5 Rozdělení středních chyb (AAT Nová Včelnice)

Z tabulky vyplývá, že bodové pole odpovídá 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.

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.

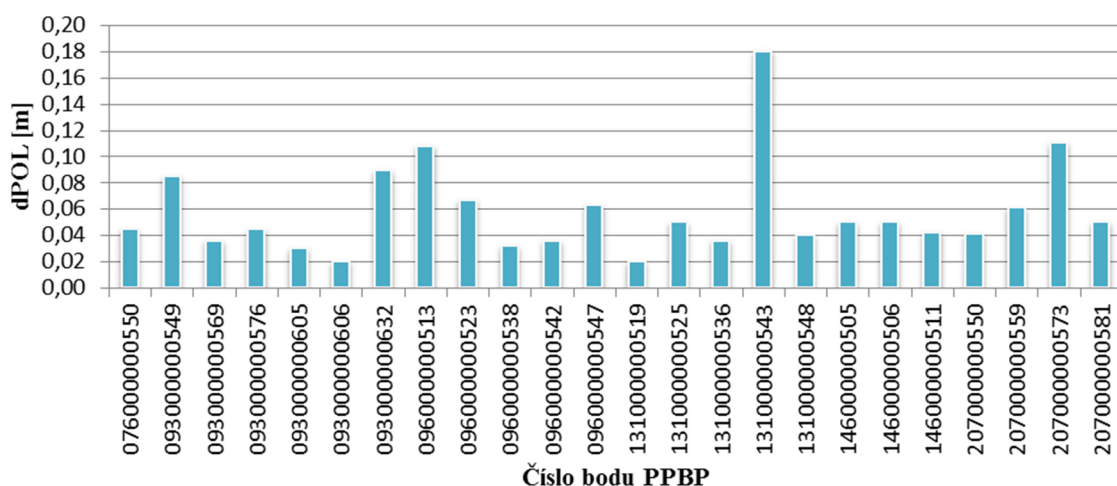
Střední chyba souboru [m]		Střední hodnota rozdílů [m]		Rozpětí intervalu rozdílů [m]	
$m_y$	0,053	E(dY)	-0,019	dY	<-0,18;0,06>
$m_x$	0,042	E(dX)	0,008	dX	<-0,06;0,11>
$m_h$	0,097	E(dh)	0,010	dh	<-0,16;0,27>
$m_{x,y}$	0,048				

