

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

OBOR VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ



GEODETIKÉ ZAMĚŘENÍ MALÉ VODNÍ NÁDRŽE  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: ING. JIŘÍ LOULA  
AUTOR: JAKUB ŠTĚPÁN

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Štěpán

Vodní hospodářství

Název práce

**Geodetické zaměření malé vodní nádrže**

Název anglicky

**Geodetic survey of small water reservoir**

---

### Cíle práce

Cílem práce bude zaměření neudržované malé vodní nádrže v katastrálním útemí Hostíčkov, nedaleko Mariánských lázní. Nové body budou mít určené souřadnice v Jednotné trigonometrické síti katastrální. Nadmořské výšky bodů budou určeny v systému Balt po vyrovnání. Výsledky budou prezentovány formou polohopisného plánu.

### Metodika

Rekognoskace terénu, výběr vhodných bodů, sloužících jako základ dobudování stávajícího bodového pole.

Získání geodetických údajů jako základních údajů pro práci.

Dobudování stávajícího bodového pole metodou polygonových pořadů a metodou GNSS.

Měření polohopisu bude realizováno, za pomoci totální stanice, polární metodou.

Změřené údaje budou zpracovány vhodným softwarem a bude vypracován polohopisný plán.

## Doporučený rozsah práce

cca 30 stran + přílohy

## Klíčová slova

Polohopis, Výškopis, S-JTSK, Bpv, Polygonový pořad, Trojpodstavcová soustava, Polární metoda

---

## Doporučené zdroje informací

CHAMOUT, L. – SKÁLA, P. *Geodezie*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2003. ISBN 80-213-1049-9.

RATIBORSKÝ, J. *Geodézie 10*. Praha: ČVUT, Stavební fakulta, 2000. ISBN 80-01-02198-.

VITÁSEK, Josef. *Geodézie I: Měření směrů a úhlů*. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 87 s. ISBN 80-214-1152-x.

BLAŽEK, Radim a Zdeněk SKOŘEPA. *Geodézie 30: výškopis*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1997, 93 s. ISBN 80-01-01598-x.

KAVANAGH, Barry F a S BIRD. *Surveying: principles and applications*. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000, xiv, 722 p. ISBN 0130227331.

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

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Ing. Jiří Loula

Elektronicky schváleno dne 13. 4. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2015

### **Poděkování**

Děkuji Ing. Jirímu Loulovi za rady a odborné vedení při tvorbě a psaní bakalářské práce.

České zemědělské univerzitě za zapůjčení měřičského vybavení.

Kateřině Čejkové za ochotu a pomoc při zaměřování.

V Praze dne 8.4.2015

Jakub Štěpán

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Louly a že jsem pravdivě uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 8.4. 2015

Jakub Štěpán

# Abstrakt

Cílem této práce je geodetické zaměření malé vodní nádrže ležící na Meziveském potoce nedaleko Plané u Mariánských Lázní. Pro účely měření byly stabilizovány body podrobného polohového bodového pole. Body byly zaměřeny metodou polygonových pořadů a metodou GNSS. Polohové souřadnice bodů byly určeny polární metodou v systému S-JTSK. Nadmořské výšky byly zaměřeny trigonometrickou metodou v systému Balt po vyrovnání. Totální stanice Topcon s příslušenstvím byla zapůjčena Českou zemědělskou univerzitou v Praze. Výsledky budou prezentovány jako polohopisný plán a geodetické údaje o stabilizovaných bodech.

Klíčová slova:

Polohopis

Výškopis

S-JTSK

Bpv

Polygonový pořad

Polární metoda

Trojpodstavcová soustava

# Abstract

The objective of this study was to survey small water reservoir located on Meziveský potok nearby Planá u Mariánských Lázní. There were monumented points of minor geodetic control for the purpose of surveying.. Points were measured using both traverse and GNSS method. Rectangular plane coordinates were measured using S-JTSK system and polar method. Elevations were measured were measured using trigonometric method in Baltic Vertical Datum – After Adjustment. Topcon total stations and accessories were lent by Czech Technical University in Prague. Results are presented in the form of planimetric plan and geodetic data of survey control point of monumented points.

Key words:

Planimetry

Altimetry

S-JTSK

Bpv

Traverse

Polar method

Three-tripod equipment

## Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíle práce .....	12
3. Úkoly geodézie, její rozdělení a základní pojmy .....	13
3.1 Definice geodézie .....	13
3.2 Stručná historie geodézie.....	13
3.3 Rozdělení geodézie.....	14
3.3.1 Rovinná geodézie .....	14
3.3.2 Vyšší geodézie.....	14
3.4 Tvar Země a referenční plochy.....	14
3.4.1 Nahrazení geoidem.....	14
3.4.2 Nahrazení elipsoidem.....	14
3.4.3 Nahrazení koulí .....	15
3.4.4 Nahrazení rovinou .....	16
4. Polohové souřadnicové systémy a polohové základy .....	16
4.1 Polohové souřadnicové systémy .....	17
4.1.1 S-JTSK .....	17
4.1.2 Systém S-42 .....	17
4.1.3 WGS – 84.....	18
4.1.4 Evropský pozemní referenční systém 1989 (ETRS-89) .....	18
4.2 Polohové základy .....	18
4.2.1 Základní polohové bodové pole (ZPBP).....	18
4.2.2 Podrobné polohové bodové pole (PPBP).....	19
4.2.3 Body přidružené .....	20
5. Výškový systém ČR a výškové základy .....	20
5.1 Výškové základy .....	20
5.1.1 Základní výškové bodové pole (ZVBP).....	21
5.1.2 Podrobné výškové bodové pole (PVBP).....	21
6. Stabilizace, signalizace a ochrana bodů .....	21
6.1 Stabilizace bodů ZPBP .....	22
6.2 Stabilizace bodů PPBP .....	23
6.3 Stabilizace nivelačních bodů .....	24
6.4 Signalizace bodů.....	24
6.5 Ochrana bodů .....	25
6.6 Číslování bodů.....	26
6.7 Geodetické údaje .....	27
7. Měření a výpočty.....	27



