

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY

**Dobudování geodetické sítě měřických bodů ve cvičné  
lokalitě číslo 1.1 v Kostelci nad Černými lesy**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Ing. Dana TOLLINGEROVÁ, Ph.D.  
Bakalant: Ondřej ŠTĚRBA

2011



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Ondřej Štěrba  
obor: vodní hospodářství

Název tématu: Dobudování geodetické sítě měřických bodů ve cvičné lokalitě číslo 1.1  
v Kostelci nad Černými Lesy

Název tématu v anglickém jazyce: Construction of the geodetic network of the measurement  
points at the training locality No. 1.1 at Kostelec nad Černými Lesy

### Zásady pro vypracování:

Ve cvičné lokalitě v Kostelci nad Černými Lesy proveďte zhuštění stávajícího podrobného bodového pole pomocí metody polygonových pořadů. Rovinné souřadnice bodů určete v systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální. Metodou trigonometrické nivelace nebo technické nivelace určete na všech měřických bodech nadmořskou výšku v systému Bařp po vyrovnání.



Rozsah grafických prací: Přehledka všech bodů kombinované měřické sítě v zadané lokalitě.  
Místopisy nově určených bodů kombinované měřické sítě.

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 stran včetně příloh

Seznam odborné literatury:

BLAŽEK, Radim – SKOREPA, Zdeněk. (1999). *Geodézie 30: Výškopis*. Dotisk 1. vydání.

Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999. 93 s. ISBN 80-01-01598-X.

CHAMOUT, Lubomír – SKÁLA, Petr. (2003). *Geodézie*. 1. vydání. Praha: ČZU v Praze,

2003. 196 s. ISBN 80-213-1049-9.

NOVÁK, Zdenek – PROCHÁZKA, Jaromír. (2001). *Inženýrská geodézie 10*. 2. vydání.

Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. 181 s. ISBN 80-01-02407-5.

RATIBORSKÝ, Jan. (2000). *Geodézie 10*. 1. vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. 234 s. ISBN 80-01-02198-X.


RATIBORSKÝ, Jan. (2002). *Geodézie 20*. 1. vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. 133 s. ISBN 80-01-02635-3.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Dana Tollingerová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 1.10.2009

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011

  
Vedoucí katedry



  
Děkan

V Praze dne 1.10.2009

## ***Prohlášení***

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Dobudování geodetické sítě měřických bodů ve cvičné lokalitě číslo 1.1 v Kostelci nad Černými lesy“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Dany Tollingerové, Ph.D. a uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne

.....  
Ondřej ŠTĚRBA

## ***Poděkování***

Tímto bych rád poděkoval paní Ing. Daně Tollingerové, Ph.D. za odborné vedení práce a vstřícnost. Dále mým přátelům za pomoc při měřických činnostech a rodině za její podporu.

## ***Abstrakt***

Cílem bakalářské práce je dobudování stávajícího bodového pole v obci Kostelec nad Černými lesy. Zhuštění měřické sítě proběhlo metodou polygonového pořadu. Osmi nově vytvořenými body podrobného polohového pole, které byly zaměřeny výškově a polohopisně, byly tedy zjištěny rovinné souřadnice v systému S-JTSK (Jednotná trigonometrická síť katastrální) a nadmořské výšky bodů byly určeny v systému Balt po vyrovnání. Práce se zabývá geodetickými základy v bodovém poli na území České republiky, metodikou měřických prací a výpočtů. Diskutovány jsou výsledky z naměřených dat. Dostatečné zhuštění měřické sítě je přínosem pro geodetická cvičení, ale i pro ostatní měřické činnosti.

## ***Klíčová slova***

- bodové pole,
- polygonový pořad,
- souřadnice,
- nadmořské výšky,
- měřická síť

## ***Summary***

The aim of this work is the completion point of the current field in the village reconstructions, with forests. Surveying network densification was carried out by inserting Traverse. Eight newly created items detailed positional fields, which were aimed topographic height and were therefore found in the plane coordinate system S-JTSK (Uniform trigonometric cadastral network) and altitude of the points have been identified in the settlement of Baltic. The work deals with the basics of surveying in the scatter field in the Czech Republic, the methodology of survey work and calculations. Discussed the results of the measured data. Sufficient compression surveying network is beneficial for geodetic practice, but also for other surveying activities.

## ***Key words***

- minor control,
- traverse,
- coordinate systems,
- altitude,
- geodetical network

<b>OBSAH</b>	<b>str.</b>
<b>Seznam použitých zkratek</b>	<b>9</b>
<b>1. Úvod</b>	<b>10</b>
<b>2. Cíle práce</b>	<b>10</b>
<b>3. Literární rešerše</b>	<b>10</b>
<b>4. Polohová bodová pole</b>	<b>11</b>
4.1 Základní bodové polohové pole (ZBPP)	11
4.1.1 Referenční síť nultého řádu	11
4.1.2 Astronomicko - geodetická síť	11
4.1.3 Česká státní trigonometrická síť (ČSTS)	12
4.2 Stabilizace bodů ZBPP	12
4.3 Signalizace bodů ZBPP	13
4.4 Ochrana bodu ZBPP	14
4.5 Podrobné polohové bodové pole (PPBP)	14
4.6 Stabilizace podrobného polohového bodového pole	15
4.7 Číslování bodů	15
4.8 Geodetické údaje	16
<b>5 Výškopisné základy</b>	<b>17</b>
5.1 Výšková měření	17
5.2 Základní výškové bodové pole (ZVBP)	17
5.3 Podrobné výškové bodové pole	19
5.4 Stabilizace a signalizace výškových bodů	19
5.5 Číslování nivelačních bodů	20
5.6 Nivelační údaje	20
<b>6 Souřadnicové systémy</b>	<b>21</b>
6.1 S-JTSK	21
6.2 Výškový systém Balt po vyrovnání	23
<b>7 Popis lokality</b>	<b>23</b>
<b>8 Metodika práce</b>	<b>25</b>
8.1 Měřické práce	25
8.1.1 Rekognoskace území	25
8.1.2 Volba bodů	25
8.1.3 Polygonový pořad	26
8.1.4 Rajón	26
8.1.5 Měření délek	27
8.1.6 Měření vodorovných úhlů	28
8.1.7 Trigonometrická nivelace	28
8.1.8 Technická nivelace	29
8.2 Výpočetní práce	30
8.2.1 Výpočet délek	30
8.2.2 Výpočet vodorovných úhlů	31

8.2.3 Výpočet polygonového pořadu	31
8.2.4 Výpočet rajónu	35
8.2.5 Výpočet trigonometrické nivelace	35
8.2.6 Výpočet technické nivelace	36
<b>9 Současný stav řešené problematiky</b>	<b>38</b>
<b>10 Dosažené výsledky prací</b>	<b>38</b>
<b>11 Diskuze</b>	<b>38</b>
<b>12 Závěr</b>	<b>39</b>
<b>Přehled použité literatury</b>	<b>40</b>
<b>Seznam obrázků a tabulek</b>	<b>41</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>42</b>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ZBPP	Základní polohové bodové pole
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
AGS	Astronomicko-geodetická síť
ČSTS	Česká státní trigonometrická síť
ČSNS	Česká státní nivelační síť
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
BPV	Balt po vyrovnání
TN	Technická nivelace
PN	Přesná nivelace
VPN	Velmi přesná nivelace
ČR	Česká republika
KÚ	Katastrální území

# 1. ÚVOD

Pro geodetické práce je důležité vycházet již z vybudovaných bodů bodových polí o známých souřadnicích. Bodová pole jsou na našem území tvořena již od 19. století, ale je stále potřeba budovat jejich hustotu, neboť na celém území ČR není dostatečné zhuštění pro měřické činnosti v geodézii (Ratiborský, 2002).

## 2. CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je doplnění stávajícího podrobného bodového pole v lokalitě 1.1 v katastrálním území (KÚ) Kostelec nad Černými lesy. Je potřeba vhodně zvolit, umístit a stabilizovat nové body a určit jejich rovinné souřadnice v systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK) a nadmořské výšky určit v systému Balt po vyrovnání (Bpv). Tyto systémy jsou závazné pro Českou republiku (ČR). Pomocí polygonového pořadu určíme rovinné souřadnice bodů a výškové souřadnice určíme pomocí trigonometrické nivelace.

## 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Při zaměřování větších územních celků a při všech měřicích pracích dochází k výskytu nevyhnutelných chyb. Musíme tedy dodržovat takový postup, kterým omezíme hromadění chyb a snížit jejich vliv na minimum (Ratiborský, 2002). Proto se musí zásadně postupovat z velkého do malého, tedy z celku do podrobností, jinak jsou výsledky podrobných měření na obvodech i v různých částech mapovaného území zkreslené, nepřesné a vzájemně na sebe nenavazují. Každé měření se proto musí opírat o předem vybudovanou síť základních, polohově i výškově přesně určených bodů (Pokora a kol., 1985).

Tyto body tvoří geodetické základy :

- Geodynamické bodové pole
- polohové bodové pole
- výškové bodové pole
- tíhové bodové pole
- Česká síť permanentních stanic pro určování polohy CZEPOS  
(Chamout & Skála, 2003)

Bod daného bodového pole může být i bodem jiného bodového pole  
(Vyhláška č. 31/1995 Sb.)

## 4. POLOHOVÁ BODOVÁ POLE

Každé bodové pole se dále dělí na základní a podrobné. Základní bodové polohové pole (ZBPP) tvoří :

- body referenční sítě nultého řádu
- body Astronomicko - geodetické sítě (AGS)
- body České státní trigonometrické sítě (ČSTS)
- body geodynamické sítě (Ratiborský, 2002).

Podrobné polohové bodové pole (PPBP) tvoří :

- zhušťovací body
- ostatní body podrobného bodového pole Shenk, 2004).

### 4.1 Základní bodové polohové pole (ZBPP)

Body základního bodového polohového pole (ZBPP) tvoří polohopisný geodetický základ trigonometrické (trojúhelníkové) sítě. Trojúhelník byl zvolen za základní prvek sítě proto, že je nejjednodušším prvkem při měření a výpočtech v trigonometrických sítích, také nejlépe zaručuje tuhost sítě. Při budování trigonometrických sítí se zvolí, stabilizují a polohově určí vrcholy základní trigonometrické sítě, které dominují nad okolím a pokrývají mapované území navzájem značně vzdáleny (20 - 60 km). Mezi ně se vkládají další body, jejichž vzájemným spojením vzniká trigonometrická síť o kratších stranách. Postupným vkládáním dalších bodů do vyšších řádů sítě, vznikají sítě nižších řádů, až průměrná vzdálenost (1,5-2 km) bodů vyhovuje pro budování podrobného polohového bodového pole (PPBP). Soubor měřických prací v trigonometrických sítích se nazývá triangulace (Ratiborský, 2002). Triangulace je metoda, kdy se měří vodorovné úhly (směry) mezi vrcholy trigonometrické sítě, z nichž lze snadno a rychle vypočítat délky mezi danými body. Tato metoda se používala v dobách, kdy bylo snažší měřit úhly než délky. Základní směrodatná souřadnicová odchylka (ZBPP)  $\sigma_{y,x} \leq 0,015$  m (Chamout & Skála, 2003).

#### 4.1.1 Referenční síť nultého řádu

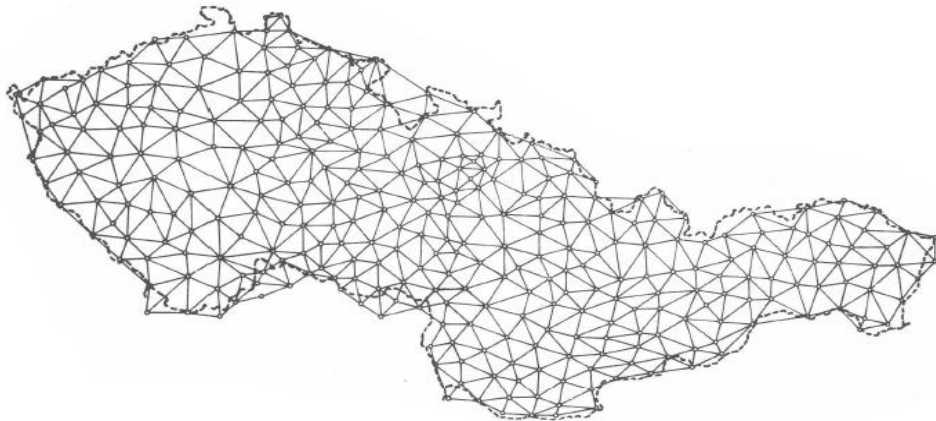
Referenční síť nultého řádu je sítí, která vznikla postupným připojením vybraných geodetických bodů pomocí technik kosmické geodézie (GPS) na nově tvořenou evropskou referenční síť. Většina bodů je identických s body AGS (Shenk, 2004).

#### 4.1.2 Astronomicko - geodetická síť

Tato síť byla budována od roku 1931 na území Československa (také zvaná jako Základní trigonometrická síť) s většími trojúhelníky (délka stran byla 30 - 50 km) a nejvyšší dosažitelnou přesností, podle nejnovějších poznatků (Shenk,

2004). AGS tehdy obsahovala 144 bodů, které tvořily 227 trojúhelníků. Bylo nutno určit alespoň jednu délku v trojúhelníku. Určilo se šest délek kvůli kontrole a zpřesnění výpočtů. Každá strana byla určena nepřímo pomocí geodetické základny zvolené v rovinném území blízkosti této strany (Chamout & Skála, 2003). Částečně byla připojena i na trigonometrické sítě sousedních zemí.

### 4.1.3 Česká státní trigonometrická síť (ČSTS)

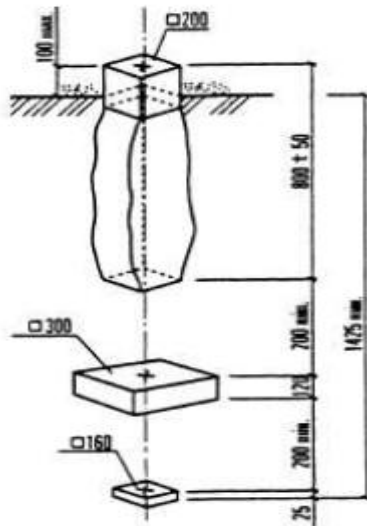


Obr. č. 1 Česká státní trigonometrická síť (Zdroj : Shenk, 2004)

Budování české státní trigonometrické sítě, dříve Československé Jednotné trigonometrické sítě probíhalo v letech 1920 - 1957. Síť je tvořena I. - V. řádem, 268 body a 456 trojúhelníky, z časových důvodů bylo 107 bodů převzato z rakouské vojenské triangulace (Shenk, 2004). Délky stran trojúhelníků v ČSTS I. řádu se pohybovaly kolem 25 km a délky stran u V. řádu byly mezi (1,5 - 2 km). Byla tak vytvořena hustá plošná síť (Chamout & Skála, 2003). Česká státní trigonometrická síť se stala základem pro souřadnicový systém - Jednotné triangulační síť katastrální (S - JTSK) (Shenk, 2004).