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.**



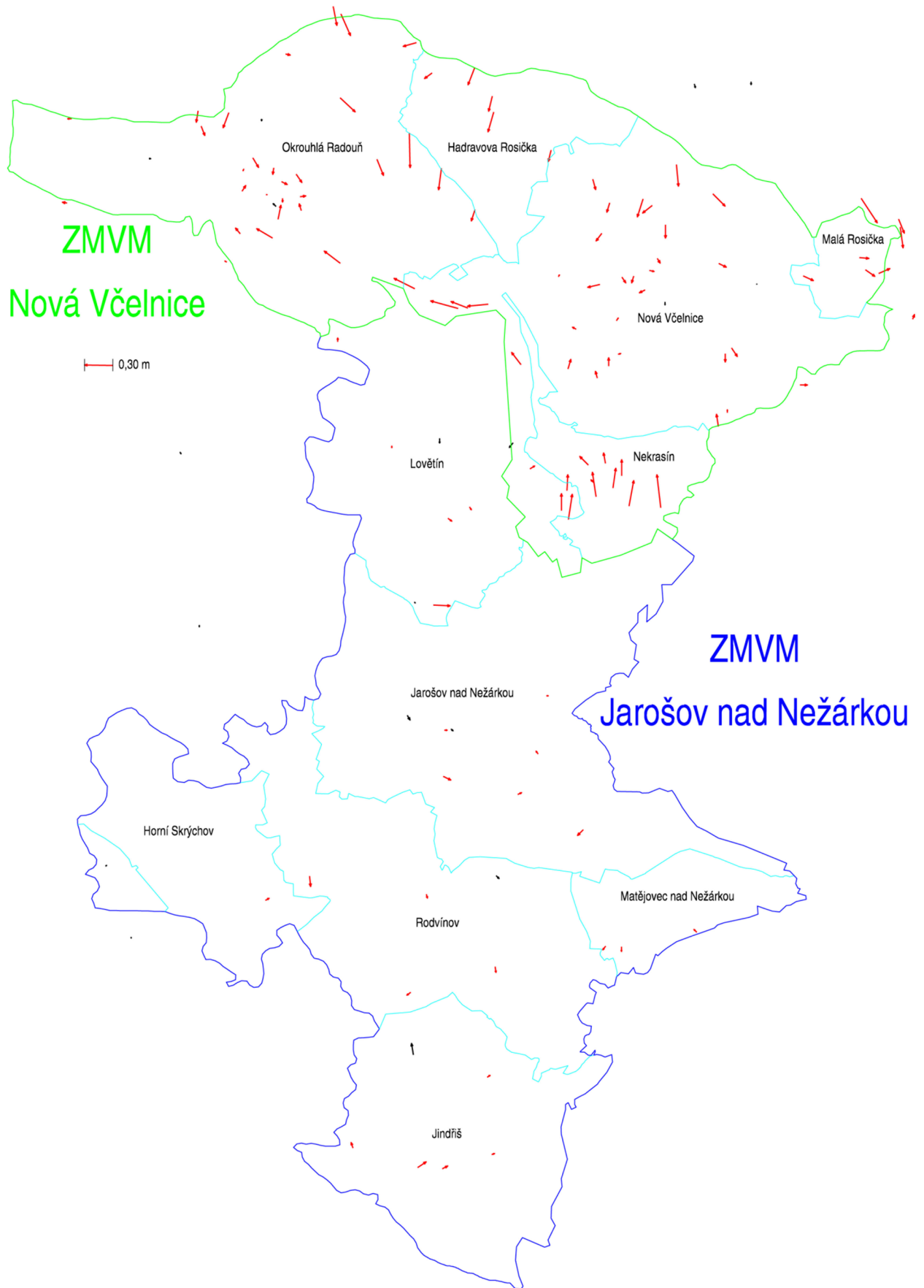
Obr. 7.6 Graf znázorňující přesnost bodů PPBP na základě polohové odchylky (Jarošov)

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 zeměměřičtví a katastru. Celkově bylo ve třech etapách během devatenácti dnů přeměřeno sto deset bodů PPBP a dvacet jedna bodů plnící funkci vlíčovacích 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](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](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 vlčovacíh 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  
**Výškový systém:** Elipsoidická výška  
**Požadovaná horizont. přesnost:** 0,020m + 2ppm  
**Požadovaná vertik. přesnost:** 0,030m + 5ppm  
**Úroveň spolehlivosti:** 95% chyba  
**Jednotky měření:** Metry

**Datum:** 24/01/14  
**Zakázka:** JKomarekBP.spr

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



### 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](mailto: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

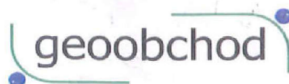
Konstanty nastavené: Do přístroje byl zaveden tlak, teplota a konstanta hranolu  
Teplota: 27,6 °C (s přesností 1°C)  
Tlak: 992 hPa ppm: 5,0  
Konst. hranolu: -30 mm oblačno

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.geobchod.cz>,  
mail: [info@geobchod.cz](mailto:info@geobchod.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

<b>Hodnoty vypočtené pro použité hranoly:</b>	<b>Součtová konstanta</b>	<b>0,0019 m</b>
	<b>Násobná konstanta</b>	<b>0,0028 m</b>

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



-----  
**geobchod, 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. Přepočtení měřené výšky antény na fázové centrum zajišťuje firemní program.

**Navázání do referenčního souřadnicového systému:**

Pro určení souřadnic byly použity 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	Standartní 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  
 $m0 = \text{SQRT}([vv]/(n-1))$  : 0.0043g  
 $\text{SQRT}([vv]/(n*(n-1)))$  : 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  
 $m0 = \text{SQRT}([vv]/(n-1))$  : 0.0013g  
 $\text{SQRT}([vv]/(n*(n-1)))$  : 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

Uloženy	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	Přetransformované GTR			Evidované S-JTSK			Souřadnicové rozdíly						
	Y	X	h	Y	X	h	dY [m]	dX [m]	dh [m]	dPOL [m]	dY <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]	dX <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]	dh <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> ]
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
Průměr [m]							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
$m_{xv}$ [m]	0,017