7.1	Dobudování měřické sítě.....	27
7.1.1	Polygonové pořady .....	28
7.1.2	Protínání .....	30
7.2	Měření polohopisu.....	31
7.2.1	Polární metoda .....	32
7.2.2	Ortogonální metoda.....	34
7.2.3	Metoda GNSS .....	36
7.3	Měření výškopisu .....	38
7.3.1	Nivelace.....	39
7.3.2	Barometrické měření výšek.....	40
7.3.3	Trigonometrické určení výšek.....	40
7.4	Geodetické výpočty .....	41
7.4.1	Směrník a délka.....	41
7.4.2	Výpočet rajonu .....	42
7.4.3	Redukce délek .....	42
7.4.4	Protínání vpřed z úhlů .....	43
7.4.5	Protínání z délek.....	44
7.4.6	Polygonový pořad připojený a orientovaný na počátečním a koncovém bodě	45
7.4.7	Oboustranně připojený a neorientovaný polygonový pořad (vetknutý)	47
7.4.8	Trigonometrické určení výšek.....	49
8.	Metodika měření .....	50
8.1	Rekognoskace.....	50
8.2	Popis zájmového území.....	50
8.3	Metody měření .....	50
8.4	Přístroje a pomůcky .....	51
8.5	Výpočty .....	51
9.	Diskuze.....	51
10.	Závěr .....	52
11.	Seznam Literatury .....	52

## Seznam obrázků

Obrázek 1. Geoid a jeho nahrazení elipsoidem .....	15
Obrázek 2. Parametry referenčních elipsoidů .....	16
Obrázek 3. Stabilizace trigonometrického bodu .....	22
Obrázek 4. Stabilizace mezníkem s plastovou hlavou .....	23
Obrázek 5. Značka státní triangulace .....	25
Obrázek 6. Schéma polární metody .....	33
Obrázek 7. Schéma ortogonální metody .....	35
Obrázek 8. Tabulka oprav směrníků .....	41
Obrázek 9. Délkové zkreslení v S-JTSK .....	43
Obrázek 10. Protínání z úhlů .....	44
Obrázek 11. Oboustranně připojený oboustranně orientovaný polygon .....	47
Obrázek 12. Vetknutý polygon .....	49
Obrázek 13. Trigonometrické určení výšek .....	49

# 1. Úvod

Tato práce byla vyhotovena se zapůjčenými geodetickými přístroji ze skaldy ČZU. Jedná se o geodetické zaměření neudržované malé vodní nádrže, nedaleko Plané u Mariánských Lázní v katastrálním území Hostičkov. Lokalita se nachází v údolí, kde není možnost přímého měření z bodu Jednotné trigonometrické sítě katastrální.

Bodové pole je tudíž nutné vhodně dobudovat.

Autor prováděl měřičské práce sám společně s figurantem, část měření s pomocí vedoucího práce.

Kancelářské zpracování bylo částečně provedeno v programu Kokeš od firmy GEPRO a částečně v programu AutoCAD 2015.

## 2. Cíle práce

Cílem práce bylo geodetické zaměření neudržované malé vodní nádrže v katastrálním území Hostičkov, nedaleko Mariánských lázní. Nové body budou mít určené souřadnice v Jednotné trigonometrické síti katastrální. Nadmořské výšky bodů budou určeny v systému Balt po vyrovnání. Pro účely měření budou stabilizovány podrobné body, z nichž bude zaměřen polohopis nádrže a jejího blízkého okolí. Ze zaměřených dat bude vytvořen polohopisný plán.

## **3. Úkoly geodézie, její rozdělení a základní pojmy**

### **3.1 Definice geodézie**

Geodézie je technický vědecký obor, zabývající se zaměřováním zemského povrchu, objektů a terénu na povrchu Země. K jejím úkolům patří zejména tvorba map a vytyčovací práce. K tomuto účelu využívá další pomocné práce jako budování geodetických sítí, stanovení rozměrů Země, měřicí práce spojené s následným mapováním ale i budování databází a informačních systémů, využívaných například katastrům nemovitostí. (Vitásek a Nevosád, 1999)

Předchozí definice je pravdivá, avšak neúplná. S rozvojem techniky se původní zaměření rozšiřuje tak, aby byla nápomocná při prozkoumávání mořského dna a zkoumání vesmíru. Ve spolupráci s jinými vědními obory se tedy geodezie využívá k mapování dna moří, nebo povrchu dalších vesmírných těles, jako je třeba Měsíc. Je dobré ještě podotknout, že geodezie nezkoumá jen výše uvedené příklady, ale i jejich změny v závislosti na čase. (Torge, 2001)

### **3.2 Stručná historie geodézie**

Základy geodezie byly položeny již ve starověkém Egyptě, podle některých zdrojů již 5000 let př. n. l. Důkazy byly nalezeny v Methenově hrobce ve Saquaře, kde nástěnné malby zobrazují měření provazcem. (Pokora a kol., 1984)

První geodetické přístroje se začaly používat nejen v Egyptě, ale i v Babyloně a Číně, při výstavbě zavlažovacích kanálů. Velký vliv na rozvoj měly představitelé řecké a římské kultury. V písemných pramenech se dochovalo pojednání o určení nepřístupných délek, celá řada úloh praktické geometrie, dokonce i určení tvaru Země pomocí úhlu dopadajících paprsků.

Ačkoliv v dnešní době používáme technicky mnohem vyspělejší a přesnější přístroje, veškeré základy se odvíjejí právě od těchto starověkých civilizací.