## 4.2 Stabilizace bodů ZBPP

Body základního bodového polohového pole se stabilizují dle [ČSN 73 0415] jednou povrchovou a dvěma podzemními stabilizačními značkami. Povrchová stabilizace se provádí kamenným hranolem s křížkem ve směru úhlopříček o rozměrech 20x20x80 cm, vrchní podzemní značka je kamenná deska s křížkem o rozměrech 40x40x12 cm a spodní značka je zpravidla skleněná deska o velikosti 16x16x2,5 cm s křížkem. Stabilizační značky musí být umístěny tak, aby mezní odchylka od svislice všech značek nepřekročila 3 mm (Pokora a kol, 1985). Pokud při stabilizaci trigonometrického bodu nemůžeme osadit jednu ze tří stabilizačních značek, zajistí se bod jedním zajišťovacím bodem (Ratiborský, 2000).



Obr. č.2 Stabilizace bodu ZBPP (Zdroj:Shenk, 2004)

Poloha bodů základního bodové polohového pole je volena tak, aby :

- nebyl ohrožen
  - jeho signalizace byla jednoduchá
  - byl využitelný pro připojení bodů podrobného polohového bodového pole
- (Vyhláška ČÚZK č. 31/1995 Sb.)

### 4.3 Signalizace bodů ZBPP

Signalizace bodů základního bodového polohového pole je buďto trvalá :

- věže kostelů (přirozené stavby)
- dřevěné pyramidy a měřické věže

a nebo signalizace dočasná :

- trojpodstavcová souprava
- reflexní terč
- výtyčka

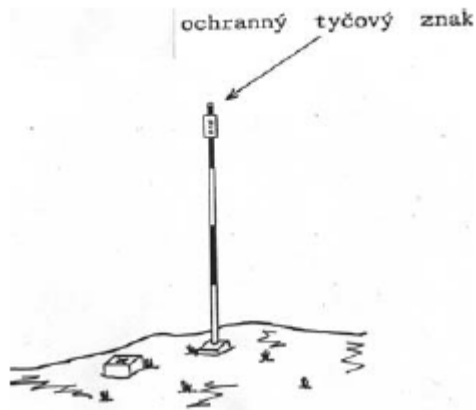
(Chamout & Skála, 2003; Ratiborský, 2000)



Obr. č.3 Přechodná signalizace výtyčkou (Zdroj : Chamout & Skála, 2003).

## 4.4 Ochrana bodu ZBPP

Pro ochranu stabilizační značky před poškozením či zničením se u trigonometrických bodů a orientačních bodech zřizují ochranné tyčové znaky (OTZ), které zároveň slouží i ke snadnějšímu vyhledání bodu v terénu. Typy ochranných znaků nám určuje [ČSN 73 0416]. Ochranné znaky se používají převážně jako červenobílé ochranné tyče s výstražným štítkem a nápisem „Státní triangulace, poškození se trestá“ (Ratiborský, 2000). V případě většího nebezpečí pro bod, zhotovíme dva OTZ (např. uprostřed pole). Vzdálenost OTZ od stabilizační povrchové značky je 0,75 m (Chamout & Skála, 2003).



Obr. č.4 Ochranný tyčový znak (Zdroj : Chamout & Skála, 2007)

## 4.5 Podrobné polohové bodové pole (PPBP)

Podrobné polohové body vkládáme mezi trigonometrické body V. řádu, nejčastěji polygonovou sítí (Pokora a kol, 1985). PPBP nám zhušťuje základní bodové polohové pole (ZBPP) pro potřebu vyhotovení map velkých měřítek nebo pro vytyčovací či jiné technické měření (Chamout & Skála, 2003).

Metody pro určení souřadnic podrobného polohového bodového pole jsou :

- polygonové pořady
- protínáním z délek a směrů
- rajóny
- metodou GPS
- polární stanovisko
- pomocí měřických přímek (Ratiborský, 2002).

Pro katastrální mapování a geodetické činnosti je základní směrodatná souřadnicová odchylka  $\sigma_{y,x} \leq 0,06$  m (Chamout & Skála, 2003).

## 4.6 Stabilizace podrobného polohového bodového pole

Body podrobného bodového pole se volí především na trvalých objektech nebo na jiných místech, tak aby co nejméně překážely v užívání pozemků. Body podrobného polohového pole lze stabilizovat některou z těchto značek :

- ocelovou trubkou nebo nivelační značkou, které jsou osazeny v betonovém bloku
- plastovým mezníkem (skládající se z plastové hlavy 80x80x50 mm a ocelové trubky o průměru nejméně 30 mm a délce nejméně 600 mm, do plastové hlavy lze vložit hliníkovou značku, do které je možné vyrazit číslo bodu pro snadnější vyhledání)
- kamenný mezník s úhlopříčným křížkem o rozměrech 120x120x600 mm
- vstupní nebo jiné šachty podzemního vedení (pokud je možné na nich jednoznačně určit polohu bodu)
- nastřelovacím hřebem ve zdi nebo na rohu zdi
- vytesaný křížek bodu ve skále (Ratiborský, 2000).

Stabilizace bodů PPBP může být i dočasná, a to dřevěným kolíkem, ocelovou trubkou či nastřelovacím hřebem. (Chamout & Skála, 2003).

Zhušťovací body se stabilizují kamenem o rozměru 160x160x750 mm s jednou podpovrchovou značkou, nelze-li vytvořit podpovrchovou značku, musíme zřídit jeden zajišťovací bod. (Shenk, 2004).

## 4.7 Číslování bodů

Číslo bodu je dvanáctimístné. Prvních osm čísel tvoří číslo skupinové a zbývající čtyři čísla tvoří číslo vlastní. Skupinové a vlastní číslo tvoří číslo úplné. Bez skupinových čísel by nebylo možné zpracovat výpočty a kresby na počítači (mohlo by se stát, že by některé body měli stejné číslo).

Vlastní číslo bodu základního bodového polohového pole (ZBPP), nebo-li trigonometrických bodů se číslují :

od 1 do 199 v rámci triangulačního listu TL (10x10 km),

body zhušťovací (ZhB) se číslují v intervalu :

od 201 do 499 v rámci triangulačního listu TL (10x10 km),

ostatní body podrobného polohového bodového pole (PPBP) se číslují :

od 501 do 3999 v rámci katastrálního území.

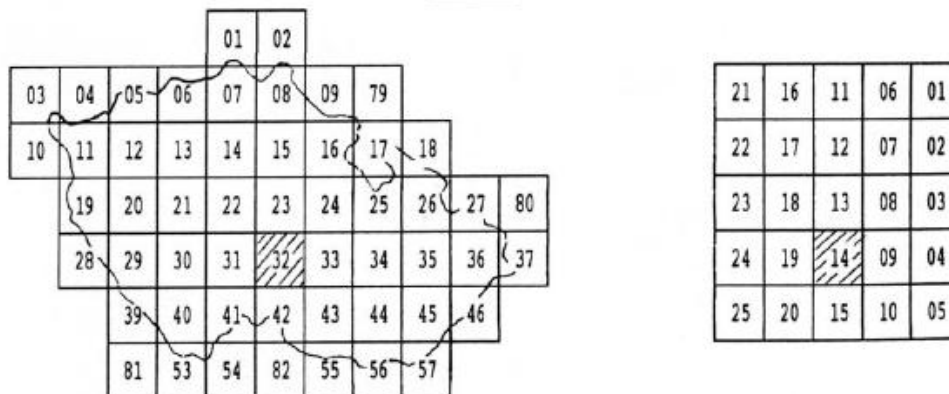
Pomocné body stabilizované dočasně kolíky nebo trubkami pro podrobné měřické práce číslujeme :

od 4001 v rámci katastrálního území.

Skupinové číslo se předřazuje k číslu vlastnímu, které body jednoznačně zařadí do území, kterými jsou triangulační listy nebo katastrální území. Pro body ZBPP a ZhB má skupinové číslo tvar

0009ZLTL

Kde ZLTL je číslo evidenční jednotky (ZL je číslo základního triangulačního listu (50x50 km) a TL je číslo triangulačního listu (10x10 km) v rámci základního triangulačního listu).



Obr. č.5 Číslování ZL a rozdělení ZL na TL (Zdroj : Chamout & Skála, 2003).

Ostatní body podrobného polohového pole (PPBP) a body pomocné má tvar :

PPP00000

kde PPP je pracovní číslo katastrálního území.

Úplné číslo se skládá z čísla skupinového a vlastního (Ratiborský, 2002).

## 4.8 Geodetické údaje

Geodetické údaje základního bodového pole polohového (trigonometrických bodů) a zhušťovacích bodů (ZhB) obsahují zejména tyto údaje :

- číslo a název bodu
- lokalizační údaje o územních jednotkách (okres, obec, katastrální území), označení mapového listu Státní mapy 1:5000 (SMO-5), označení Základní mapy ČR 1:50 000
- označení triangulačního listu, číslo a údaje o vlastníkově parcely nebo popisné stavby na níž je bod umístěn
- souřadnice trigonometrického bodu, nadmořská výška s uvedením výškového systému, údaje o orientaci
- místopisný náčrt s vyhledávacími mírami a místopisný popis
- údaje o stabilizaci a signalizaci bodu  
údaje o zřízení bodu (kdo zřídil a rok zřízení) a jeho údržbě (Shenk, 2004).

Geodetické údaje o bodech podrobného polohového pole (PPBP) obsahují data jako ZBPP, ale místo údajů o orientaci jsou uvedeny jižníky (směrníky) a je uveden pouze klad mapového listu SMO-5 (Ratiborský, 2000).

Geodetické údaje lze získat na Českém úřadě zeměměřickém a katastrálním (ČÚZK) v Praze - Kobylisích.



## 5. VÝŠKOPISNÉ ZÁKLADY

Výškopisné základy tvoří :

- základní výškové bodové pole (ZVBP)
  - základní nivelační body (ZNB)
  - body české státní nivelační sítě (ČSNS) I. až III. řádu
- podrobné výškové bodové pole (PVBP)
  - body nivelační sítě IV. řádu
  - body plošné nivelační sítě (PNS)
  - stabilizované body technických nivelací (Chamout & Skála,2003).

### 5.1 Výšková měření

Při řešení mnoha geodetických prací (mapovací, projektové, vytyčovací práce) se nevystačí pouze s určováním polohy bodů, ale je třeba určit i nadmořskou výšku bodu.

Metody výškového měření :

- nivelací
- trigonometricky
- barometricky
- metoda GPS

Nivelace je nejstarší metodou, ale stále velmi obecně nejpřesnější. Barometrické určování výšek patří mezi rychlou a nenáročnou metodu, ale s hrubou přesností. Trigonometrie a GPS metoda určování výšek (u GPS lze určit i polohové souřadnice při měření výškopisu, perspektivní metoda) jsou metody velmi moderní (Blažek & Skořepa, 2004).

### 5.2 Základní výškové bodové pole (ZVBP)

Základní výškové bodové pole obsahuje 12 základních nivelačních bodů (ZNB), které jsou vhodně rozmístěny na území ČR a slouží k zajištění České státní nivelační sítě (ČSNS). Základním bodem této sítě je Lišov východně od Českých Budějovic (Blažek & Skořepa, 1999).



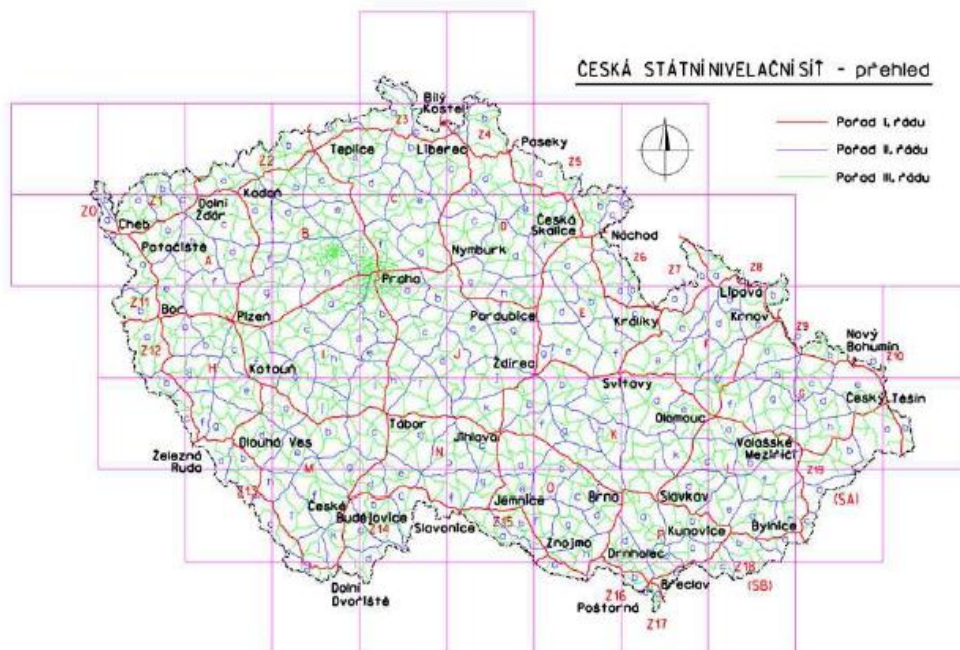
Obr.č.6 Základní nivelační bod Lišov (Zdroj : Shenk, 2004).

ČSNS I. řádu je tvořena nivelačními pořady seskupenými do nivelačních polygonů o délce 300 až 400 km, které tvoří uzavřené obrazce a ohraničují nivelační oblasti I.řádu.Nivelační polygony jsou zaměřeny velmi přesnou nivelací (Blažek & Skořepa, 1999).Těchto polygonových pořadů I.řádu je 75 a jsou tvořeny 16 134 body.(Shenk, 2004)

ČSNS II. řádu vznikla vložením nivelačních pořadů II. řádu do nivelačních polygonů I.řádu a tyto nivelační pořady tvoří uzavřené polygony o délce 100 km.Měření se opět prováděla velmi přesnou nivelací (VPN) (Blažek & Skořepa, 1999).Nivelačních polygonů II. řádu je 232 tvořena 19 741 body.

ČSNS III. řádu tvoří nivelační pořady III. řádu, kterými jsou zhušťovány sítě bodů I. a II. řádu České státní nivelační sítě (Blažek & Skořepa, 1999).III. řád je utvořen 985 pořady ze 47 714 nivelačních bodů(Shenk, 2004).Byly zde využity metody měření přesné nivelace (Blažek & Skořepa, 1999).

Česká státní nivelační síť I. až III. řádu je budována s přesností 0,1 mm.  
(Chamout & Skála, 2003).