# 8. Porovnání transformačního klíče z vlčovacích bodů s globálním

Úplná podoba je součástí elektronické verze

Číslo bodu	ETRS-89						S-JTSK Vlčovací			S-JTSK GTR			Vlčování - GTR		
	B [deg]	L [deg]	h elps [m]	Y [m]	X [m]	h [m]	Y [m]	X [m]	h [m]	dY [m]	dX [m]	dh [m]			
000931050030	49 15 16,99536	N 15 5 13,92414	E 572,060	707381,745	1141155,217	525,753	707381,743	1141155,191	525,917	0,00	0,03	-0,16			
000931050030	49 15 16,99580	N 15 5 13,92356	E 572,054	707381,755	1141155,203	525,747	707381,753	1141155,176	525,911	0,00	0,03	-0,16			
000931050060	49 13 58,07638	N 15 4 43,82097	E 576,193	708296,587	1143495,505	530,099	708296,584	1143495,470	530,037	0,00	0,04	0,06			
000931050060	49 13 58,07678	N 15 4 43,82163	E 576,174	708296,573	1143495,495	530,080	708296,570	1143495,459	530,037	0,00	0,04	0,04			
000931050062	49 14 8,33720	N 15 5 30,36985	E 586,220	707322,230	1143301,201	539,986	707322,230	1143301,189	540,057	0,00	0,01	-0,07			
000931050062	49 14 8,33686	N 15 5 30,37294	E 586,269	707322,170	1143301,219	540,035	707322,169	1143301,208	540,106	0,00	0,01	-0,07			
000931050102	49 13 40,16192	N 15 7 14,19991	E 580,332	705349,611	1144431,794	534,102	705349,609	1144431,779	534,138	0,00	0,01	-0,04			
000931050102	49 13 40,16161	N 15 7 14,20103	E 580,367	705349,589	1144431,806	534,137	705349,587	1144431,791	534,173	0,00	0,01	-0,04			
000931052710	49 15 13,78064	N 15 4 44,45757	E 570,152	707985,355	1141177,710	523,851	707985,368	1141177,670	524,014	-0,01	0,04	-0,16			
000931052710	49 15 13,78067	N 15 4 44,45808	E 570,190	707985,345	1141177,710	523,889	707985,357	1141177,670	524,052	-0,01	0,04	-0,16			
000931100030	49 14 42,74114	N 15 1 1,25334	E 642,285	712584,729	1141550,743	596,236	712584,726	1141550,726	596,184	0,00	0,02	0,05			
000931100030	49 14 42,74139	N 15 1 1,25419	E 642,313	712584,711	1141550,737	596,264	712584,708	1141550,721	596,212	0,00	0,02	0,05			
000931102660	49 14 13,55888	N 15 1 14,62024	E 593,079	712432,400	1142479,414	546,993	712432,365	1142479,442	546,974	0,03	-0,03	0,02			
000931102660	49 14 13,55847	N 15 1 14,62030	E 593,014	712432,400	1142479,427	546,928	712432,367	1142479,454	546,909	0,03	-0,03	0,02			
000931102700	49 13 47,72988	N 14 59 36,33382	E 584,791	714506,666	1143015,080	538,673	714506,667	1143015,058	538,703	0,00	0,00	-0,03			
000931102700	49 13 47,73055	N 14 59 36,33431	E 584,846	714506,654	1143015,041	538,728	714506,655	1143015,039	538,758	0,00	0,00	-0,03			
058000000502	49 15 5,98911	N 15 2 27,00774	E 585,253	710772,719	1141060,982	539,076	710772,717	1141060,973	539,137	0,00	0,01	-0,06			
058000000502	49 15 5,98876	N 15 2 27,00892	E 585,273	710772,697	1141060,996	539,096	710772,695	1141060,987	539,157	0,00	0,01	-0,06			
058000000506	49 15 9,57643	N 15 2 48,79438	E 593,615	710321,595	1141007,511	547,416	710321,593	1141007,498	547,495	0,00	0,01	-0,08			
058000000506	49 15 9,57705	N 15 2 48,79384	E 593,587	710321,604	1141007,491	547,388	710321,602	1141007,478	547,467	0,00	0,01	-0,08			