(Ratiborský, 2007)

### **3.3 Rozdělení geodézie**

Geodézii můžeme rozdělit do dvou základních skupin:

#### **3.3.1 Rovinná geodézie**

Zaměřuje se převážně na teorii a praxi běžných geodetických prací. Zahrnuje mapování ve velkém měřítku, vyhotovování geodetických podkladů, zhušťování bodových polí, určování výměr pozemků, vytyčovací práce apod. Pokud jsou záměry dostatečně krátké, můžeme při takovémto zanedbávat rozdíl mezi zobrazovací rovinou a zakřiveným povrchem Země. (Vitásek a Nevosád, 1999)

#### **3.3.2 Vyšší geodézie**

Zabývá se určováním tvaru Země a vytvářením referenčních ploch, budováním geodetických základů (základních bodových polí), astronomickou, gravimetrickou a kosmickou geodezií. (Vitásek a Nevosád, 1999)

### **3.4 Tvar Země a referenční plochy**

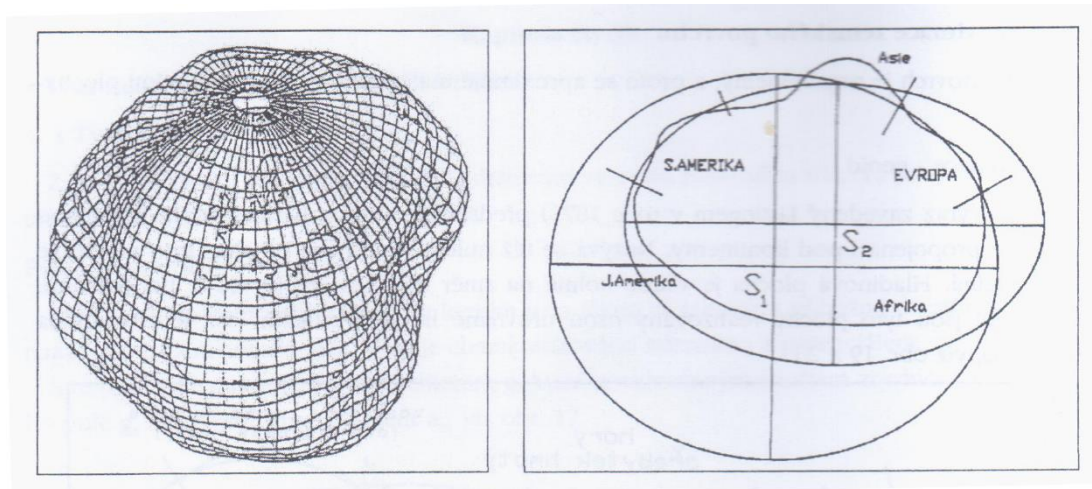
Země má nepravidelný, matematicky prakticky nevyjádřitelný tvar, který se navíc v čase mění působením vnitřních a vnějších sil. Pro geodézii je však nutné zemský tvar vyjádřit matematicky definovatelnými plochami. Skutečný zemský povrch se tedy aproximuje různými tělesy, na kterých jsme schopni výpočty provádět.

#### **3.4.1 Nahrazení geoidem**

Geoid je těleso, které se dá vyjádřit jako střední hladina všech moří. Můžeme ho též označit jako nulovou hladinovou plochu. Tato plocha je samozřejmě nepravidelná, kvůli velké výškové členitosti zemského povrchu. Zároveň je tato plocha v každém svém místě kolmá na směr tíže. (Ratiborský, 2007)

#### **3.4.2 Nahrazení elipsoidem**

Samotný geoid se nahrazuje různými druhy elipsoidů. Je to těleso takového tvaru, jaký by Země získala působením gravitační a odstředivé síly, kdyby byla tvořena z tvárné hmoty. Vypadá tedy jako na pólech zploštělé rotační těleso. V tabulce uvádím některé příklady elipsoidů. (Ratiborský, 2007)



Obrázek 1. Geoid a jeho nahrazení elipsoidem (Ratiborský, 2007)

### 3.4.3 Nahrazení koulí

Pro určité případy je možno nahradit elipsoid z výpočetního hlediska jednoduchou koulí. Odpadnou tak složité výpočty na elipsoidu a jsou nahrazeny výpočty mnohem jednoduššími, avšak nepřesnějšími. S ohledem na polohu na Zemi, pro kterou počítáme, se volí střed koule tak, aby nahradila buď celý elipsoid, nebo jen jeho část. (Ratiborský, 2007)

### 3.4.4 Nahrazení rovinou

Kouli můžeme nahradit tělesem, jehož povrch se dá rozvinout do roviny. Tato aproximace se používá při samotném tvoření map. Nejčastěji se používá plášť kužele, válce nebo přímo tečná rovina. Vzhledem k tomu, že přenáším těleso do plochy, vzniká tak značné zkreslení, které je tím větší, čím dále jsme od bodu nebo linie dotyku. Je proto vhodné používat tuto aproximaci pro menší území, kde se zkreslení neprojeví v takovém rozsahu. (Ratiborský, 2007)

Elipsoid	rok	a [m]	b [m]	i nebo f	Autor
Everestův	1830	6 377 276,34518	6 356 547,41332	1 : 300,8017	G. Everest
Besselův	1841	6 377 397,15508	6 356 078,96290	1 : 299,153	F. W. Bessel
Zachův		6 376 045,000		1 : 310	F. X. von Zach
Clarkeův	1880	6 378 249,20000	6 356 515,00000	1 : 293,466	A. R. Clarke
Hayfordův	1909	6 378 388,00000	6 356 911,94613	1 : 297,000	J. F. Hayford
Krasovského	1940	6 378 245,00000	6 356 863,04877	1 : 298,300	F. N. Krasovskij
WGS-84	1984	6 378 137,00000	6 356 752,31425	1 : 298,257	

Obrázek 2. Parametry referenčních elipsoidů (Ratiborský, 2007)

## 4. Polohové souřadnicové systémy a polohové základy

Většina geodetických a kartografických prací se obvykle připojuje nějaký souřadnicový systém. Souřadnicové systémy se tvoří pro území části státu nebo státu celého a několik států sousedních. Můžeme se setkat i se souřadnicovými systémy pro celý svět. Zpravidla se používají pravoúhlé souřadnicové systémy, zejména v nižší geodezii. Ve vyšší geodezii se můžeme setkat se souřadnicovými systémy odvozenými ze zeměpisné šířky a délky, doplněnými o elipsoidické nebo geoidické výšky.