Obr. č.7 Česká státní nivelační síť (Zdroj : Shenk, 2004)

### 5.3 Podrobné výškové bodové pole

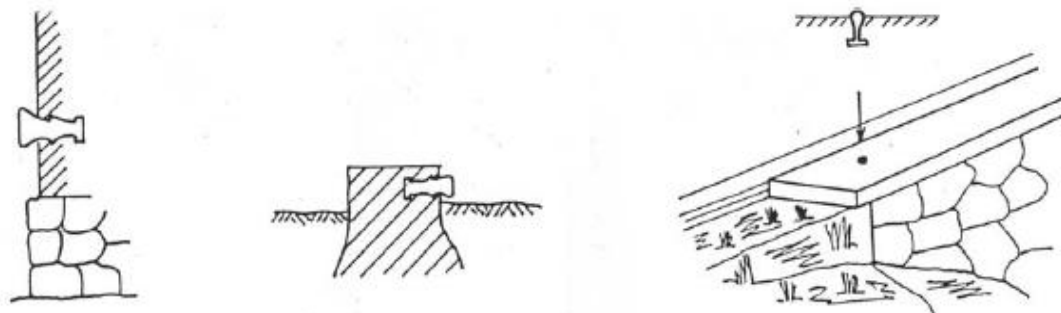
Nivelační síť IV. řádu dále zhušťuje nivelační síť vyšších řádů (Shenk, 2004). Nivelační body IV. řádu jsou zaměřeny metodou přesné nivelace s přesností na 1 mm (Chamout & Skála, 2003).

Body plošné nivelační sítě se budují na území obce nebo lokality s větší výstavbou (Blažek & Skořepa, 1999) a také jsou zaměřeny metodou přesné nivelace s přesností na 1 mm (Chamout & Skála, 2003).

Stabilizované body technických nivelací jsou body polohopisného bodového pole, které jsou zaměřeny minimálně technickou nivelací (TN) (Blažek & Skořepa, 1999). Body jsou určeny s přesností na 1 cm (Chamout & Skála, 2003).

### 5.4 Stabilizace a signalizace výškových bodů

Stabilizace výškových bodů je přirozená (vyhlazené plošky ve skalách) nebo umělá (žulové kameny, nivelační značky) z materiálů odolné korozi (Blažek & Skořepa, 1999). V dnešní době se nejčastěji používají nivelační značky čepové (osazené ze strany do zdí domů, mostů) a značky hřebové (osazené ze strany či shora propustků, nivelačních kamenů) (Chamout & Skála, 2003). Značka se vždy umísťuje tak, aby bylo dostatek prostoru na postavení nivelační latě (Blažek & Skořepa, 1999). Nivelační body se volí na vhodných místech zejména podél komunikací. V otevřeném terénu se nejčastěji volí nivelační body ve vzdálenosti od 500 m až do 1 km a tak, aby ležely v místech, kde se mění sklon terénu a postavení stroje mezi body nebylo více než dvacetkrát (v hornatém terénu je dobré volit kratší vzdálenosti mezi body). V hustě zastavěném území se nivelační body volí cca 300 metrů od sebe, přičemž v každé souvislé zástavbě musí být nejméně 3 nivelační body (Shenk, 2004). Nadmořská výška nivelačních bodů je vztažena k hlavě nivelační značky (Chamout & Skála, 2003)



Obr.č. 8 Ukázka stabilizace čepovou a hřebovou nivelační značkou (Zdroj: Chamout & Skála, 2003).

Signalizace výškových bodů je pouze přechodná, a to nivelační latí nebo jiným měřítkem (Blažek & Skořepa, 1999). Pro snazší vyhledání nivelačních bodů v terénu se osazují ochranné tyčové znaky (OTZ). Ve městě se ochranné tabulky dávají na budovy do výšky očí nad bod (Chamout & Skála, 2003).

## 5.5 Číslování nivelačních bodů

Číslování nivelačních bodů I. - IV. řádu se provádí od 1 a to postupně v rámci daného nivelačního polygonu. Je tedy velmi důležité uvádět číslo daného polygonu. U bodů plošné nivelační sítě (PNS) se také čísluje od 1 v rámci lokality, ve které je síť bodů budována. (Chamout & Skála, 2003).

## 5.6 Nivelační údaje

Každý nivelační bod má své nivelační údaje, které obsahují číslo bodu, označení nivelačního pořadu, nadmořskou výšku ve výškovém systému (výška se vždy uvádí v mm), dále je uvedena platnost nivelačního bodu, kraj, okres, obec, katastrální území a číslo mapového listu ve kterém se bod nachází. V popisných údajích je uvedeno druh značky, způsob osazení a výška nad zemí. Také se uvádí číslo předcházejícího bodu, délka nivelačního oddílu, vzdálenost od počátku pořadu, nivelační převýšení, tíhová redukce a oprava z vyrovnání.

Následuje situační nákres orientovaný k severu, informace o stupni stability, název organizace, co bod stabilizovala a případné kontroly či opravy (Blažek & Skořepa, 1999).

## 6. SOUŘADNICOVÉ SYSTÉMY

Pro práci v geodézii, ale hlavně pro výpočetní práce je potřeba, aby každý bod měl jasně dané souřadnice (Kavanagh, 2009). K tomu nám slouží souřadnicové systémy určující souřadnice polohy a výšky bodů. V historii jich na našem území bylo několik. Závazné systémy pro území ČR jsou S-JTSK (Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální) a Bpv (Balt po vyrovnání) (Ratiborský, 2000).

Nové body, které byly budovány ve cvičné lokalitě 1.1, jsou polohově určeny v S-JTSK a výškově v systému Balt po vyrovnání.

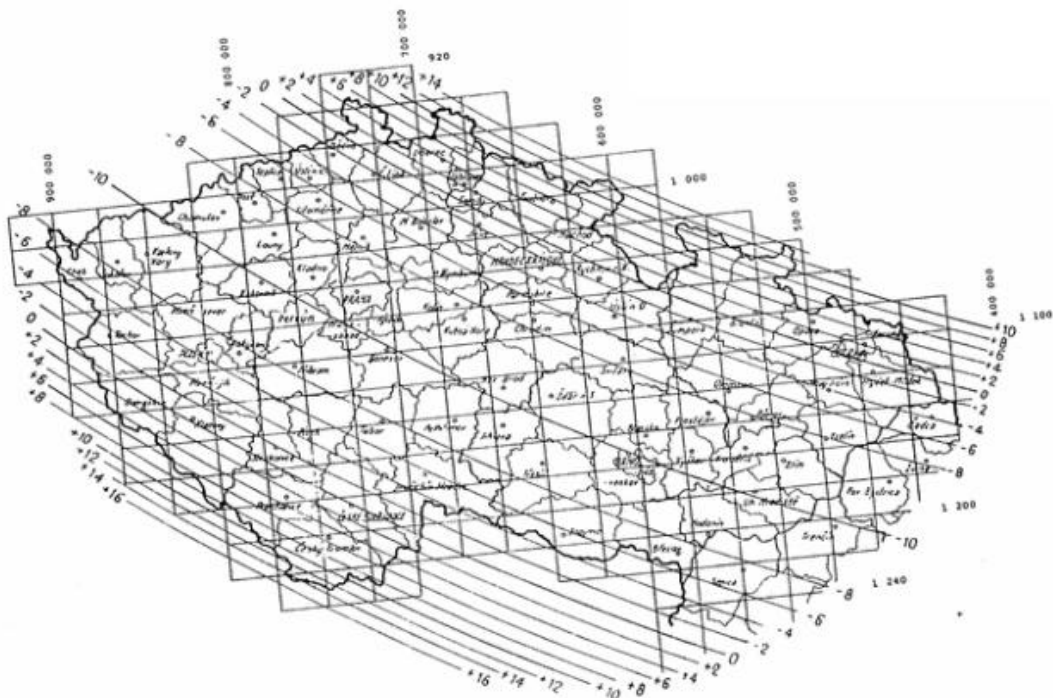
### 6.1 S-JTSK

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální je závazně přijatým systémem pro Českou republiku (Ratiborský, 2002). S-JTSK je definována Besselovým elipsoidem (referenční plocha), o rozměrech:

$a = 6\,377\,397,155$ m	délka hlavní poloosy
$b = 6\,356\,078,963$ m	délka vedlejší poloosy
$i = 1 : 299,152$	zploštění
$e^2 = 0,006\,674$	excentricita,

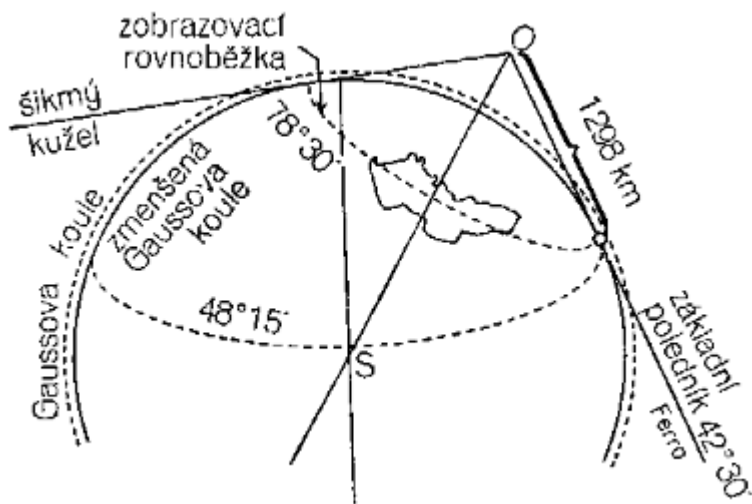
převzatými prvky z vojenské triangulace (rozměrem, orientací a polohou na elipsoidu), jednotnou trigonometrickou sítí katastrální a Křovákovým zobrazením (Ratiborský, 2002). Tento systém je platný již od roku 1928 a vytvořil jej Ing. Křovák (Chamout & Skála, 2003).

Křovákovo zobrazení je dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze (Huml & Michal, 2005). Konformní zobrazení znamená, že nejsou zkresleny úhly (Chamout & Skála, 2003). Dvojité je proto, že se nejdříve body zobrazily z Besselova elipsoidu na Gausovu kouli se základní rovnoběžkou  $49^{\circ}30'$ , a poté se z referenční koule zobrazily na kužel v obecné poloze. Obecná poloha kužele byla zvolena proto, že se zobrazovací pás, ve kterém ležela ČSR zúžil na 280 km a maximální délkové zkreslení bylo  $+24$  cm/km. Základní kartografickou rovnoběžkou (dotyková rovnoběžka kuželové plochy v obecné poloze) byla zvolena rovnoběžka  $78^{\circ}30'$  (Hánek, 2007). Poslední matematická úprava (zmenšení poloměru Gausovy koule na  $0,9999 \times r$ ) nám zmenšila zkreslení délek na interval  $(-10, +14$  mm/100 m). Kužel v obecné poloze byl tedy sečný a protínal ČR ve dvou kartografických rovnoběžkách na nichž je délkové zkreslení rovno 1. Mezi těmito rovnoběžkami je zkreslení  $< 1$  a vně rovnoběžek je délkové zkreslení  $> 1$  (Chamout & Skála, 2003).



Obr.č. 9 Délkové zkreslení S-JTSK (Zdroj:gis.zcu.cz)

Pravouhlá rovinná soustava leží tak, že osa X tvoří obraz základního poledníku ( $\lambda = 42^{\circ}30'$  východně od Ferra) a její kladný směr je orientován k jihu. Kladná osa Y směřuje na západ. Počátek je vložen do vrcholu kužele, jehož průmět leží nad Petrohradem (Hánek, 2007). Rovinné souřadnice vždy značí v pořadí Y, X.



Obr. č.10 Schéma Křovákova zobrazení (Zdroj:gis.zcu.cz)

## 6.2 Výškový systém *Balt* po vyrovnání

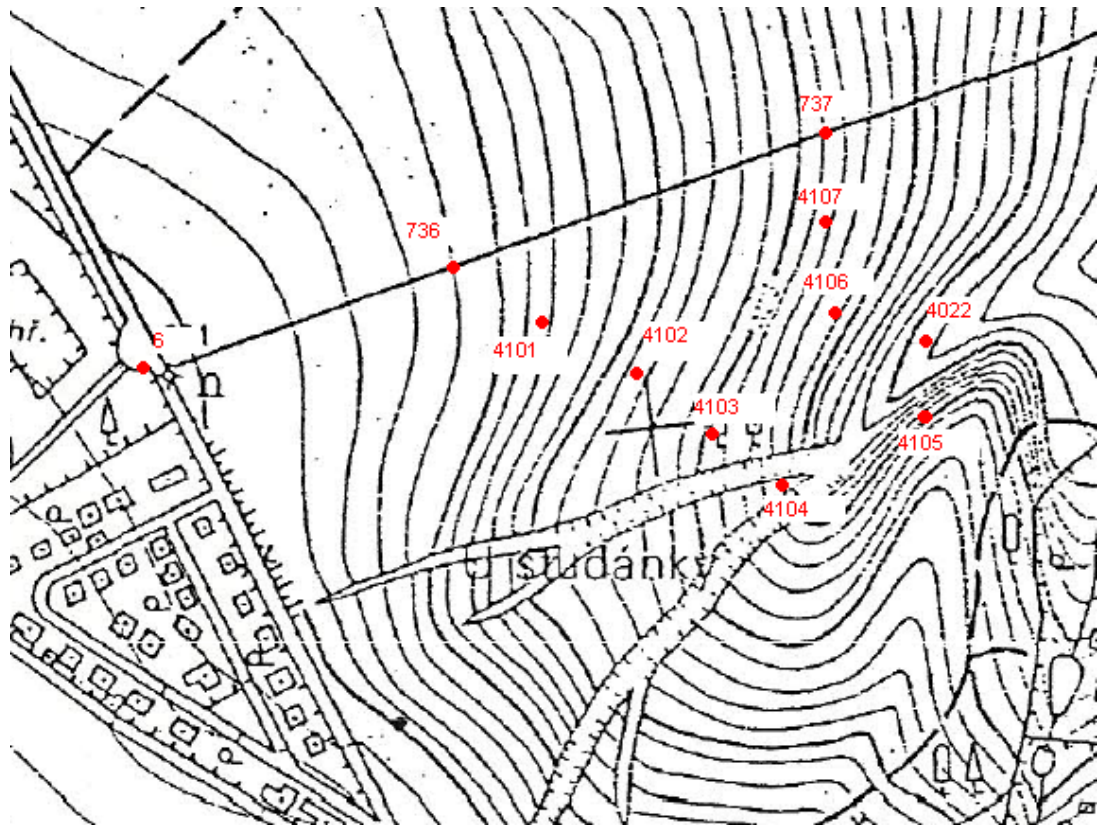
Na území České republiky je závazně používán výškový systém Baltský po vyrovnání (Bpv), který je definován nulovým výškovým bodem v Kronštadu (Hánek, 2007). Tento výškový systém se stal závazným pro měřické práce až v roce 2000 (Chamout & Skála, 2003). Od 19. století byl také na našem území používán výškový systém Jadranský (výchozí výškový bod v Terstu), který je od Baltského přibližně 0,40 m. Výšky Bpv jsou menší (Hánek, 2007). Proto je velmi důležité u každého výškového údaje vždy uvádět výškový systém (Blažek & Skořepa, 1999). Základním výškovým bodem ČR je Lišov (Chamout & Skála 2003).