058000000511	49 14 55,35250	N 15 3 1,76548	E 556,321	710117,705	1141476,888	530,134	710117,700	1141476,849	530,197	0,00	0,02	-0,06			
058000000511	49 14 55,35137	N 15 3 1,76414	E 576,241	710117,737	1141476,899	530,054	710117,732	1141476,880	530,117	0,00	0,02	-0,06			
058000000514	49 14 44,88770	N 15 3 34,23980	E 562,790	709507,719	1141881,506	516,597	709507,717	1141881,476	516,659	0,01	0,03	-0,06			
058000000514	49 14 44,88836	N 15 3 34,24009	E 562,789	709507,710	1141881,487	516,596	709507,704	1141881,457	516,658	0,01	0,03	-0,06			
058000000520	49 14 33,87866	N 15 2 38,28716	E 556,778	710673,566	1142073,952	510,638	710673,555	1142073,938	510,657	0,01	0,01	-0,02			
058000000520	49 14 33,87882	N 15 2 38,28707	E 556,781	710673,567	1142073,947	510,641	710673,557	1142073,933	510,660	0,01	0,01	-0,02			
058000000521	49 14 21,24678	N 15 2 58,55921	E 553,951	710316,883	1142513,456	507,817	710316,869	1142513,434	507,824	0,01	0,02	-0,01			
058000000521	49 14 21,24602	N 15 2 58,56100	E 553,934	710316,850	1142513,484	507,800	710316,836	1142513,462	507,807	0,01	0,02	-0,01			
075000000509	49 14 24,29805	N 15 0 27,58040	E 585,473	713260,300	1141464,904	539,408	713260,304	1141464,901	539,378	0,00	0,00	0,03			
075000000509	49 14 24,28605	N 15 0 27,58047	E 585,445	713260,299	1141464,903	539,380	713260,302	1141464,901	539,350	0,00	0,00	0,03			
075000000510	49 15 24,29805	N 15 1 30,91351	E 599,721	711825,086	1140354,625	553,559	711825,089	1140354,626	553,617	0,00	0,00	-0,06			
075000000510	49 15 24,29801	N 15 1 30,91349	E 599,735	711825,087	1140354,626	553,573	711825,089	1140354,627	553,631	0,00	0,00	-0,06			
075000000511	49 15 22,10359	N 15 1 35,52253	E 592,487	711741,364	1140433,812	546,326	711741,365	1140433,812	546,382	0,00	0,00	-0,06			
075000000511	49 15 22,10301	N 15 1 35,52170	E 592,420	711741,383	1140433,828	546,259	711741,384	1140433,828	546,315	0,00	0,00	-0,06			
110000000501	49 13 52,39914	N 15 0 52,69953	E 576,013	712956,083	1143070,712	529,967	712956,063	1143070,716	529,912	0,02	0,00	0,05			
110000000501	49 13 52,40009	N 15 0 52,69921	E 576,004	712956,086	1143070,682	529,958	712956,065	1143070,686	529,903	0,02	0,00	0,05			
139000000501	49 14 42,02913	N 15 6 19,10015	E 581,621	706212,070	1142394,455	535,339	706212,084	1142394,436	535,455	-0,01	0,02	-0,12			
139000000501	49 14 42,03095	N 15 6 19,10098	E 581,611	706212,046	1142394,402	535,329	706212,060	1142394,382	535,445	-0,01	0,02	-0,12			
139000000501	49 14 42,03073	N 15 6 19,10121	E 581,589	706212,043	1142394,409	535,307	706212,057	1142394,390	535,423	-0,01	0,02	-0,12			
139000000501	49 14 42,02954	N 15 6 19,10073	E 581,500	706212,057	1142394,444	535,218	706212,071	1142394,425	535,334	-0,01	0,02	-0,12			
139000000503	49 14 36,62561	N 15 6 39,98497	E 587,754	705814,366	1142613,770	541,471	705814,367	1142613,744	541,581	-0,01	0,02	-0,11			
139000000503	49 14 36,62524	N 15 6 39,98605	E 587,711	705814,333	1142613,774	541,428	705814,346	1142613,758	541,538	-0,01	0,02	-0,11			
139000000503	49 14 36,62561	N 15 6 39,99047	E 587,760	705814,243	1142613,774	541,477	705814,256	1142613,758	541,587	-0,01	0,02	-0,11			