Celostátní mapy se tvoří ve státních souřadnicových systémech, které jsou voleny tak, a by nejlépe vyhovovaly potřebám daného státu. Jedná se vlastně o přenesení povrchu referenčního elipsoidu nebo náhradní kulové plochy, do roviny. Obvykle se zobrazuje na tečnou plochu (azimutální zobrazení) nebo plochy válcové či kuželové.



Pro ČR se používají právě zobrazení válcová a kuželová.

Výškové systémy jsou definovány vůči ploše geoidu nebo referenčního elipsoidu.

Jednoznačné určení polohy bodu tedy spočívá v určení rovinných souřadnic (x, y) a nadmořské výšky k dané ploše. (Vitásek a Nevosád, 1999)

## **4.1 Polohové souřadnicové systémy**

V České Republice je v současné době závazných několik souřadnicových systémů.

Konkrétně to jsou:

### **4.1.1 S-JTSK**

Čili Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální. Byl vytvořen pro bývalou Československou republiku a dodnes se používá pro tvorbu map území ČR. Je dán Besselovým elipsoidem, Křovákovým zobrazením a vybudovanou Jednotnou trigonometrickou sítí katastrální (JTSK).

Křovákovo zobrazení je stejnoúhlé zobrazení, což znamená, že nezkrslují úhly, ale délky, a to nezávisle na směru délkového elementu.

Jednotná trigonometrická síť katastrální je bodové pole tvořené 268 základními body I. řádu. Tyto body jsou vybudovány tak, aby z každého bodu bylo možno měřit na všechny okolní a dala se tak vytvořit trojúhelníková síť. Vzdálenost těchto bodů se pohybuje od 25 do 40 km. Z těchto základních bodů se síť postupně zhušťovala o další body I. až V. řádu. V současné době má tato síť přes 69 000 trigonometrických a zhušťovacích bodů o průměrné délce stran asi 2 km a 35 000 bodů přidružených. (Ratiborský, 2002)

### **4.1.2 Systém S-42**

S-42 je zkratka názvu Souřadnicový systém 1942. V ČR je používán pro vojenské potřeby. Je definován na Krasovského elipsoidu a Gaussovým válcovým zobrazením v šesti poledníkových pásích. Každý pás má vlastní souřadnicový systém, jehož počátek tvoří bod průniku základního poledníku a rovníku. (Ratiborský, 2002)

### **4.1.3 WGS – 84**

WGS – 84 je souřadnicový systém vytvořený pro účely satelitního měření. Jeho počátek leží v hmotném středu Země, osy x a y leží v rovníkové rovině, přičemž osa x prochází nultým a osa y devadesátým poledníkem. Osa z je shodná s osou rotace. WGS 84 je používán pro armádní účely a je společný i pro armády NATO. (Vitásek a Nevosád, 1999)

### **4.1.4 Evropský pozemní referenční systém 1989 (ETRS-89)**

V anglickém originále European terrestrial reference system 1989. Stejně jako systém WGS – 84 je i ETRS-89 souřadnicový systém s počátkem ve středu Země, sloužící pro družicové měření. Tato síť obsahuje 174 vysoce kvalitně zaměřených bodů. Jinak se také nazývá jako síť DOPNUL. (Vitásek a Nevosád, 1999)

## **4.2 Polohové základy**

Bodové pole je systém přesně zaměřených a pevně stabilizovaných bodů. Slouží jako základ pro práci v terénu a bez nich by bylo prakticky nemožné provádět geodetické práce. Bodové pole můžeme rozdělit na základní a podrobné.

Základní polohové bodové pole tvoří:

- Body referenční sítě nultého řádu
- Body Astronomicko-geodetické sítě (AGS)
- Body České státní trigonometrické sítě (ČSTS)
- Body geodynamické sítě

Podrobné polohové bodové pole tvoří:

- zhušťovací body
- ostatní body podrobného bodového pole

### **4.2.1 Základní polohové bodové pole (ZBPB)**

- Česká státní trigonometrická síť

Budována v bývalém Československu v letech 1920–1957. Na celém území

Československa bylo zaměřeno 268 bodů, které mezi sebou tvořilo 456 trojúhelníků. Rozměry a orientace na Besselově elipsoidu byly určeny z rakouské vojenské triangulace. Je základem souřadnicového systému S-JTSK..

- Astronomicko-geodetická síť (AGS)

Jedná se o trigonometrickou síť, která se začala rozvíjet od roku 1931. Všechny body byly měřeny s nejvyšší přesností a podle nejnovějších vědeckých poznatků. Většina bodů I. řádu je totožná s body JTSK.

- Síť nultého řádu

Referenční síť nultého řádu vznikla připojením vybraných bodů pomocí metod kosmické geodezie k souřadnicovému systému ETRS-89. Většina bodů sítě nultého řádu je identická s body AGS.

- Základní geodynamická síť

Základní geodynamická síť ČR je tvořena body, jejichž účelem je zkoumání pohybů zemského povrchu. Tyto změny jsou pravidelně kontrolovány metodou GPS, velmi přesnou nivelací a gravimetrickou metodou. Síť tvoří vybraných 36 bodů.

(Schenk, 2004)

#### **4.2.2 Podrobné polohové bodové pole (PPBP)**

Podrobné bodové pole se skládá ze zhušťovací a ostatní bodů. Jsou to body měřené ze ZPBP tak, aby zhustily bodové pole. Vzdálenosti mezi nimi jsou výrazně menší než u základního bodového pole, přibližně 1–2 kilometry.