## 7. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

Cvičná lokalita č. 1.1 se nachází na severozápadě obce Kostelec nad Černými lesy nedaleko sportovního areálu a silnice mezi obcemi Kostelce n.Č.l. a Přehvozdím. Jedná se zcela o nezastavěnou a zalesněnou oblast ze severu ohraničenou lesní zpevněnou komunikací, odbočující v pravo z ulice Sportovní naproti sportovnímu areálu, a na jihu malým pramenicím vodním tokem vtékající do Jálového potoka. Na severní straně, kde se vyskytuje lesní zpevněná komunikace se vyskytují výchozí body PPBP 736 a 737. Pro měření technické nivelace, byl výchozím bodem nivelační bod č. 6. u sportovního areálu. Nově stabilizované body byly voleny tak, aby celou oblast dostatečně zhuštily.



Obr. č.11 Zobrazení lokality 1.1 v obci Kostelec nad černými lesy (Zdroj:mapy.cz)



Obr. č.12 Zobrazení zvolených bodů pro zhuštění měřické sítě v lokalitě 1.1 (ZM 1:10 000)



## 8. METODIKA PRÁCE

Měřické práce ve cvičné lokalitě 1.1 probíhaly v několika oddělených pracích. Nejprve se provedla rekognoskace území a stabilizace nově utvořených bodů. Dále následovalo měření délek, vodorovných směrů, trigonometrické a technické nivelace.

Z naměřených dat se pomocí početních metod určily souřadnice a nadmořské výšky nově zvolených bodů. K měřickým i početním úkonům nám jako podkladem sloužily geodetické a nivelační údaje o bodech, kopie mapového listu 13-31-08 Základní mapy 1:10 000.

### 8.1 Měřické práce

#### 8.1.1 Rekognoskace území

Při rekognoskaci území zjišťujeme stav stabilizace a signalizace příslušných bodů a přezkoušíme jejich polohu přeměřením dle místopisných (geodetických) údajů. Pokud se vyskytnou pochybnosti o správné poloze bodu nebo povrchová značka chybí, je nutno tuto skutečnost oznámit na příslušném zeměměřickém úřadu (ZÚ) (Pokora, 1985). Rekognoskace území nám má ověřit stav skutečností na místě, kde se mají konat geodetické práce ([www.vugtk.cz](http://www.vugtk.cz)).

Rekognoskace cvičné lokality 1.1 probíhala na jaře roku 2010. Výchozí body pro naše měření byly body č. 736 a 737 podrobného polohového bodového pole, které jsme vyhledaly podle příslušných geodetických údajů. Na základě průzkumu lokality volíme měřické metody (Chamout & Skála, 2003). V našem případě jsme zhodnotili jako výchozí metodu polygonový pořad a trigonometrickou nivelaci.

#### 8.1.2 Volba bodů

Nově zvolené body jsme stabilizovali v lesnatém terénu, tak aby byla co nejméně ohrožena jejich stabilizace. Stabilizovány byly ocelovou trubkou a jejich část nad terénem je obarvena červenou barvou odolné povětrnostním podmínkám. Ke všem nově vybudovaným bodům 1101 - 1107 byly vyhotoveny geodetické údaje a body (strom, pařez, cesta), ke kterým jsou vztaženy oměrné míry zjišťující jejich polohu v místopisných údajích, jsou ve výšce očí označeny červeným bodem ve směru k danému bodu.

Při volbě nových bodů jsme dodržovali kritéria polygonového pořadu (krátkého), která jsou :

- mezní délka strany je 50 - 200 m
- mezní délka pořadu je 1 500 m
- max. počet vrcholů - 10 (Ratiborský, 2002)
- mezní poměr délek stran - 1 : 3
- mezní poměr délek sousedních stran - 1 : 2

- odklon strany od spojnice výchozích bodů - do 50 - 60<sup>g</sup>
- maximální vybočení pořadu - součet délek stran  $\leq 1,5$  násobek vzdálenosti mezi výchozími body (Chamout & Skála, 2003).

Všechna kritéria nemohla být dodržena, vzhledem k terénním tvarům a lesnímu pokryvu byl odklon stran od spojnice výchozích bodů přizpůsoben terénu a k budoucímu využití nově vzniklých bodů. Všechny ostatní podmínky byly dodrženy.

### 8.1.3 Polygonový pořad

Jednou z metod určení souřadnic bodů podrobného polohového bodového pole je metoda polygonového pořadu (Ratiborský, 2002). Polygonový pořad je měřický útvar daný vrcholy lomené čáry (Formanová & Kubín, 2009). Tvarově se mohou přizpůsobit zaměřovanému území (komunikacím, vodním tokům, zastavěnému území), polygonový pořad by také měl být pokud možno přímý a jen za nepříznivých okolností může být zalomený (Pokora, 1985). Při této metodě zjišťujeme polohu nových bodů pomocí polárních prvků (Chamout & Skála, 2003). Měříme tedy levostranné vrcholové úhly a délky. Polygonovými pořady se určují body PPBP.

Z hlediska délek stran se dělí polygonové pořady na pořady s dlouhými stranami (200 - 1 500 m) a na pořady s krátkými délkami (50 - 200 m) (Ratiborský, 2002). Dále lze polygonové pořady dělit dle kvality přesnosti výchozích a koncových bodů :

- hlavní pořady - koncové a výchozí body jsou ZPBP nebo PPBP přesnosti alespoň o třídu vyšší než jsou body určované
- vedlejší pořady - koncové a výchozí body jsou minimálně stejné přesnosti jako body určované (Chamout & Skála, 2003).

Přesnost zaměření nových bodů polygonových pořadů také závisí na použitých pomůckách. Pro měření délek můžeme využít měření elektronickým dálkoměrem nebo měření pásmem (pro kratší vzdálenosti). Měření vodorovných směrů můžeme provést přesnými teodolity. V dnešní době je nejlepší použít geodetickou totální stanici, která nám zaručí přesné měření délek i vodorovných úhlů (Chamout & Skála, 2003). Vhodné je také měření pomocí trojpodstavcové soupravy, která nám potlačí vliv chyb z centrace (Ratiborský, 2002).

### 8.1.4 Rajón

Pod pojmem rajón chápeme orientovanou a současně délkově zaměřenou spojnicí daného a určovaného bodu. Pomocí rajónu určujeme souřadnice v PPBP (Vobořilová & Skořepa, 1999).

Délka rajónu při měření v PPBP nesmí být větší než nejvzdálenější orientace a nesmí přesáhnout vzdálenost 1 500 metrů. Orientace se provádí na dva známé body o známých souřadnicích. Pro větší přesnost je dobré měřit polohu bodu z více stanovisek, pokud je to možné (Ratiborský, 2002).

### 8.1.5 Měření délek

Měření délek patří k nejstarší měřické činnosti a je nedílnou částí při měření polygonových pořadů (Ratiborský, 2000). Při měření délek určujeme vodorovnou nebo šikmou vzdálenost mezi dvěma body (Pokora, 1985). Měření délek dělíme na přímé a nepřímé měření délek.

Přímé měření délek se nejčastěji provádí měřickým pásmem, které v současné době zůstalo jedinou pomůckou z mnoha dříve používaných. Pásmo se využívá především k měření kratších délek (Hánek, 2007). Materiálem bývá často ocel, umělá hmota či invar. Nejčastěji se vyrábí v délce 20-50 metrů (Chamout & Skála, 2003).

Při nepřímém měření délek měříme délky pomocí optických dálkoměrů a elektronickými dálkoměry. Výhodou optického měření délek je rychlost a navíc měřená délka nemusí být v celém rozsahu přístupná. Stačí když oba koncové body jsou navzájem viditelné (Pokora, 1985).

K měření délek se nejčastěji v dnešní době používá elektrooptický dálkoměr, který využívá k měření délek světelných vln (Formanová & Kubín, 2009). Principem elektronického měření spočívá ve vlastnosti elektromagnetického vlnění šířit se prostorem určitou rychlostí téměř přímočaře (Chamout & Skála, 2003). Měření probíhá automaticky po zacílení na odrazné zařízení (hranol) a trvá cca 1 sekundu (Formanová & Kubín, 2009). V současné době jsou dálkoměry pevně zabudované v tzv. totálních stanicích (Hánek, 2007). Přesnost elektrooptických dálkoměrů je velmi vysoká s porovnáním jiných dříve používaných přístrojů. Zpravidla se udává střední chyba vzdálenosti na 5-6 cm/50 km (Chamout & Skála, 2003).

Při měření délek a úhlů v polygonovém pořadu ve cvičné lokalitě 1.1 byla použita totální stanice Topcon GTS-105N, s příslušnými odrážecími hranoly, zapůjčena fakultou FŽP.



Obr.č.13 Totální stanice Topcon GTS-105N s příslušenstvím (Zdroj: [www.travasso-aveiro.olx.pt](http://www.travasso-aveiro.olx.pt))

### 8.1.6 Měření vodorovných úhlů

Měření úhlů patří mezi základní měřické výkony. Rozlišujeme měření vodorovných úhlů a měření svislých úhlů (Pelikán & Procházka, 1985). Vodorovným úhlem mezi dvěma body rozumíme úhel sevřený průsečnicemi svislých rovin proložených měřenými body a vodorovné roviny (Brychta, 1996). Svislý (zenitový úhel) měříme od tížnice směřující k zenitu ve svislé rovině k záměrnému paprsku (Chamout & Skála, 2003).

Měření úhlů v obou polohách dalekohledu se používá zejména při měření vrcholových úhlů v polygonovém pořadu (Ratiborský, 2002).

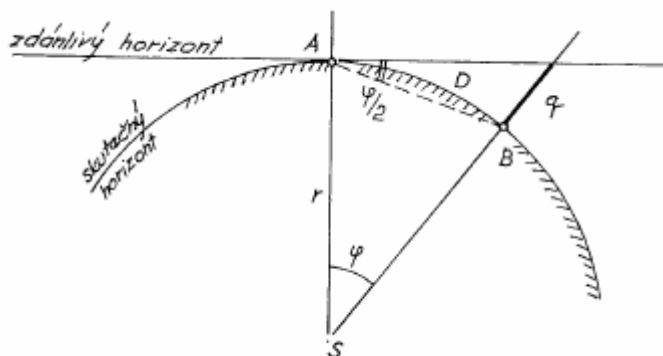
Při měření úhlů v obou polohách dalekohledu je důležitá centrace a horizontace přístroje na stanovisku, protože jinak by mohla být kvalita přesnosti měření velmi nízká. Postupuje se tak, že se zacílí na levý signál P1 (výtyčka) a nastaví se nulové čtení, poté zacílíme na pravý bod P2 a přečteme vodorovný úhel. Proložíme dalekohled do druhé polohy, to provedeme otočením alhidády protisměrně o 200 gon, a opět zacílíme na bod P2 a přečteme úhel, nakonec zacílíme na P1 a přečteme úhel. Protože měříme ve dvou polohách, naměřené úhly na bodech P1 a P2 by se měli lišit o 200 gon (Ratiborský, 2002). Tento postup byl aplikován na každém měřeném bodě polygonového pořadu. Ve druhé skupině se počáteční směr vždy volil 100 g. Naměřené úhly jsou v zázpisníku vodorovných úhlů (Příloha 3,4).

### 8.1.7 Trigonometrická nivelace

Trigonometrické měření výšek využíváme všude tam, kde nám jde o zjištění převýšení dvou bodů od sebe značně vzdálených a použití nivelace by bylo neekonomické nebo z hlediska přesnosti nedostačující (Pokora, 1985). Při této metodě se výškový rozdíl dvou bodů určuje na základě trojúhelníka (Blažek & Skořepa, 1999).

Nadmořskou výšku daného bodu trigonometricky určíme tak, že z bodu o známé výšce měříme na určovaný bod zenitový úhel a vzdálenost (šikmou nebo vodorovnou) (Chamout & Skála, 2003). Při měření s totální stanicí je možné rovnou měřit převýšení mezi středem vodorovné a svislé osy stroje a výšky cíle. Je proto velmi důležité vždy změřit výšku cíle a přístroje. Všechny hodnoty se určují na milimetry.

Pokud je vzdálenost mezi měřenými body větší než 300 metrů, musíme uvažovat opravu ze zakřivení Země a refrakce (Chamout & Skála, 2003).



Obr.č.14 Oprava ze zakřivení Země (Chamout & Skála, 2003)

Vzorec pro opravu ze zakřivení Země - q :

$$q = \frac{D^2}{2 \cdot R} \quad \begin{array}{l} R = \text{poloměr Země} \\ D = \text{měřená délka} \end{array}$$

prava ze zakřivení Země se vždy přičítá (Chamout & Skála, 2003).

### 8.1.8 Technická nivelace

Technická nivelace ze středu je nejběžnější způsob pro určení nadmořské výšky v podrobném výškovém bodovém poli (Blažek & Skořepa, 1999). Při měření nivelace jde o určení převýšení dvou bodů pomocí horizontu nivelačního přístroje, který na svisle postavených latích vytne laťové úseky, z nichž vypočteme požadované převýšení (Pelikán & Procházka, 1985). Postup měření stanovuje směrnice pro technickou nivelaci. Nivelační měření se provádí v nivelačních pořadech, které se skládají z nivelačních sestav mezi známými a určovanými body (Blažek & Skořepa, 1999). Délka záměr v jednotlivých sestavách by neměla překročit 120 m (Brychta, 1996).

Pro měření nivelace používáme nivelační přístroje, teleskopické nivelační latě o délce 2-4 metry opatřené krabicovou libelou a nivelační podložky (Chamout & Skála, 2003). Při měření je velmi důležité, pečlivé urovnání nivelačního přístroje pomocí krabicové libely do vodorovné polohy a držení latí na bodech ve svislé poloze, také pomocí krabicové libely, abychom se vyhnuli co nejvíce chyb z měření a bylo dosaženo požadované přesnosti. Pro měření TN byl použit nivelační přístroj Zeiss Ni 50.



Obr.č.15 Nivelační přístroj Zeiss Ni 50 (Zdroj:www.geotrade.hu)

Technická nivelace v lokalitě 1.1 byla měřena s bakalantkou Kamilou Říhovou, neboť práce v její lokalitě (sousední) probíhala ve stejné době jako mé měření a byly použity některé stejné výchozí body, na kterých byla nivelace měřena. Naměřená data z nivelace tedy odpovídají datům z nivelace Kamily Říhové.