139000000509	49 14 17,85484	N 15 6 26,07969	E 586,719	706167,068	1143153,107	540,466	706167,092	1143153,091	540,545	-0,01	0,02	-0,08			
139000000509	49 14 17,85406	N 15 6 26,08057	E 586,743	706167,072	1143153,133	540,490	706167,077	1143153,117	540,569	-0,01	0,02	-0,08			
139000000510	49 14 21,78770	N 15 6 22,13494	E 585,770	706230,767	1143022,452	539,514	706230,774	1143022,435	539,598	-0,01	0,02	-0,08			
139000000510	49 14 21,78797	N 15 6 22,13512	E 585,778	706230,763	1143022,445	539,522	706230,770	1143022,427	539,606	-0,01	0,02	-0,08			
139000000511	49 14 13,05483	N 15 5 54,00676	E 575,700	706829,435	1143217,581	529,460	706829,437	1143217,566	529,533	0,00	0,02	-0,07			
139000000511	49 14 13,05430	N 15 5 54,00776	E 575,756	706829,417	1143217,600	529,516	706829,419	1143217,584	529,589	0,00	0,02	-0,07			
139000000512	49 14 3,04727	N 15 6 53,98619	E 598,594	705665,360	1143678,607	552,347	705665,364	1143678,594	552,409	0,00	0,01	-0,06			
139000000512	49 14 3,04738	N 15 6 53,98618	E 598,632	705665,360	1143678,604	552,385	705665,364	1143678,591	552,447	0,00	0,01	-0,06			
161000000501	49 12 56,91879	N 15 4 32,87821	E 548,465	708757,341	1145341,000	502,406	708757,312	1145340,952	502,292	0,03	0,04	0,11			
161000000501	49 12 56,91911	N 15 4 32,87791	E 548,475	708757,345	1145340,989	502,416	708757,316	1145340,952	502,302	0,03	0,04	0,11			
161000000502	49 13 0,43274	N 15 4 23,53889	E 543,758	708930,926	1145209,211	497,700	708930,896	1145209,171	497,588	0,03	0,04	0,11			
161000000502	49 13 0,43294	N 15 4 23,53883	E 543,762	708930,927	1145209,204	497,704	708930,897	1145209,165	497,592	0,03	0,04	0,11			
161000000504	49 12 52,32128	N 15 4 29,16571	E 543,823	708849,987	1145472,288	497,771	708849,956	1145472,229	497,652	0,03	0,04	0,12			
161000000504	49 12 52,32065	N 15 4 29,16491	E 543,866	708850,005	1145472,285	497,814	708849,975	1145472,246	497,695	0,03	0,04	0,12			
161000000505	49 12 53,32020	N 15 4 18,81276	E 536,137	709053,843	1145414,911	490,090	709053,810	1145414,869	489,969	0,03	0,04	0,12			
161000000505	49 12 53,32064	N 15 4 18,81302	E 536,118	709053,836	1145414,898	490,071	709053,803	1145414,857	489,950	0,03	0,04	0,12			
161000000506	49 12 48,59731	N 15 4 20,97109	E 544,325	709029,154	1145565,188	498,283	709029,132	1145565,147	498,157	0,03	0,04	0,13			
161000000506	49 12 48,59756	N 15 4 20,97055	E 544,327	709029,164	1145565,179	498,285	709029,129	1145565,138	498,159	0,03	0,04	0,13			
161000000509	49 13 30,37057	N 15 3 32,95096	E 554,152	709827,956	1144161,179	508,079	709827,927	1144161,139	508,008	0,03	0,04	0,07			
161000000509	49 13 30,37009	N 15 3 32,95228	E 554,186	709827,931	1144161,197	508,113	709827,902	1144161,157	508,042	0,03	0,04	0,07			
161000000510	49 12 39,59013	N 15 4 8,04431	E 537,054	709324,162	1145807,733	491,030	709324,126	1145807,689	490,892	0,04	0,04	0,14			
161000000510	49 12 39,58950	N 15 4 8,04799	E 537,080	709324,091	1145807,762	491,056	709324,055	1145807,718							