- Zhušťovací body

Jedná se o body nejvyšší přesnosti v rámci podrobného bodového pole, vůči trigonometrickým bodům mají však nižší nároky na přesnost. Zřizují se tam, kde hustota bodů trigonometrické sítě neumožňuje určení bodů podrobného bodového pole. (Streibl, 1987)

### 4.2.3 Body přidružené

Tyto body se nazývají přidružené proto, že jsou vždy přidružené k nějakému geodetickému bodu, ke kterému mají měřičský vztah. Jejich účelem je snadnější připojení k podrobnému polohovému bodovému poli. Body přidružené rozdělujeme na:

#### Zajišťovací body

Jsou vázány k bodu s trvalou signalizací, na který není možnost se centricky postavit (např. věž kostela). Zpravidla jsou dva, mají určené souřadnice a zaměřené úhly mezi sebou, bodem na který jsou vázány a pokud je to možno dalšími orientačními body.

#### Orientační body

Tyto body jsou vázány na trigonometrický bod, u které je možnost, že postupem času bude znemožněno orientovat se na další trigonometrické body. Toto může nastat například růstem vegetace. Opět bývají dva, ale na rozdíl od zajišťovacích bodů nemusím mít určené souřadnice, obvykle stačí jen úhlové hodnoty. (Chamout a Skála, 2003)

## 5. Výškový systém ČR a výškové základy

Výškové systémy doplňují polohu bodu o další veličinu, nadmořskou výšku. Pokud se poloha bodu v rovině uvažovala souřadnicemi  $x$  a  $y$ , musíme nyní doplnit třetí souřadnici  $z$ , která bude značit nadmořskou výšku. Je několik systémů, které se ve světě používají. Zpravidla se liší tím, ke kterému moři danou nadmořskou výšku uvažujeme.

### 5.1 Výškové základy

Počátky budování výškových bodových polí sahají do druhé poloviny 19. století. V této době měření prováděl Vojenský zeměpisný ústav ve Vídni. Jako základ této výškové sítě se používala střední hodnota hladiny Jadranského moře, měřená na mole Sartorio v Terstu.

Po vzniku Československa byla vybudována Československá jednotná nivelační síť

(ČSJNS) do které byly zahrnuty všechny stávající body a mnoho dalších bylo dobudováno. V roce 1957 obsahovala tato síť přes 70 000 bodů.

V době II. světové války byl na krátký čas změněn výškový systém z ČSJNS, vztažené k Jadranu, na systém Normal Null, který měl základní bod v Amsterdamu. Po II. světové válce se postupně začalo přecházet na systém se vztažným bodem v Kronštadu u Baltského moře. Po vyrovnání se této nivelační síti začalo říkat Bpv (Balt po vyrovnání). Přibližný rozdíl mezi výškami měřenými k Jadranu a k Baltu je asi 40 centimetrů. Od 1. 1. 2000 je pro veškerá měření v ČR přípustný pouze systém Bpv. (Chamout a Skála, 2003)

Podobně jako polohové bodové pole se i výškové dělí na dva druhy.

- Základní výškové bodové pole
- Podrobné výškové bodové pole

### **5.1.1 Základní výškové bodové pole (ZVBP)**

V České republice tvoří základní výškové bodové pole 12 základních bodů České státní nivelační sítě (ČSNS). Dále ho tvoří nivelační body I., II. a III. řádu. Výšky základního výškového bodového pole se určují metodou velmi přesné nivelace, body III. řádu pouze přesnou nivelací. (Chamout a Skála, 2003)

### **5.1.2 Podrobné výškové bodové pole (PVBP)**

Podrobné výškové bodové pole je tvořeno nivelačními body IV. řádu, body plošných nivelačních sítí a stabilizovanými body technické nivelace. Oproti základnímu bodovému poli jsou kladeny nižší nároky na přesnost, konkrétně se body IV. řádu a body plošných nivelačních sítí zaměřují s přesností jednoho milimetru a body technické nivelace s přesností pouze jednoho centimetru. (Chamout a Skála, 2003)

## **6. Stabilizace, signalizace a ochrana bodů**

Stabilizace bodů je způsob jejich fyzického vybudování. Díky stabilizaci je možné kdykoli se na ně připojit s novým měřením. Přesnost této stabilizace závisí na tom, zda se bude jednat o body základního nebo podrobného bodového pole. Při

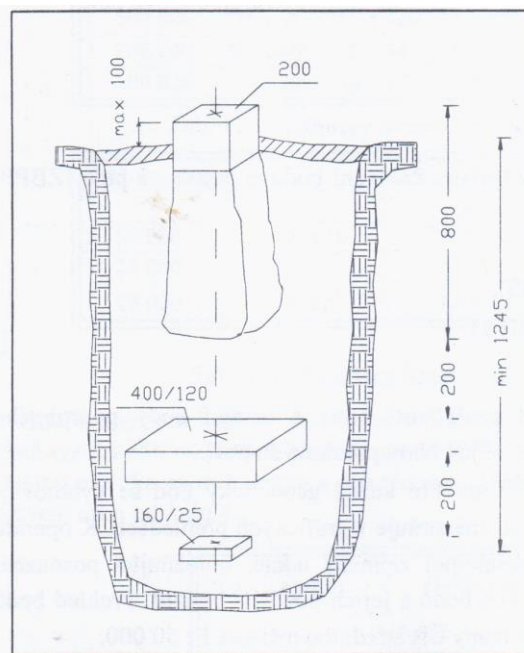
stabilizaci bodu základního bodové pole je, oproti podrobnému, nutno body budovat s větší přesností.

Signalizace je způsob, kterým zvýrazníme bod tak, aby bylo jeho nalezení při měření snazší a aby se na něj dalo cílit.