## 8.2 Výpočetní práce

Všechna naměřená data, která se zapisovala při měřeních byla kalkulována a porovnávána s přípustnými odchylkami ihned po ukončení měřických prací, aby bylo možné v případě zjištěných chyb měření opakovat. Nejprve byly vypočteny délky a zredukovány o délkové zkreslení, poté proběhl výpočet vodorovných úhlů, aby bylo možné spočítat polygonový pořad i rajón a byly získány souřadnice námi zvolených bodů. Následoval výpočet technické a trigonometrické nivelace. Tímto byly získány všechny tři souřadnice bodů 4101 - 4102. Naměřená, ale i vypočítaná data byla zapsána do příslušných zápisníků.

### 8.2.1 Výpočet délek

Každá vzdálenost byla měřena totální stanicí Topcon GTS-105N, která má přístrojovou chybu 2mm/km, minimálně dvakrát. Naměřené délky se pro další počítačské zpracování redukovaly do nulového horizontu a byly opraveny o redukci ze zobrazení. Nakonec byl proveden aritmetický průměr.

Redukce do nulového horizontu probíhala dle vzorce :

$$\Delta s = s_0 - s = - \frac{s \cdot H}{R} ,$$

kde R je poloměr Země (6 380 000 m),

s je vodorovná délka v měřené nadmořské výšce,

$s_0$  je délka, na kterou se v důsledku sbíhavosti tížnic změní vodorovná délka s při průmětu do nulového horizontu,

H je nadmořská výška (Chamout & Skála, 2003).

Redukce délek ze zobrazení se vypočetla dle vzorce :

$$s_{JTSK} = D \cdot m,$$

kde  $D$  je naměřená vodorovná délka,  
 $m$  je koeficient délkového zkreslení (Blažek & Skořepa, 1999).  
(Příloha 5)

## 8.2.2 Výpočet vodorovných úhlů

Výslednou hodnotu vodorovného úhlu získáme tak, že od hodnoty na pravém rameni úhlu odečteme hodnotu na levém rameni úhlu. Tento vztah nám vyjadřuje vzorec :

$$I\omega_1 = P_1 - L_1,$$

kde  $P_1$  čtení na pravém bodě a  $L_1$  je čtení na levém bodě v první poloze dalekohledu.

Úhly byly měřeny také ve druhé poloze dalekohledu a ty byly vypočteny podobně dle vztahu :

$$II\omega_1 = P_2 - L_2,$$

kde  $P_2$  je čtení na pravém bodě a  $L_2$  je čtení na levém bodě ve druhé poloze dalekohledu.

Vodorovný úhel v první skupině v obou polohách dalekohledu je dán aritmetickým průměrem úhlů v obou polohách dle vzorce :

$$\omega_1 = \frac{I\omega_1 + II\omega_1}{2},$$

kde  $I\omega_1$  je horizontální úhel, naměřený v první poloze dalekohledu, a  $II\omega_1$  je horizontální úhel ve druhé poloze.

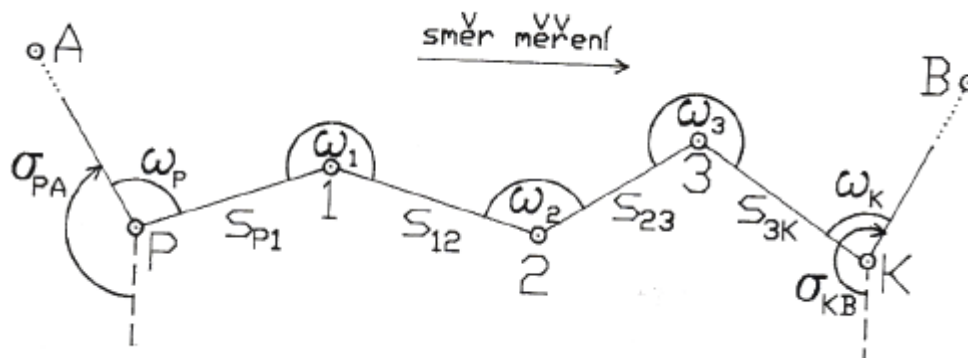
Při měření ve dvou skupinách, získáme výslednou hodnotu vodorovného úhlu dle vztahu :

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2},$$

kde  $\omega_1$  je hodnota vodorovného úhlu v první skupině a  $\omega_2$  je hodnota ve druhé skupině (Ratiborský, 2002). (Příloha 3,4)

## 8.2.3 Výpočet polygonového pořadu

Pro zjištění polohových souřadnic bodů 4101 - 4107 v lokalitě č. 1.1 byl použit vetknutý oboustranně orientovaný a připojený polygonový pořad.



Obr.č.16 Větknutý oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad (Zdroj: Ratiborský, 2002).

Dáno: souřadnice počátečního a koncového bodu P, K a souřadnice orientací A, B

Měřeno : levostranné vrcholové úhly  $\omega_P, \omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_K$   
vodorovné vzdálenosti  $s_{P1}, s_{12}, s_{23}, s_{3K}$

Určit: souřadnice bodů 1, 2, 3

Postup při výpočtu :

- výpočet připojovacích směrnic  $\sigma_{PA}, \sigma_{KB}$

$$\operatorname{tg} \sigma_{PA} = \frac{y_A - y_P}{x_A - x_P} = \frac{\Delta y_{PA}}{\Delta x_{PA}} \Rightarrow \sigma_{PA}$$

$$\operatorname{tg} \sigma_{KB} = \frac{y_B - y_K}{x_B - x_K} = \frac{\Delta y_{KB}}{\Delta x_{KB}} \Rightarrow \sigma_{KB}$$

směrník je podíl absolutních souřadnicových rozdílů  $\Delta$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|}$$

(Streibl & Puklová, 1989),

tento úhel je upraven dle tabulky (č.1 )

	I. kvadrant	II. kvadrant	III. kvadrant	IV. Kvadrant
$\Delta y$	+	+	-	-
$\Delta x$	+	-	-	-
$\sigma$	$\phi$	$200^g + \phi$	$200^g + \phi$	$400^g - \phi$

Tab. č.1 Úprava úhlu  $\varphi$  podle kvadrantů (Zdroj : Chamout & Skála, 2007)

- Úhlové vyrovnání a výpočet směrnic

Součet vrcholových úhlů,

$$\omega_P + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \dots = [\omega].$$



Výpočet pomocného úhlu,

$$\alpha'_{AB} = \sigma_{PA} + [\omega] - i \cdot 200^g,$$

kde  $\sigma_{PA}$  je přípojovací směrnik polygonového pořadu mezi body P a A,  $[\omega]$  suma vrcholových úhlů a  $i$  vyhovující počet násobků  $200^g$ .

Výpočet odchylky úhlového uzávěru  $o_\omega = \sigma_{KB} - \alpha'_{AB}$ ,

kde  $\sigma_{KB}$  je směrnik mezi body K a B.

Porovnání  $o_\omega$  s mezní odchylkou úhlového uzávěru  $\Delta_\omega$ , která je pro hlavní polygonový pořad stanovena vztahem,

$$\Delta_\omega = 10^{mg} \cdot \sqrt{n},$$

kde  $n$  je počet vrcholových úhlů pořadu.

V případě  $o_\omega < \Delta_\omega$  následuje výpočet opravy,

$$\delta_\omega = \frac{o_\omega}{n}.$$

Připočtení opravy  $\delta_\omega$  k vrcholovým úhlům, které je úhlovým vyrovnáním.

Výpočet směrniků,

$$\alpha_{P1} = \sigma_{PA} + \omega_P + \delta_\omega,$$

$$\alpha_{12} = \alpha_{P1} - 200^g + \omega_1 + \delta_\omega,$$

$$\alpha_{23} = \alpha_{12} - 200^g + \omega_2 + \delta_\omega,$$

$$\alpha_{3K} = \alpha_{23} - 200^g + \omega_3 + \delta_\omega,$$

$$\alpha_{KB} = \alpha_{3K} - 200^g + \omega_K + \delta_\omega,$$

kde  $\alpha_{KB}$  je zároveň kontrolou a musí platit  $\alpha_{KB} = \sigma_{KB}$  (Chamout & Skála, 2003).

- Výpočet souřadnicových rozdílů

Vypočtou se přibližné souřadnicové rozdíly

$$\Delta y'_{P1} = s_1 \cdot \sin \alpha_{P1},$$

$$\Delta x'_{P1} = s_1 \cdot \cos \alpha_{P1},$$

$$\Delta y'_{12} = s_2 \cdot \sin \alpha_{12},$$

$$\Delta x'_{12} = s_2 \cdot \cos \alpha_{12},$$

$$\Delta y'_{23} = s_3 \cdot \sin \alpha_{23},$$

$$\Delta x'_{23} = s_3 \cdot \cos \alpha_{23},$$

$$\Delta y'_{3K} = s_4 \cdot \sin \alpha_{3K},$$

$$\Delta x'_{3K} = s_4 \cdot \cos \alpha_{3K}.$$

Součet souřadnicových rozdílů

$$\Delta y'_{P1}, \Delta y'_{12} \dots \Delta y'_{3K} = [\Delta y'],$$

$$\Delta x'_{P1}, \Delta x'_{12} \dots \Delta x'_{3K} = [\Delta x'].$$

Ze zadaných souřadnic se spočítají dané souřadnicové rozdíly

$$\Delta y_{PK} = y_K - y_P$$

$$\Delta x_{PK} = x_K - x_P$$

Výpočet souřadnicových uzávěrů

$$\begin{aligned}o_y &= \Delta y_{PK} - [\Delta y'], \\o_x &= \Delta x_{PK} - [\Delta x'].\end{aligned}$$

Výpočet polohového uzávěru

$$o_P = \sqrt{o_y^2 + o_x^2}$$

Porovnání polohového úzávěru s mezní odchylkou, která je dána

$$\Delta_P = 0,011 \cdot \sqrt{\sum s} + 0,12 \text{ m,}$$

kde  $s$  je délka polygonového pořadu v m

Pokud platí vztah  $o_P < \Delta_P$  mohou se vypočítat opravy  $\delta\Delta y_{ij}$ ,  $\delta\Delta x_{ij}$

Odchylky  $o_y$  a  $o_x$  se úměrně rozdělí absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů

$$\delta\Delta y_{ij} = o_y / [|\Delta y'|] \cdot |\Delta y'_{ij}| \qquad \delta\Delta x_{ij} = o_x / [|\Delta x'|] \cdot |\Delta x'_{ij}|.$$

Dle znamének  $o_y$  a  $o_x$  se souřadnicové hodnoty opraví.

Souřadnicové rozdíly se tedy poté vypočítají,

$$y_1 = y_p + (\Delta y'_{p1} + \delta \Delta y_{p1}) \quad x_1 = x_p + (\Delta x'_{p1} + \delta \Delta x_{p1}),$$

$$y_2 = y_1 + (\Delta y'_{12} + \delta \Delta y_{12}) \quad x_2 = x_1 + (\Delta x'_{12} + \delta \Delta x_{12}),$$

$$y_3 = y_2 + (\Delta y'_{23} + \delta \Delta y_{23}) \quad x_3 = x_2 + (\Delta x'_{23} + \delta \Delta x_{23})$$

(Chamout & Skála, 2003).

Polygonový pořad byl spočten programem Groma v.8 (Příloha č.18-19) a také pomocí zápisníku pro výpočet bodů polygonového pořadu (Příloha 6). Za výsledné souřadnice považujeme ty vypočtené programem Groma v.8.

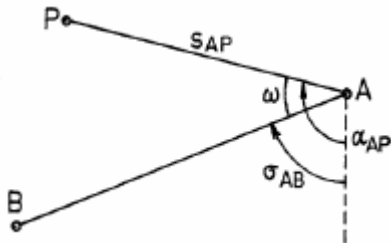
Rozdíl souřadnic určené v Gromě a výpočtem pomocí zápisníku se liší max. o 0,01 m.

## 8.2.4 Výpočet rajónu

Dáno : souřadnice bodů A, B

Měřeno : vodorovná délka  $s_{AP}$   
vodorovný úhel  $\omega$

Určit : souřadnice bodu P



Obr.č.17 Schéma rajónu (Zdroj: Chamout & Skála, 2003).

Postupujeme tak, že spočítáme směrnik  $\sigma_{AB}$  a směrnik  $\sigma_{AP}$ , který spočteme ze vztahu :

$$\sigma_{AP} = \sigma_{AB} + \omega$$

Výsledné souřadnice poté vypočteme dle vzorce :

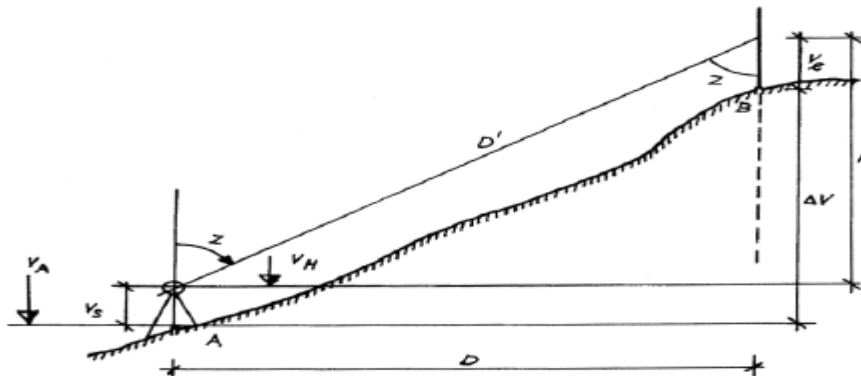
$$y_P = y_A + s_{AP} \cdot \sin \sigma_{AP}$$

$$x_P = x_A + s_{AP} \cdot \cos \sigma_{AP} \text{ (Chamout \& Skála, 2003).}$$

Rajónem byl určen bod 4022 a to výpočtem dle vzorců (Příloha 7) i v programu Groma v.8 (Příloha 20-21). Vstupní souřadnice pro výpočet dle vzorců, byly souřadnice bodů 4105 a 4106 určené ze zápisníku pro výpočet bodů polygonového pořadu. Bod 4022 spojuje lokalitu 1.1 s lokalitou 2.1 (Říhová).

## 8.2.5 Výpočet trigonometrické nivelace

Jak již bylo v řečeno, trigonometrická nivelace se určuje na základě řešení trojúhelníku (Blažek & Skořepa, 1999).