## 9. Testování (měřické dvojice RTK, body PPBP)

Úplná podoba je součástí elektronické verze

Číslo bodu	AAT			GNSS			Souřadnicové rozdíly			dPol	m <sub>y,x</sub>
	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
174000005055	713784,45	1141971,13	530,48	713784,47	1141971,13	530,42	-0,02	0,00	0,06	0,020	0,014
165000005633	709911,63	1144990,73	497,54	709911,59	1144990,68	497,43	0,04	0,05	0,11	0,064	0,045
058000000502	710772,79	1141061,04	539,38	710772,71	1141060,98	539,15	0,08	0,06	0,23	0,100	0,071
058000000506	710321,67	1141007,67	547,56	710321,60	1141007,49	547,48	0,07	0,18	0,08	0,193	0,137
058000000511	710117,78	1141477,08	530,30	710117,72	1141476,87	530,16	0,06	0,21	0,14	0,218	0,154
058000000513	710132,39	1141308,22	540,18	710132,35	1141308,06	540,05	0,04	0,16	0,13	0,165	0,117
058000000514	709507,74	1141881,59	516,79	709507,71	1141881,47	516,66	0,03	0,12	0,13	0,124	0,087
058000000520	710673,59	1142074,17	510,77	710673,56	1142073,94	510,66	0,03	0,23	0,11	0,232	0,164
058000000521	710316,89	1142513,57	507,91	710316,85	1142513,45	507,82	0,04	0,12	0,09	0,126	0,089
075000000509	713260,32	1141465,02	539,48	713260,30	1141464,90	539,36	0,02	0,12	0,12	0,122	0,086
075000000510	711825,05	1140354,83	553,68	711825,09	1140354,63	553,62	-0,04	0,20	0,06	0,204	0,144
075000000511	711741,28	1140434,05	546,29	711741,38	1140433,82	546,35	-0,10	0,23	0,06	0,251	0,177
110000000501	712956,08	1143070,69	530,12	712956,06	1143070,70	529,91	0,02	-0,01	0,21	0,022	0,016
139000000501	706211,90	1142394,67	535,44	706212,07	1142394,41	535,45	-0,17	0,26	-0,01	0,311	0,220
139000000503	705814,30	1142613,90	541,64	705814,36	1142613,75	541,56	-0,06	0,15	0,08	0,162	0,114
139000000504	705796,70	1142699,47	543,45	705796,73	1142699,25	543,14	-0,03	0,22	0,31	0,222	0,157
139000000508	706026,75	1143190,96	542,19	706026,87	1143191,01	542,02	-0,12	-0,05	0,17	0,130	0,092
139000000509	706166,99	1143153,17	540,65	706167,09	1143153,10	540,56	-0,10	0,07	0,09	0,122	0,086
139000000510	706230,67	1143022,44	539,77	706230,77	1143022,43	539,60	-0,10	0,01	0,17	0,100	0,071
139000000511	706829,32	1143217,63	529,49	706829,43	1143217,58	529,56	-0,11	0,05	0,07	0,121	0,085
139000000512	705665,34	1143678,54	552,42	705665,36	1143678,59	552,43	-0,02	-0,05	-0,01	0,054	0,038
161000000501	708757,31	1145340,79	502,55	708757,31	1145340,96	502,30	0,00	-0,17	0,25	0,170	0,120
161000000502	708930,92	1145209,06	497,79	708930,90	1145209,17	497,59	0,02	-0,11	0,20	0,112	0,079
161000000504	708849,94	1145472,03	497,83	708849,97	1145472,24	497,67	-0,03	-0,21	0,16	0,212	0,150
161000000505	709053,84	1145414,83	490,02	709053,81	1145414,86	489,96	0,03	-0,03	0,06	0,042	0,030
161000000506	709029,17	1145564,88	498,43	709029,13	1145565,14	498,16	0,04	-0,26	0,27	0,263	0,185
161000000509	709828,02	1144161,02	508,34	709827,92	1144161,15	508,03	0,10	-0,13	0,31	0,164	0,116
161000000510	709324,03	1145807,46	491,09	709324,07	1145807,73	490,92	-0,04	-0,27	0,17	0,273	0,193
161000000511	708679,46	1145662,80	505,92	708679,51	1145663,07	505,75	-0,05	-0,27	0,17	0,275	0,194
161000000512	708342,47	1145680,73	508,80	708342,43	1145681,08	508,42	0,04	-0,35	0,38	0,352	0,249
161000000514	709113,26	1145226,58	493,71	709113,17	1145226,67	493,74	0,09	-0,09	0,03	0,127	0,090