Ochrana bodů má za úkol předejít poškození bodů, buď přímo, nebo upozorněním na jejich polohu. Mimo to také může pomoci k jejich snazšímu vyhledání.

## 6.1 Stabilizace bodů ZPBP

Podle předpisu č. 31/1995 sb. se poloha bodů základního polohového bodového pole stabilizuje jednou povrchovou a dvěma pozemními značkami. Povrchová značka je obvykle žulová s vytesaným křížkem ve směru úhlopříček a její rozměry bývají 20x20 centimetrů. První podpovrchová značka bývá též žulová s vytesaným křížkem, měla by se nacházet asi jeden metr pod úrovní terénu a její rozměry jsou 30x30 centimetrů. Druhá podpovrchová značka skleněná nebo kamenná s křížkem, nachází se asi 1,2 metru hluboko a její rozměry jsou 16x16 centimetrů. Všechny tyto tři značky musí být v svislici, s mezní odchylkou 3 mm, takže v případě poškození nadzemní značky je možno prokopat se k první podzemní značce a použít ji k měření nebo k nové stabilizaci výše položené značky.



Obrázek 3. Stabilizace trigonometrického bodu (Ratiborský, 2002)

V případě, že nelze při stabilizaci trigonometrického bodu osadit jednu ze tří výše uvedených značek, je nutno k tomuto bodu vybudovat zajišťovací bod nebo body.

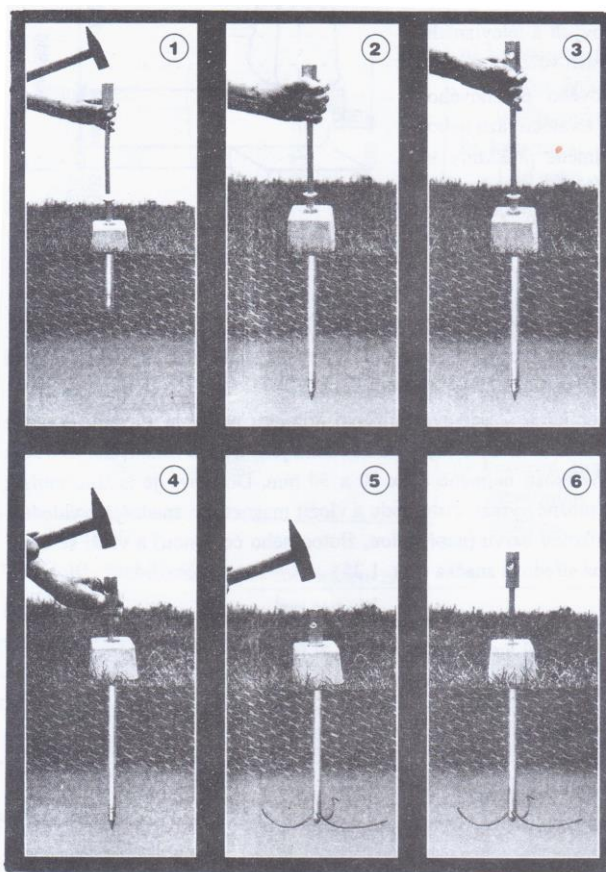
Jako bod ZPBP je také možné použít věže kostelů a podobných konstrukcí. Je nutné,

aby byla jasně identifikovatelná část konstrukce, která jako bod slouží. K takovým bodům je nutné vybudovat zajišťovací, případně orientační body.

Je pravidlem, že se body stabilizují před zaměřením jejich souřadnic z jednoduchého důvodu, že by nebylo možno stabilizovat bod na přesně tom místě, kde předtím proběhlo měření. (Ratiborský, 2002)

## 6.2 Stabilizace bodů PPBP

U bodů podrobného bodového pole není vždy nutné, aby byl bod stabilizován trvale. Body mohou být používány jen v rámci konkrétního měření a po jeho ukončení zase odstraněny, takové body nazýváme body s dočasnou stabilizací. Bývají značeny například dřevěným kolíkem, železnou trubkou nebo nastřelovacím hřebem. Trvale stabilizované body se nazývají Pevné body podrobného pole a možností stabilizace je celá řada. Žulový mezník s křížkem ve směru úhlopříček, podobný jako u stabilizace bodů ZPBP, mezník s hlavou z umělé hmoty, obetonovaná trubka, křížek vytesaný do skály, kovové konzole na budovách, rohy budov a podobně. (Chamout a Skála, 2003)



Obrázek 4. Stabilizace mezníkem s plastovou hlavou (Ratiborský, 2002)

### **6.3 Stabilizace nivelačních bodů**

Stabilizace bodů ČSNS bývá nejčastěji provedena pomocí nivelačních značek. Tyto značky bývají umístěny na stavebních objektech trvalého charakteru, na skalách, ale i ve volném terénu. Je nutné, aby byl nivelační bod umístěn na stabilním místě, nebude tedy měnit svou výšku. Rozlišujeme dva typy nivelačních značek, čepovou a hřebovou. Oba dva druhy bývají vyrobeny z nekorodujícího materiálu, například temperované litiny nebo mosazi. Nadmořská výška se určuje vždy k nejvyššímu bodu dané značky. Čepové nivelační značky se umísťují z boku do zdí budov nebo, také z boku, do nivelačních žulových mezníků. Nivelační mezník musí být vždy pevně zabetonován v zemi. Hřebové nivelační značky se umísťují shora do betonových propustků nebo nivelačních kamenů. Na místech, kde je to možné, se může použít i přirozená stabilizace, jedná se například o vyhlazené plochy na skalách. (Chamout a Skála, 2003)

### **6.4 Signalizace bodů**

Signalizaci bodů můžeme rozdělit na stálou a přechodnou. Stálá signalizace se používá u důležitějších bodů, převážně základních bodových polí. Dříve se signalizace takovýchto bodů prováděla dřevěnými, troj- nebo čtyřbokými pyramidami. Výška jednoduchých pyramid je kolem 6 metrů. S nástupem nových technologií se již signalizace dřevěnými pyramidami a věžemi neprovádí. Dalším typem stále signalizace mohou být výše zmíněné věže kostelů a jiných podobných staveb. U významných trigonometrických bodů I. řádu byla namísto dřevěné signalizace použita signalizace zděná. Jeden z příkladů je třeba trigonometrický bod v Praze-Ládví v d'áblickém háji.