Obr.č. 18 Trigonometrická nivelace (Zdroj: Chamout & Skála, 2003)

Dáno : nadmořská výška bodu A ( $V_A$ )  
Měřeno :  $v_s$ ,  $\pm h$ ,  $v_c$   
Určit: nadmořskou výšku bodu B

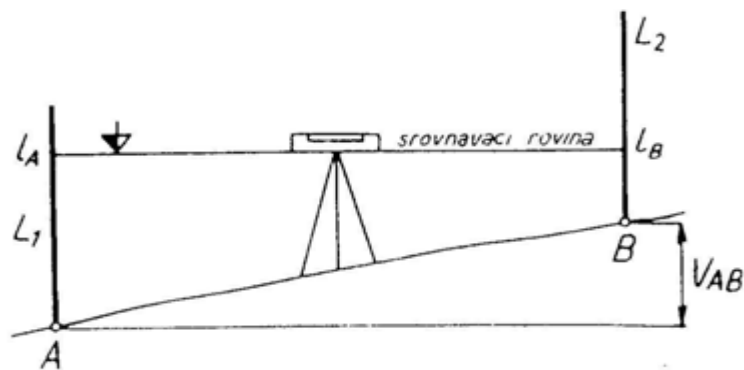
Nadmořskou výšku bodu B, vypočteme podle vzorce :

$$V_B = V_A + v_s \pm h - v_c + q,$$

kde  $v_s$  je výška přístroje,  
 $v_c$  je výška cíle,  
 $\pm h$  je řevýšení mezi středem os přístroje a cílem,  
 $q$  je oprava ze zakřivení Země (Blažek & Jandourek, 1994)

Trigonometrickou nivelací byly určeny body 4101 - 4107 (Příloha 12) a výška rajónu 4022 (Příloha 8).

## 8.2.6 Výpočet technické nivelace



Obr.č.19 Geometrická nivelace ze středu (Zdroj: Sládková, 2002)

Dáno :  $V_A$   
Měřeno :  $l_A$  a  $l_B$ ,  $V_{AB}$   
Určit : nadmořskou výšku bodu B ( $V_B$ )

Výška bodu B se vypočte ze známé výšky bodu A :

$$V_B = V_A + V_{AB} = V_A + l_A - l_B,$$

kde  $V_A$  je nadmořská výška bodu A,  
 $V_{AB}$  je převýšení mezi body A a B,  
 $l_A$  je laťový úsek na bodě A a  $l_B$  je laťový úsek na bodě B

Je-li vzdálenost AB velmi značná, rozdělí se úsek na menší pomocí mezibodů :

$$V_{AB} = (l_A - l_1) + (l_1 - l_2) + \dots + (l_n - l_B),$$

kde  $l_1$  a  $l_2$  jsou laťové úseky mezilehlých bodů,

výška určovaného bodu se tedy určí :

$$V_B = V_A + \Delta V_{AB},$$

kde  $\Delta V_{AB}$ , je součet převýšení mezilehlých bodů (Sládková, 2002).

Mezní odchylka technické nivelace je  $\Delta h = 40 \cdot \sqrt{r}$  [mm],

kde  $r$  je délka nivelačního pořadu v km (Chamout & Skála, 2003).

Technickou nivelací byly určeny nadmořské výšky bodů 736 a 737 (Příloha 9,10,11).

## 9. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V současné době je lokalita 1.1 dostatečně doplněna body podrobného bodového pole a je vhodná k dalším geodetickým pracím. Stabilizace bodů 4101 - 4107 umožňuje navázání pro další zhuštění sítě.

## 10. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY PRACÍ

Výsledkem výpočetních prací z naměřených dat jsou souřadnice bodů 4101 - 4107 a bodu 4022 v systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální a jejich nadmořské výšky v systému Balt po vyrovnání. Výsledné souřadnice jsou uvedeny v seznamu souřadnic a výšek (Příloha 17). Pomocí měřických úkonů byla cvičná lokalita č 1.1 dostatečně zhuštěna a stabilizována podrobnými body, tak aby zde mohly v budoucnu navazovat jiné měřické či mapovací práce.

## 11. DISKUZE

Zvolená metoda polygonového pořadu pro zhuštění měřické sítě v lokalitě 1.1 byla vhodnou metodou k určení souřadnic námi nově zvolených bodů. Větknutý oboustranně orientovaný polygonový pořad je velmi hojně používanou metodou pro určení souřadnic bodů v praxi, díky svému rychlému postupu a vysoké přesnosti dosažených výsledků. I díky totálním stanicím se tato metoda stává velmi výhodnou, a to z důvodu, že se dá i s polárními prvky měřit převýšení. Metoda GPS, která je v dnešní době velmi moderní metodou, by byla určitě pohodlnější a přesnější, nicméně pro hustý stromový pokryv je metodou nevhodnou.

Při určení nadmořských výšek sledávám metodu trigonometrické nivelace za velmi vhodnou, a to z důvodu rychlosti a přesnosti. Pro takto členitý terén byla trigonometrická nivelace jediným přesným řešením. Technickou nivelací by hrozilo výskyt chyb v měření, právě kvůli členitému terénu a přesnost měření by byla o mnohem hrubší. Jinou metodu pro zaměření nadmořských výšek v této lokalitě než trigonometrickou nivelaci bych nevolil.

Díky pečlivému měření a správným výpočtům lze tvrdit, že výsledné hodnoty jsou správné. To potvrzují i dodržené mezní odchylky odpovídající pro měřické práce v katastru nemovitostí.

	Vypočtená odchylka	Mezní odchylka
Technická nivelace	oh = 1 mm	$\Delta h = 54$ mm
Trigonometrická nivelace	oh = - 1 mm	$\Delta h = 31$ mm
Výpočet souřadnic	op = 0,11 m	$\Delta p = 0,39$ m
	$o\omega = - 0,0175^B$	$\Delta\omega = 0,0300^B$

Tab.č 2 Přehled odchylek měření (Zdroj: autor)

## 12. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo doplnění podrobného polohového pole v lokalitě 1.1 v Kostelci nad Černými lesy. Stávající měřická síť byla doplněna o dostatečné množství nových bodů, které mohou být podkladem k dalšímu podrobnému měření. Výsledkem jsou jejich souřadnice v systému S-JTSK a nadmořské výšky v systému Bpv, které splňují požadovaná kritéria přesnosti.

Číslo bodu	Souřadnice bodu		Výška bodu (Bpv)
	Y	X	
4101	714 080,35	1 056 913,39	379,313
4102	714 009,91	1 056 965,95	369,018
4103	713 959,76	1 057 012,00	356,002
4104	713 929,74	1 057 038,65	346,730
4105	713 821,96	1 057 006,31	348,739
4106	713 879,58	1 056 936,54	351,658
4107	713 884,29	1 056 872,11	357,763
4022	713 795,00	1 056 934,44	336,021

Tab.č 3 Souřadnice a nadmořské výšky nových bodů (Zdroj: autor)

## PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- CHAMOUT, Lubomír - SKÁLA, Petr.(2003).Geodezie. 1. vydání.Praha:ČZU v Praze, 2003.ISBN 80-213-1049-9.
- BRYCHTA & kol., (1985).Stavební geodézie 10. 1. vydání, Praha. ISBN 80-01-01121-6
- VOBOŘILOVÁ - SKOŘEPA.(1999)Geodézie 1, 2. ČVUT v Praze. ISBN-80-01-02869-0.
- HÁNEK. (2007). Stavební geodézie. 1. vydání, Praha: ČVUT v Praze. ISBN-978-80-01-03707-2.
- HUML - MICHAL. (2000). Mapování 10. 1. vydání, Praha : ČVUT v Praze. ISBN-80-01-03116-7.
- BLAŽEK - SKOŘEPA. (1999). Geodézie 30: Výškopis. 1. vydání.Praha: ČVUT v Praze. ISBN 80-01-01598-X
- RATIBORSKÝ, Jan. (2000). Geodézie 10. 1. vydání. Praha: ČVUT v Praze. ISBN 80-01-02198-X
- RATIBORSKÝ, Jan. (2002). Geodézie 20. 1. vydání. Praha: ČVUT v Praze. ISBN 80-01-02635-3.
- KAVANAGH,B. , F . (2009). Surveying. Principles and Applications. New Jersey. ISBN-13 978-0
- HUML, BUCHAR, MIKŠOVSKÝ, VEVERKA. (2001). Praha: ČVUT v Praze. ISBN 80-01-02383-4.
- PELIKÁN - PROCHÁZKA. (1988). Geodézie. Praha: ČVUT v Praze.
- MAŠÍN & kol. (1977). Geodézie II pro střední školy zeměměřické.Praha: Kartografie, Praha.
- HAUF & kol. (1989). Geodezie. Praha: SNTL v Praze.
- SHENK. (2004). Geodetické sítě. Ostrava
- Vyhláška č. 31/1995 Sb. ze dne 1. února 1995, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění vyhlášky č. 212/1995 Sb., vyhlášky č. 365/2001 Sb., vyhlášky č. 92/2005 Sb. a vyhlášky č. 311/2009 Sb.

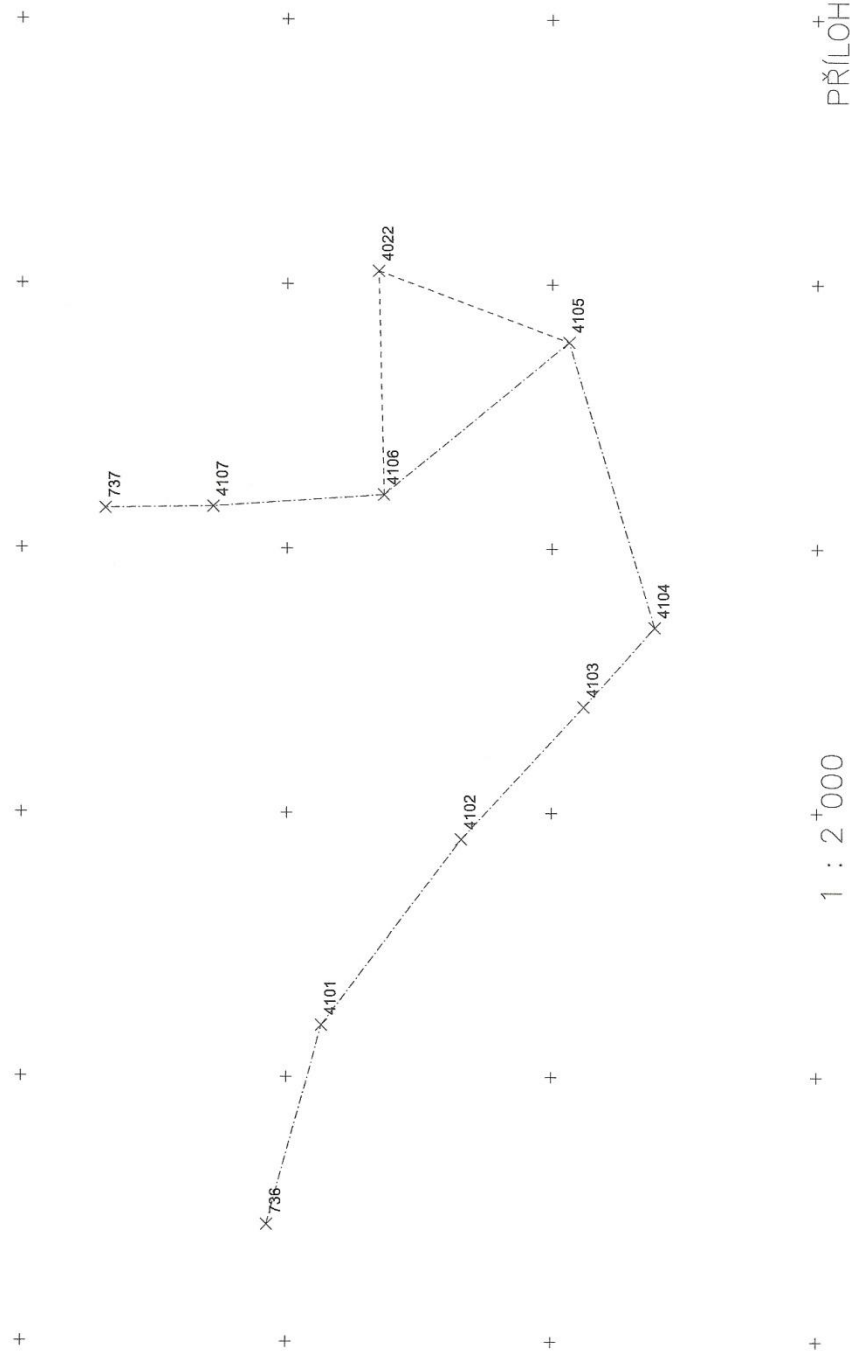


<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK</b>	str.
Obr. 1: Česká státní trigonometrická síť	12
Obr.2: Stabilizace bodu ZBPP	13
Obr.3: Přejídná signalizace výtyčkou	13
Obr.4: Ochranný tyčový znak	14
Obr.5: Číslování ZL a rozdělení ZL na TL	16
Obr.6: Základní nivelační bod Lišov	18
Obr.7: Česká státní nivelační síť	19
Obr.8: Ukázka stabilizace čepovou a hřebovou nivelační značkou	20
Obr.9: Délkové zkreslení S-JTSK	22
Obr.10: Schéma Křovákova zobrazení	22
Obr.11: Zobrazení lokality 1.1 v obci Kostelec nad černými lesy	23
Obr.12: Zobrazení zvolených bodů pro zhuštění měřické sítě v lokalitě 1.1	24
Obr.13: Totální stanice Topcon GTS-105N s příslušenstvím	27
Obr.14: Oprava ze zakřivení Země	29
Obr.15: Nivelační přístroj Zeiss Ni 50	30
Obr.16: Vetknutý oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad	32
Obr.17: Schéma rajónu	35
Obr.18: Trigonometrická nivelace	35
Obr.19: Geometrická nivelace ze středu	36
Tab.1: Úprava úhlu $\varphi$ podle kvadrantů	32
Tab.2: Přehled odchylek měření	38
Tab.3: Souřadnice a nadmořské výšky nových bodů	39

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Plán polygonového pořadu 736 - 737
Příloha 2	Základní mapa 1:10 000 (mapový list 13-31-08)
Příloha 3	Zápisník vodorovných směrů a zenitových úhlů str.1
Příloha 4	Zápisník vodorovných směrů a zenitových úhlů str.2
Příloha 5	Zápisník délek a převýšení měřených GTS str.1
Příloha 6	Zápisník pro výpočet souřadnic bodů polygonových pořadů str.1
Příloha 7	Výpočet rajónu str.1
Příloha 8	Výpočet rajónu str.2
Příloha 9	Zápisník technické nivelace str.1
Příloha 10	Zápisník technické nivelace str.2
Příloha 11	Zápisník technické nivelace str.3
Příloha 12	Výpočet trigonometrické nivelace str.1
Příloha 13	Geodetické údaje o bodech PBPP str.1
Příloha 14	Geodetické údaje o bodech PBPP str.2
Příloha 15	Geodetické údaje o bodech PBPP str.3
Příloha 16	Nivelační údaje str.1
Příloha 17	Seznam souřadnic a výšek str.1
Příloha 18	Protokol o výpočtu - GROMA v.8 str.1
Příloha 19	Protokol o výpočtu - GROMA v.8 str.2
Příloha 20	Protokol o výpočtu - GROMA v.8 str.3
Příloha 21	Protokol o výpočtu - GROMA v.8 str.4