165000000546	709430,19	1143226,21	518,24	709430,20	1143226,23	517,98	-0,01	-0,02	0,26	0,022	0,016
165000000551	710176,81	1143519,60	531,36	710176,59	1143519,58	531,34	0,22	0,02	0,02	0,221	0,156
165000000552	710392,87	1143559,80	522,50	710392,69	1143559,87	522,56	0,18	-0,07	0,06	0,193	0,137
165000000553	710497,70	1143563,47	521,03	710497,41	1143563,55	520,89	0,29	-0,08	0,14	0,301	0,213
165000000558	710958,48	1143354,24	517,52	710958,26	1143354,35	517,23	0,22	-0,11	0,29	0,246	0,174
165000000564	709732,51	1145267,25	498,75	709732,56	1145267,28	498,72	-0,05	-0,03	0,03	0,058	0,041
165000000565	709340,02	1145500,44	486,10	709340,03	1145500,61	485,94	-0,01	-0,17	0,16	0,170	0,120
165000000566	709398,63	1145712,20	483,77	709398,63	1145712,38	483,64	0,00	-0,18	0,13	0,180	0,127
165000000571	707634,32	1144671,34	509,13	707634,32	1144671,37	508,97	0,00	-0,03	0,16	0,030	0,021
165000000572	707730,12	1144819,23	506,90	707730,10	1144819,36	506,88	0,02	-0,13	0,02	0,132	0,093
165000000575	708814,28	1143694,79	503,37	708814,30	1143694,82	503,13	-0,02	-0,03	0,24	0,036	0,025
165000000577	707588,97	1143983,79	518,13	707589,03	1143983,70	518,12	-0,06	0,09	0,01	0,108	0,076
165000000578	707656,62	1144043,42	516,42	707656,62	1144043,33	516,49	0,00	0,09	0,07	0,090	0,064
165000000586	707725,71	1143085,51	528,84	707725,79	1143085,47	528,94	-0,08	0,04	0,10	0,089	0,063
165000000598	709329,24	1144205,42	492,84	709329,27	1144205,52	492,74	-0,03	-0,10	0,10	0,104	0,074
165000000600	708797,54	1144051,65	503,27	708797,57	1144051,66	503,02	-0,03	-0,01	0,25	0,032	0,022
165000000601	709017,23	1144303,01	499,78	709017,21	1144303,08	499,65	0,02	-0,07	0,13	0,073	0,051
165000000606	708509,62	1143367,35	510,49	708509,56	1143367,32	510,44	0,06	0,03	0,05	0,067	0,047
165000000607	708463,41	1143160,06	506,00	708463,46	1143160,05	505,96	-0,05	0,01	0,04	0,051	0,036
165000000608	708378,96	1143031,82	509,27	708378,99	1143031,77	509,22	-0,03	0,05	0,05	0,058	0,041
165000000609	708630,87	1143220,94	495,24	708630,85	1143220,87	495,27	0,02	0,07	0,03	0,073	0,051
165000000613	707788,10	1142346,85	508,76	707788,23	1142346,72	509,02	-0,13	0,13	0,26	0,184	0,130
165000000616	708531,35	1142400,59	512,01	708531,29	1142400,40	512,11	0,06	0,19	0,10	0,199	0,141
165000000620	709064,40	1142190,28	517,02	709064,43	1142190,17	517,09	-0,03	0,11	0,07	0,114	0,081
165000000621	708174,99	1142034,21	510,95	708175,01	1142033,98	511,00	-0,02	0,23	0,05	0,231	0,163
165000000623	708434,06	1142469,05	509,52	708433,96	1142468,97	509,66	0,10	0,08	0,14	0,128	0,091
165000000627	708885,34	1142441,70	512,32	708885,31	1142441,60	512,26	0,03	0,10	0,06	0,104	0,074
165000000630	708969,32	1142767,07	510,46	708969,26	1142766,99	510,36	0,06	0,08	0,10	0,100	0,071
165000000633	708291,96	1142675,22	499,70	708291,96	1142675,08	499,67	0,00	0,14	0,03	0,140	0,099
165000000636	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, přeурčené 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 <sub>x,y</sub> [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 <sub>x,y</sub> [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
<b>Jarošov nad Nežárkou</b>						
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 Skrýchov (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.