Přechodná signalizace je taková, kterou používáme krátkodobě, například během jedné měřické práce. Může se jednat o červenobílou výtyčku, reflexní terčík nebo měřičský terč na centrovaném stativu. (Ratiborský, 2002)



## 6.5 Ochrana bodů

Nejobvyklejším způsobem ochrany bodů jsou takzvané ochranné tyče. Jedná se o železné trubky zasazené do betonového podstavce. Podstavce mají tvar čtyřbokého komolého jehlanu s dolní základnou asi 30x30 cm a horní asi 20x20 cm. Samotné tyče jsou pruhované červenobíle nebo černobíle, pokud se jedná o orientační body. Ve výšce očí je umístěna výstražná značka s nápisem „Státní triangulace. Poškození se trestá“, případně se změnou v typu bodu u kterého je tyč umístěna (Státní nivelace, Tíhový bod, Geodetický bod). Tyče jsou umístěny ve vzdálenosti asi 0,75 metru od středu stabilizační značky, na sever nebo ve směru největšího ohrožení bodu.



Obrázek 5. Značka státní triangulace

Dalším typem ochrany geodetických bodů je betonová skruž. Osazují se tak, aby chráněný bod byl ve středu skruže, dalo se na něm bez problémů měřit. Průměr skruže se volí tak, aby se nad bod mohl postavit stativ se strojem a dalo se s ním pohodlně pracovat. Skruž by měla vyčnívat nad zem tak, aby nedošlo k jejímu přehlédnutí, pokud se například v okolí bodu očekává orba, měla by být vidět i z traktoru. Vyčnívající stěny skruže kolem nivelačního bodu jsou natřeny červenobílými pruhy.

Jako další způsob je možné použít ochranný kopec. Používají se zvláště v horských oblastech. Ve vzdálenosti asi dvou metrů od trigonometrického bodu se navrší kopec hlíny a kamení asi 1,2 metru vysoký, s průměrem základny okolo metru. Povrch se pak zpevní travními drny. Kopec musí být stabilní, aby se jeho svahy nesesouvaly, což by byl pravý opak jeho účelu.

Zvláště důležité trigonometrické body se chrání vytvořením chráněného území. Chráněné území je vyznačeno výstražnými tabulkami se státním znakem a nápisem „Chráněné území geodetického bodu“. U takto důležitých bodů se může stát, že okolní parcely budou vykoupeny do vlastnictví Zeměměřičského úřadu. (Ratiborský, 2002)

## **6.6 Číslování bodů**

Základní jednotkou číslování bodů ZPBP a ZhB je triangulační list, jednotkou pro číslování bodů PPBP je katastrální území. Body se označují dvanáctimístným úplným číslem.

- Body ZPBP a ZhB mají tvar čísla 0009EEEECCC0, kde EEEE je číslo triangulačního listu a CCC je pořadové číslo bodu. Pořadové číslo bodu ZPBP je v rozmezí od 1 do 199 a ZhB v rozmezí od 201 do 499, přitom pořadové číslo přidruženého bodu k bodu ZPBP a ZhB se uvádí na posledním místě úplného čísla tohoto bodu namísto 0.
  - Body PPBP má číslo tvar PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v rámci územního obvodu, ve kterém katastrální pracoviště vykonává působnost příslušného katastrálního úřadu (dále jen „územní obvod“), a CCCC je pořadové číslo bodu v rozmezí 501 až 3999,
  - Pomocné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPP00000CCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území v rámci územního obvodu katastrálního pracoviště, a CCCC je pořadové číslo pomocného bodu od 4001 včetně. Přitom je nutno zajistit, aby nedošlo k duplicitě s body určenými při budování či revizi a doplnění PPBP
  - Podrobné body se označují dvanáctimístným úplným číslem ve tvaru PPPSZZZZCCCC, kde PPP je pořadové číslo katastrálního území (jako u pomocných bodů), S je uvnitř územního obvodu nulové číslo nebo může znamenat příslušnost bodu do sousedního územního obvodu a pak má hodnotu 1 až 8, ZZZZ je číslo měřického náčrtu a CCCC je pořadové číslo podrobného bodu v rámci měřického náčrtu v rozmezí od 1 do 3999.
- (ČUZK, 2013)

## **6.7 Geodetické údaje**

Každý stabilizovaný bod by měl vyhotovené takzvané geodetické údaje. Jedná se vlastně o kartu s informacemi, které potřebuje geodet, pro měření a následné výpočty měřičských prací. Geodetické údaje o trigonometrických bodech jsou uloženy u orgánu pověřeného dokumentací, v současné době je to Katastrální úřad. Údaje o bodech v určité oblasti se dají získat i na příslušném katastrálním pracovišti v daném okrese. Informace se zapisují do formuláře „Geodetické údaje“. Tento formulář obsahuje informace o číslu a názvu bodu, označení mapového listu, na kterém se bod nachází, o polohových souřadnicích (případně souřadnicovém systému), o nadmořské výšce, o orientačních směrech na další viditelné body, údajích o stabilizaci a místopisných údajích s náčrtem. (Streibl, 1987)

V současné době jsou geodetické údaje zdigitalizovány a dají se získat i z internetového portálu Českého ústavu zeměměřického a katastrálního (ČUZK).

## **7. Měření a výpočty**

### **7.1 Dobudování měřické sítě**

Jak bylo řečeno výše, geodetické základy v ČR jsou poměrně kvalitně vybudovány.