# Plán polygonového pořadu 736 – 737



PŘÍLOHA 1



PŘÍLOHA 2



## Zápisník vodorovných směrů a zenitových úhlů

Měřil: ŠTĚRBA		Situační:		Teodolit:											
Dne: 29.10.2010		S ↑		TOPCON GTS-105N											
Viditelnost: DOBRA				Poznámka:											
Zapsal: P. HOVA															
Vypočetl: ŠTĚRBA															
Kontroloval:															
Stanovisko		Směr na bod č.		Vodorovné směry						Zenitové úhly z					
číslo	výška stroje	poloha	1. skupina	Průměr prostý reduk.	2. skupina	Průměr prostý reduk.	(3. skupina)	Průměr prostý reduk.	Výsledné vodorovné směry	Výška cílové značky	poloha	Zápis	Výsledný zenitový úhel		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
736		737	I	0'00'00	00'10	100'00'00	00'10					I			
			II	200'00'10	00'00	300'00'20	00'00					Σ			
		4101	I	31'19'78	20'00	131'19'32	19'72						I		
			II	231'20'22	19'10	331'20'12	19'62				31'19'76		Σ		
4101		736	I	0'00'00	00'09	100'00'00	00'03						I		
			II	200'00'18	00'00	300'00'06	00'00					Σ			
		4102	I	223'75'58	75'81	323'75'34	75'54						I		
			II	23'76'04	75'72	123'75'74	75'51				223'75'52		Σ		
4102		4101	I	0'00'00	00'03	100'00'00	00'04						I		
			II	200'00'06	00'00	300'00'08	00'00					Σ			
		4103	I	206'47'82	47'93	306'47'98	48'08						I		
			II	6'48'04	47'90	106'48'18	48'04				206'47'87		Σ		
4103		4102	I	0'00'00	00'00	100'00'00	99'99						I		
			II	200'00'00	00'00	300'00'00	00'00					Σ			
		4104	I	198'93'22	93'09	298'93'08	93'21						I		
			II	398'92'96	93'09	98'93'34	93'22				198'93'16		Σ		
4104		4103	I	0'00'00	99'99	100'00'00	00'14						I		
			II	199'99'98	00'00	300'00'28	00'00					Σ			
		4105	I	135'23'72	23'78	235'24'32	24'34						I		
			II	335'23'84	23'79	35'24'36	24'20				135'24'00		Σ		
4105		4104	I	0'00'00	00'05	100'00'00	00'00						I		
			II	200'00'10	00'00	300'00'00	00'00					Σ			
		4106	I	74'62'52	62'77	174'62'46	62'54						I		
			II	274'63'02	62'72	374'62'62	62'54				74'62'63		Σ		
		4022	I	141'41'18	41'53	241'42'14	41'96						I		
			II	341'41'88	41'48	41'41'78	41'96				141'41'72		Σ		
4104			I	0'00'08	00'04	100'00'00	00'01					I			
			II	200'00'00	99'99	300'00'02	00'01				0'00'00		Σ		

Pro výuku předmětů GEODEZIE a ZÁKLADY GEODEZIE



### Zápisník vodorovných směrů a zenitových úhlů

Měřil: <u>ŠTĚŘBA</u>	Situace: <b>S</b> ↑	Teodolit: <u>TOPCON GTS-105N</u>
Dne: <u>29.10.2010</u>		
Viditelnost: <u>DUBRA'</u>		
Zapsal: <u>ŘÍHOVA</u>		Poznámka:
Vypočetil: <u>ŠTĚŘBA</u>		
Kontroloval:		

Stanovisko číslo	výška stroje	Směr na bod č.	Vodorovné směry								Zenitové úhly z				
			Poloha	1. skupina	Průměr prostý reduk.	2. skupina	Průměr prostý reduk.	(3. skupina)	Průměr prostý reduk.	Výsledné vodorovné směry	Výška cílové značky	Poloha	Zápis	Výsledný zenitový úhel	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	
4106	4105	I	0 100'00	00'09	100'00'00	00'05						I			
		II	200'00'48	00'00	300'00'10	00'00						Σ			
	4107	I	239'29'48	29'53	339'29'34	29'67						I			
		II	39'29'08	29'44	139'29'59	29'62					239'29'53	Σ			
	4022	I	342'37'50	37'66	42'37'64	37'61						I			
		II	142'37'82	37'57	142'37'58	37'56					342'37'57	Σ			
	4105	I	00'00'00	00'04	100'00'00	00'03						I			
		II	200'00'08	00'05	300'00'06	00'08					399'00'07	Σ			
	4107	4106	I	0'00'00	00'07	100'00'00	00'06						I		
			II	200'00'14	00'00	300'00'12	00'00						Σ		
737		I	203'46'38	46'32	303'46'58	46'41						I			
		II	3'46'26	46'25	103'46'24	46'35					203'46'30	Σ			
737	4107	I	00'00'00	00'01	100'00'00	00'04						I			
		II	200'00'02	00'00	300'00'08	00'00						Σ			
	736	I	87'02'38	02'62	187'03'36	02'49						I			
		II	287'02'86	02'61	387'02'96	02'45					87'02'78	Σ			
		I										I			
		II										Σ			
		I										I			
		II										Σ			
		I										I			
		II										Σ			
		I										I			
		II										Σ			
		I										I			
		II										Σ			
		I										I			
		II										Σ			

Pro výuku předmětů GEODEZIE a ZÁKLADY GEODEZIE

# Zápisník délek a převýšení měřených GTS

datum: 29. 10. 2010  
 měří: ŠTĚPKA

číslo totální stanice: 13



Str. 1.

poř. číslo	déčka poč. bodu	déčka konc. bodu	1. měření		2. měření		vyhodnocení převýšení			vyhodnocení délek		poznám.
			vodorovná déčka [m]	převýšení [m]	vodorovná déčka [m]	převýšení [m]	aritm. průměr [m]	výška [m]	výška cíle [m]	celkové převýšení [m]	aritm. průměr [m]	
736	737	277,571	-26,346	277,540	-26,358	-26,342	1,645	1,40	26,587	277,564	-0,044	277,520
M01	M01	78,196	-6,830	78,196	-6,868	-6,869	1,645	1,40	-6,624	78,200	-0,042	78,188
M04	M04	78,201	6,464	78,205	6,460	6,462	1,565	1,40	6,627			
M02	M02	87,905	-10,461	87,901	-10,474	-10,464	1,545	1,40	-10,296	87,908	-0,013	87,895
M03	M03	68,088	-12,457	68,086	-12,471	-12,466	1,545	2,09	-13,009	68,096	-0,040	68,086
M04	M04	40,154	9,405	40,154	9,413	9,409	1,540	1,40	9,269	40,154	-0,006	40,148
M05	M05	112,563	-2,163	112,566	-2,181	-2,172	1,565	1,40	-2,007	112,563	-0,047	112,546
M06	M06	90,489	2,766	90,494	2,738	2,752	1,565	1,40	2,917	90,505	-0,044	90,494
M05	M05	76,774	-12,877	76,772	-12,888	-12,883	1,565	1,40	-12,718	76,773	-0,042	76,761
M06	M06	84,617	5,956	84,625	5,937	5,947	1,560	1,40	6,107	84,623	-0,040	84,613
M07	M07	64,626	-1,819	64,630	-1,829	-1,824	1,645	1,40	-1,589	64,628	-0,043	64,615
M03	M03	40,616	1,370	40,615	1,359	1,365	1,645	1,40	1,580	40,620	-0,006	40,614
M01	M01	40,675	-1,819	40,625	-1,829	-1,824	1,635	1,40	-1,589			
737	736	277,577	26,353	277,596	26,363	26,348	1,635	1,40	26,583			

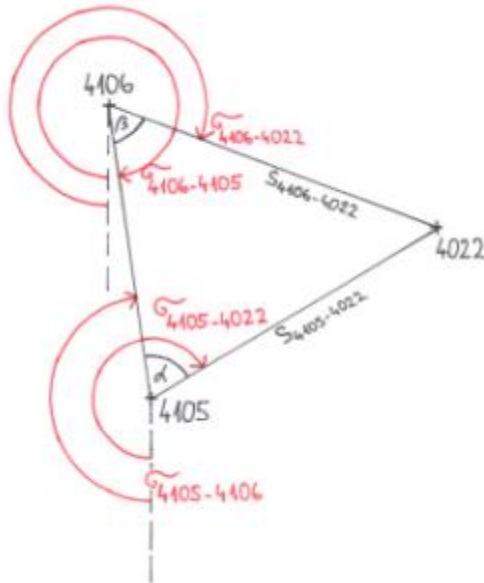
## VÝPOČET SOUŘADNIC BODŮ POLYGONOVÝCH POŘADŮ

Číslo pořádku	s(1-sin α)+cos α) Číslo bodu	Úhly a úhlové vyrovnání			Směrníky σ			Strany m	Souřadnice a souřadnicové vyrovnání		
									Y	X	
(1)	(2)	(3)			(4)			(5)	(6)	(7)	(8)
	σ <sub>736-737</sub>				285	84	75				
	736	31	19	-19 76						714 155,74	1 056 892,70
										+0,02	
	4101	223	75	-20 62	317	04	32	78,19	-75,4	20,68	
										714 080,36	1 056 913,38
										+0,02	+0,01
	4102	206	47	-19 97	340	79	74	87,90	-70,46	52,55	
										714 009,92	1 056 965,94
										+0,01	+0,01
	4103	198	93	-20 16	347	27	52	68,09	-50,16	46,04	
										713 959,77	1 057 011,99
										+0,01	
	4104	135	24	-19 00	346	20	48	40,15	-30,03	26,65	
										713 929,75	1 057 038,64
										+0,02	+0,01
	4105	74	62	-20 63	281	44	29	112,55	-107,80	-32,35	
										713 821,97	1 057 006,30
										+0,01	+0,01
	4106	239	29	-19 53	156	06	72	90,49	57,61	-69,78	
										713 879,59	1 056 936,53
										+0,01	
	4107	203	46	-20 30	195	36	06	64,61	4,70	-64,44	
										713 884,29	1 056 872,10
										+0,01	
	737	87	02	-19 78	198	82	16	40,61	0,75	-40,60	
										713 885,04	1 056 831,51
	σ <sub>737-736</sub>				85	84	75	Σ=582,59	Δy= -270,70	Δx= -61,19	
									[Δy']= -270,79	[Δx']= -61,25	
									oy= 0,09	ox= 0,06	
	σ <sub>737-736</sub>	85	84	75					Δp= 0,39		
	α' <sub>737-736</sub>	85	86	50					op= 0,11		
	oω	-0	01	75					Δp>op		
	Δω	100 x v <sub>n</sub>			=	0	03	00			
	Δω>oω										



# Výpočet rajónu

## Náčrt



<u>Dáno</u> :	Číslo bodu	Y	X
	4105	713 821,97	1 057 006,30
	4106	713 879,59	1 056 936,53

Měřeno :  $s_{4105-4022} = 76,76$  m  
 $s_{4106-4022} = 84,62$  m  
 $\omega_{4105-4022} = 66,7909^g$   
 $\omega_{4106-4022} = 57,6243^g$

Určit : souřadnice bodu 4022 v S-JTSK

## Výpočet směrnic

$$\sigma_{4105-4022} = \sigma_{4105-4106} + \omega_{4105-4022} = 222,8444^g$$
$$\sigma_{4106-4022} = \sigma_{4106-4105} - \omega_{4106-4022} = 298,4292^g$$

## Výpočet souřadnic bodu 4022 z bodu 4105

$$Y_{4022} = Y_{4105} + s_{4105-4022} \cdot \sin \sigma_{4105-4022}$$
$$X_{4022} = X_{4105} + s_{4105-4022} \cdot \cos \sigma_{4105-4022}$$

$$Y_{4022} = 713\,795,01$$
$$X_{4022} = 1\,056\,934,43$$

### Výpočet souřadnic bodu 4022 z bodu 4106

$$Y_{4022} = Y_{4106} + S_{4106-4022} \cdot \sin \sigma_{4106-4022}$$

$$X_{4022} = X_{4106} + S_{4106-4022} \cdot \cos \sigma_{4106-4022}$$

$$Y_{4022} = 713\,795,00$$

$$X_{4022} = 1\,056\,934,44$$

Vypočtené souřadnice bodu 4022 z bodu 4105 a 4106 se liší v Y a X souřadnici o 0,01 m. Výpočet proběhl ze dvou stanovisek, proto jej můžeme považovat za přesný.

### Určení nadmořské výšky bodu 4022

Výpočet provedeme pomocí trigonometrické nivelace.

Dáno : nadmořská výška bodu - 4105 = 348,739 m.n.m

4106 = 351,658 m.n.m

Měřeno : převýšení z bodu 4105 na bod 4022 -  $\Delta V_{4105-4022} = -12,718$  m

převýšení z bodu 4106 na bod 4022 -  $\Delta V_{4106-4022} = -15,637$  m

Určit : nadmořskou výšku bodu 4022 v systému Bpv.

### Výpočet nadmořské výšky bodu 4022 z bodu 4105

$$V_{4022} = V_{4105} - \Delta V_{4105-4022}$$

$$V_{4022} = 336,021 \text{ m.n.m}$$

### Výpočet nadmořské výšky bodu 4022 z bodu 4106

$$V_{4022} = V_{4106} - \Delta V_{4106-4022}$$

$$V_{4022} = 336,021 \text{ m.n.m}$$

Vypočtené nadmořské výšky se shodují z obou měřených bodů.

### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočného	vzad + vpřed - bočně -		přestavového	určeného bočně	
6			1,092	392,408	391,316		60 délky přestav v metrech
			2,288		390,12		
			0,57	390,69			62 Měřil: Štěrba
			2,491		388,199		Zapsal: Říhová
			0,827	389,026			54 Vypočetl: Štěrba, Říhová
			1,918		387,108		Dne 12.4.2011
			1,067	388,175			30 Počasí: dobré, oblačno
736			2,238		385,937		Kostelec nad Černými lesy
			0,291	386,228			44 Přístroj Zeiss Ni 50
			3,302		382,926		
			0,1	383,026			46
			3,192		379,834		
			0,535	380,369			38
			2,59		377,779		
			0,516	378,295			38
			3,116		375,179		
			0,096	375,275			34
			2,864		372,411		
			0,272	372,683			34
			2,526		370,157		
			0,242	370,399			38
			2,937		367,462		
			0,198	367,66			40
			3,145		364,515		
			0,09	364,605			40
			2,889		361,716		
			0,568	362,284			30
737			2,935		359,349		
			0,67	360,019			26
			2,71		357,309		
			0,309	357,618			30
			2,828		354,79		
			0,115	354,905			34
			3,268		351,637		
			0,153	351,79			32
			3,149		348,641		
			0,181	348,822			32
			2,888		345,934		
			0,357	346,291			28
			2,64		343,651		
			0,348	343,999			32
			2,944		341,055		
			0,168	341,223			32
			2,63		338,593		
			0,215	338,808			34
			2,799		336,009		
			0,536	336,545			30
			2,77		333,775		
			0,63	334,405			20
			2,353		332,052		
			2,32	334,372			20

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resiře - Exapolis

### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočného			přestavového	určeného bočného	
	vzad +	vpřed -	bočně -				
		0,575			333,797		
	2,762			336,559			32
		0,434			336,125		
	2,67			338,795			34
		0,374			338,421		
	2,68			341,101			38
		0,241			340,86		
	2,964			343,824			40
		0,257			343,567		
	3,008			346,575			28
		0,051			346,524		
	2,744			349,268			28
		0,448			348,82		
	2,837			351,657			28
		0,306			351,351		
	2,885			354,236			28
		0,268			353,968		
	2,876			356,844			26
		0,474			356,37		
	2,63			359			10
		0,42			358,58		
	2,008			360,588			30
737		1,241			359,347		
	2,845			362,192			30
		0,501			361,691		
	2,648			364,339			34
		0,635			363,704		
	2,781			366,485			28
		0,301			366,184		
	2,728			368,912			38
		0,551			368,361		
	2,75			371,111			30
		0,537			370,574		
	2,548			373,122			28
		0,418			372,704		
	2,566			375,27			38
		0,461			374,809		
	3,166 <sup>1</sup>			377,976			40
		0,32			377,656		
	2,824			380,48			44
		0,365			380,115		
	3,065			383,18			16
		0,252			382,928		
	2,124			385,052			30
		0,941			384,111		
	2,568			386,679			56
736		0,739			385,94		
	2,56			388,5			62
		1,129			387,371		
	2,333			389,704			52
		0,75			388,954		

Geodézie 338 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirje - Exapolis

### Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		přestavového	bočního	vzad +		vpřed -	bočně -	
			2,308		391,262			52
				0,773		390,489		
			1,935		392,424			40
6				1,108		391,316		
			84,277	84,278				
								h= 0,000
								h' = -0,001
								σh = + 0,001
								Δh = 40 mm x v/r r = 1 838 m
								Δh = 54 mm
								σh < Δh

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Reslitz - Exapolis

## VÝPOČET TRIGONOMETRICKÉ NIVELACE



Zakázka:

Vypočetl: ŠTĚRBA

Datum: 8.3.2011

Kontroloval:

$$q = \frac{D^2}{2R}$$

R = 6 380 000 m

č. bodu	vod. délka D [m]	převýšení $\phi$ [m]	opr. ze zakřív. Země q [m]	oprava [m]	nadmoř. výška Bpv [m]	č. bodu	vod. délka D [m]	převýšení $\phi$ [m]	opr. ze zakřív. Země q [m]	oprava [m]	nadmoř. výška Bpv [m]
736					385,939						
	78	-6,626	---								
4101					379,313						
	88	-10,296	+9,001								
4102					369,018						
	68	-13,046	---								
4103					356,002						
	40	-9,272	---								
4104					346,730						
	113	2,009	+9,001	-0,001							
4105					348,739						
	91	2,918	+9,001								
4106					351,658						
	65	6,105	---								
4107					357,763						
	41	1,585	---								
737					359,348						
$\Sigma$	584	-26,593	+9,003								
$h = -26,591$ $h' = \Sigma\phi + \Sigma q = -26,593 + 9,003 = -26,590$ $Oh = h - h' = -26,591 - (-26,590) = -0,001$ $\Delta h = 40 \cdot \sqrt{r} = 40 \cdot \sqrt{0,584} = 31 \text{ mm}$ $\Delta h > Oh$											

Bod 736	Bod zřídila org., rok: Geodézie n.p. Praha 1983	Y X	714 155,74 1 056 892,70	Místopisný náčrt SM0-5 Č.Brod 5-8 
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		Nárys nebo detail
g   c   cc				
Popis, způsob stabilizace a určení bodu			Nárys nebo detail	
UM na křižovatce lesních cest. V úrovni terénu Určen polyg. pořadem				
Bod 737	Bod zřídila org., rok: Geodézie n.p. Praha 1983	Y X	713 885,04 1 056 831,51	Místopisný náčrt SM0-5 Č.Brod 5-8 
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		Nárys nebo detail
g   c   cc				
Popis, způsob stabilizace a určení bodu			Nárys nebo detail	
Železná trubka na pravé straně lesní cesty vedoucí k motokrosovému areálu. V úrovni terénu Určen polygonovým pořadem				
Bod 738	Bod zřídila org., rok: Geodézie n.p. Praha 1983	Y X	713 646,30 1 056 767,92	Místopisný náčrt SM0-5 Č.Brod 5-8 
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		Nárys nebo detail
g   c   cc				
Popis, způsob stabilizace a určení bodu			Nárys nebo detail	
UM na levé straně lesní cesty vedoucí k motokrosovému areálu. V úrovni terénu Určen polyg. pořadem				
Bod 740	Bod zřídila org., rok: Geodézie n.p. Praha 1983	Y X	713 392,90 1 056 592,08	Místopisný náčrt SM0-5 Č.Brod 5-8 
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		Nárys nebo detail
g   c   cc				
Popis, způsob stabilizace a určení bodu			Nárys nebo detail	
UM na křižovatce lesních cest, východně od motokrosového areálu. V úrovni terénu Určen polyg. pořadem				

Geometrie 4. 1.43-1975

### GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Bod <b>4101</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y 714 080,36	X 1 056 913,38	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
736	117 <sup>g</sup> 04 <sup>c</sup> 59 <sup>cc</sup>	379,313		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>			Nárys nebo detail	
Bod <b>4102</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y 714 009,92	X 1 056 965,94	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
4101	140 <sup>g</sup> 81 <sup>c</sup> 01 <sup>cc</sup>	369,018		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>			Nárys nebo detail	
Bod <b>4103</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y 713 959,77	X 1 057 011,99	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
4102	147 <sup>g</sup> 92 <sup>c</sup> 98 <sup>cc</sup>	356,002		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>			Nárys nebo detail	
Bod <b>4104</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y 713 929,75	X 1 057 038,64	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
4103	146 <sup>g</sup> 21 <sup>c</sup> 87 <sup>cc</sup>	346,730		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>			Nárys nebo detail	



### GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Bod <b>4105</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y X	<b>713 821,97</b> <b>1 057 006,30</b>	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
<b>4104</b>	<b>81<sup>g</sup> 44<sup>c</sup> 20<sup>cc</sup></b>	<b>348,739</b>		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA</b> <b>BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>				Nárys nebo detail
Bod <b>4106</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y X	<b>713 879,59</b> <b>1 056 936,53</b>	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
<b>4105</b>	<b>356<sup>g</sup> 05<sup>c</sup> 35<sup>cc</sup></b>	<b>351,658</b>		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA</b> <b>BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>				Nárys nebo detail
Bod <b>4107</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y X	<b>713 884,29</b> <b>1 056 872,10</b>	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
<b>737</b>	<b>198<sup>g</sup> 82<sup>c</sup> 38<sup>cc</sup></b>	<b>357,763</b>		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA</b> <b>BOD URČEN POLYGONOVÝM POŘADEM</b>				Nárys nebo detail
Bod <b>4022</b>	Bod zřídila: ČZU org., rok 2010	Y X	<b>713 795,01</b> <b>1 056 934,44</b>	Místopisný náčrt
Orientační jižník na bod		Nadmořská výška (Bpv)		
	<b>g c cc</b>	<b>336,021</b>		
Popis, způsob stabilizace a určení bodu <b>OCELOVÁ TRUBKA</b> <b>BOD URČEN RAJONEM</b>				Nárys nebo detail

# NIVELAČNÍ ÚDAJE

12058

024

Pořadí: **1.** Platnost od: **1.1.1972** do:

Nivelační pořadí - Podrobná nivelační síť: <b>PN - 18 - Kostelec nad Černými Lesy</b>		Kraj: <b>Středočeský</b>	List mapy: <b>Říčany</b>				
		Okres: <b>Kolín</b>	1:50000 <b>13-31</b>				
		Obec: <b>Kostelec n/Čer.Lesy</b>	SNO - 6 <b>Český Brod</b>				
		Kat. území: <b>Kostelec n/Čer.Lesy</b>	<b>5-B</b>				
Předcházející bod:	Délka odřezu	Vzdálenost od podřídku pořadí	Nivelační převýšení	Tíhová redukce	Oprava z vyrovnání	Nadmořská výška belt - po vyrovnání	Převod do jadranu
	km		m	mm		m	+
Nivelační bod:							
<b>6.</b>						<b>391,316</b>	<b>+ 0,398</b>
Situační popis: <b>Kostelec nad Černými Lesy, chráněná                  zemědělská plocha, severovýchodní strana,                  5,55 m od východního rohu.</b>		Situace: 					
Poznámky:							
Druh značky	Stupeň stability	Stabilizoval (ústav, jméno, datum)	Druh bodu	Výška z roku	Převýšení z roku		
<b>vá</b>	Druh stabilizace	<b>civ.geometr, ing. K. Kott, 1945, Český Brod</b>		<b>1945</b>	<b>1945</b>		
Stav a stáří stavby, stavební hmota, stáří vlastnosti:		Klasifikace					
Geologický popis:							
Geomorfologická vlastnosti místa:							
Úř. vyhotovil (ústav, jméno, datum)	Situační zápis	<b>civ.geometr, ing. Kott, Český Brod</b>	Kontroloval	<b>1972</b>	Katastrální úřad v Kolíně 280 00 Kolín - Rorejčova 8		
Záznam změn:		<b>14.3.1983</b> <i>Couzák</i>					
		Geodzie národní podnik Praha 170 33 Praha 7, Kocná E. 42					



## PROTOKOL O VÝPOČTU - GROMA v.8

### POLYGONOVÝ POŘAD

Orientace osnovy na bodě 736:

Bod	Y	X
-----	---	---

---

736	714155.74	1056892.70
-----	-----------	------------

---

Orientace:

Bod	Y	X
-----	---	---

---

737	713885.04	1056831.51
-----	-----------	------------

---

Bod	Hz	Směrník	V or.
-----	----	---------	-------

---

737	0.0000	285.8475	0.0000
-----	--------	----------	--------

---

Orientační posun : 285.8475g

Orientace osnovy na bodě 737:

Bod	Y	X
-----	---	---

---

737	713885.04	1056831.51
-----	-----------	------------

---

Orientace:

Bod	Y	X
-----	---	---

---

736	714155.74	1056892.70
-----	-----------	------------

---

Bod	Hz	Směrník	V or.
-----	----	---------	-------

---

736	87.0278	85.8475	0.0000
-----	---------	---------	--------

---

Orientační posun : 398.8197g

Naměřené hodnoty:

---

Bod	S zpět	S vpřed	Úhel	V úhlu
	Směrník	D vpřed	D zpět	D Dp - Dz

---

	285.8475			
736	0.0000	31.1976	31.1976	-0.0019
	317.0431	78.19	78.19	78.19 0.00

4101	0.0000	223.7562	223.7562	-0.0019	
	340.7974	87.90	87.90	87.90	0.00
4102	0.0000	206.4797	206.4797	-0.0019	
	347.2751	68.09	68.09	68.09	0.00
4103	0.0000	198.9316	198.9316	-0.0019	
	346.2048	40.15	40.15	40.15	0.00
4104	0.0000	135.2400	135.2400	-0.0019	
	281.4428	112.55	112.55	112.55	0.00
4105	0.0000	74.6263	74.6263	-0.0019	
	156.0672	90.49	90.49	90.49	0.00
4106	0.0000	239.2953	239.2953	-0.0019	
	195.3606	64.61	64.61	64.61	0.00
4107	0.0000	203.4630	203.4630	-0.0019	
	198.8216	40.61	40.61	40.61	0.00
737	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0019	
	398.8197				

Parametry polygonového pořadu:

-----

Typ pořadu	: Vetknutý, oboustranně orientovaný
Délka řádu	: 582.59m
Úhlová odchylka	: -0.0175g
Odchylka Y/X	: 0.10m/ 0.05m
Polohová odchylka	: 0.11m
Největší / nejmenší délka v pořadu	: 112.55m/ 40.15m
Poměr největší / nejmenší délka	: 1:2.80
Max. poměr sousedních délek	: 1:2.80
Nejmenší vrcholový úhel	: 74.6263g

Vypočtené body:

Bod	Y	X
4101	714080.35	1056913.39
4102	714009.91	1056965.95
4103	713959.76	1057012.00
4104	713929.74	1057038.65
4105	713821.96	1057006.31
4106	713879.58	1056936.54
4107	713884.29	1056872.11

Test polygonového pořadu:

-----  
 Úhlová odchylka [g]: Skutečná hodnota: -0.0175, Mezní hodnota: 0.0346  
 Polohová odchylka [m]: Skutečná hodnota: 0.11, Mezní hodnota: 0.22  
 Mezní délka pořadu [m]: Skutečná hodnota: 582.59, Mezní hodnota: 5000.00  
 Mezní délka strany [m]: Skutečná hodnota: 112.55, Mezní hodnota: 400.00  
 Mezní poměr délek : Skutečná hodnota: 1:2.80, Mezní hodnota: 1:3.00

Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.  
 Geometrické parametry stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

[1] POLÁRNÍ METODA

=====

Orientace osnovy na bodě 4105:

-----

Bod	Y	X
4105	713821.97	1057006.30

-----

Orientace:

-----

Bod	Y	X
4104	713929.75	1057038.64
4106	713879.59	1056936.53

-----

Bod	Hz	Směrník	V or.	Délka	V délky
4104	0.0000	81.4420	-0.0074	112.55	-0.02
4106	74.6263	156.0535	0.0074	90.49	0.00

-----

Orientační posun : 81.4346g  
 $m_0 = \text{SQRT}([vv]/(n-1))$  : 0.0105g  
 $\text{SQRT}([vv]/(n*(n-1)))$  : 0.0074g

Test polární metody:

-----

Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0074, Mezní hodnota: 0.0800  
 Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

Bod	Hz	Délka	Y	X
<b>4022</b>	141.4172	76.76	<b>713795.00</b>	<b>1056934.43</b>

-----

[1] POLÁRNÍ METODA

=====  
Orientace osnovy na bodě 4106:

-----  
Bod        Y        X  
-----  
4106 713879.59 1056936.53  
-----

Orientace:

-----  
Bod        Y        X  
-----  
4105 713821.97 1057006.30  
-----

-----  
Bod    Hz   Směrník    V or.   Délka   V délky -----  
-----  
4105   0.0000   356.0535   0.0000   90.49   0.00  
-----

Orientační posun        : 356.0535g

Test polární metody:

-----  
Oprava orientace [g]: Skutečná hodnota: 0.0000, Mezní hodnota: 0.0800  
Mezní odchylky stanovené pro práci v katastru nemovitostí byly dodrženy.

-----  
Bod    Hz   Délka        Y        X  
-----  
**4022 342.3757 84.62 713795.00 1056934.44**