Někdy se ale stane, že body tvořící tyto základy nejsou na vhodném místě.

V takovém případě je nutné dobudovat měřickou síť na konkrétním místě.

(Chamout a Skála, 2003)

Před tím, než se vůbec začne v určité oblasti provádět geodetická práce, je potřeba provést rekognoskaci (průzkum). Je vhodné si předem opatřit geodetické údaje bodů v okolí, případně určit v mapě jejich polohu, pro snadnější hledání. Přímo v terénu zjistíme stav bodů, pokud jsou na první pohled nepoužitelné (rozbitý mezník, změna polohy vlivem sesuvu půdy nebo orby, případně bod vůbec nenalezneme), budeme muset najít jiné nepoškozené body. V případě, že usoudíme, že hustota bodů nedostačuje plánové měřické práci, budeme muset určit nejvhodnější způsob, jak síť dobudovat. Použitá metoda bude záviset na několika faktorech. Tyto faktory jsou například: rozložení terénu, vzájemná poloha bodů vůči sobě a vůči místu kde budeme síť zhušťovat, požadovaná přesnost a v neposlední řadě i dostupné pomůcky a přístroje.

### 7.1.1 Polygonové pořady

Nejčastější metodou budování měřičské sítě je metoda polygonových pořadů.

Měřenými hodnotami jsou polární prvky (vzdálenost a úhel). Z výchozího známého bodu P (počátek) zaměříme vodorovný levostranný úhel a vodorovnou vzdálenost k bodu 1 (u polygonových pořadů se vždy počítá s levostrannými úhly). Z bodu 1 měření pokračuje tak, že se opět zaměří levostranný vrcholový úhel a vodorovná délka na následující bod, tentokrát 2. Z bodu 2 se pokračuje dále tím samym způsobem, až se dostaneme na koncový bod K. Za normálních okolností známe souřadnice bodu K, takže díky měřeným hodnotám a znalosti souřadnic počátečního a koncového bodu je možnost spočítat souřadnice všech bodů, na kterých bylo v průběhu polygonového pořadu měřeno. Existují případy polygonových pořadů, kde nepočítáme s bodem K.

Podle způsobu výpočtu dělíme polygonové pořady na:

- Polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný  
U tohoto případu známe souřadnice bodů K a P, a dále na obou z nich máme orientace alespoň na jeden další známý bod.
- Polygonový pořad oboustranně připojený jednostranně orientovaný  
V tomto případě známe opět souřadnice bodů K a P, avšak orientace na další známý bod je pouze na jednom z nich.
- Polygonový pořad oboustranně připojený neorientovaný (Vetknutý polygonový pořad)  
Toto je situace, kdy známe počáteční a koncový body P a K, ale ani na jednom z nich nemáme orientace na další body.
- Polygonový pořad jednostranně připojený a orientovaný (Volný polygonový pořad)  
Jeden z případů kdy neznáme bod K, máme pouze souřadnice bodu P a orientaci na další bod. Speciálním případem jednostranně připojeného a orientovaného polygonu je rajon. Je to jedna z nejběžnějších geodetických úloh a jedná se vlastně o volný polygon o jedné straně. Jinak řečeno je to výpočet neznámého bodu, ze znalosti souřadnic známého bodu a vzdálenosti a úhlu na určovaný bod.
- Uzavřený polygonový pořad

Toto je případ, kdy začínáme a končíme na tom samém bodě a bod K a P nám tedy splývá. V tomto případě je nezbytné mít na počátečním bodě orientaci na další bod.

Z hlediska kvality a přesnosti měření je nejvhodnějším způsobem polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný. Poskytuje nejvíce možností výpočetních a měřičských kontrol.

Podle kritéria délek měřených stran můžeme polygonové pořady dělit na:

- Pořad s dlouhými stranami (300 – 1500 metrů)
- Pořad s krátkými stranami (60 – 300 metrů)

Podle kvality výchozích a koncových bodů můžeme polygonové pořady dále dělit na:

- Hlavní  
Vychází a končí na bodech ZPBP nebo na bodech PPBP, jejichž třída přesnosti je alespoň o jedna vyšší, než u určovaných bodů
- Vedlejší

Vychází a končí na bodech minimálně stejné třídy, jako jsou určované body.

Z toho je patrné, že přesnost každého polygonového pořadu není nikdy vyšší, než je přesnost jeho připojovacích bodů.

Při zaměřování nových bodů pomocí polygonových pořadů je vhodné alespoň rámcově dodržovat určitá kritéria, která nám zaručí dostatečnou přesnost nových zaměřených bodů.

- mezní délka strany (zpravidla 300m),
- mezní poměr délek stran pořadu (zpravidla 1:3),
- mezní poměr délek sousedních stran (zpravidla 1: 2),
- maximální vybočení pořadu (součet délek pořadu by neměl překročit 1,5 násobek vodorovné vzdálenosti počátečního a koncového bodu)
- maximální odklon strany od spojnice P a K (50g – 60g),
- maximální počet vrcholů (17 – 25).

Tato kritéria nejsou neprolomitelná a v případě potřeby je možné je překročit, vystavujeme se ale možnosti snížené přesnosti polygonového pořadu.

Obecně tedy platí, že čím jsou naše nároky na přesnost měření vyšší, tím více bychom měli dodržet předchozí kritéria a s ohledem na ně volíme i používané přístroje. Pokud potřebujeme vysokou přesnost měření, pravděpodobně použijeme na měření délek elektronický dálkoměr, při nižších nárocích stačí pouze měřičské pásmo. Pro zajištění přesného zaměření úhlů je vhodné použít přesné teodolity nebo totální stanice a metodu trojpodstavcové soustavy. Úhly pak měříme minimálně v jedné skupině, při měření ve více skupinách získáme více dat a je tudíž snazší odhalit hrubou chybu v měření. (Chamout a Skála, 2003)

### 7.1.2 Protínání

Polygonové pořady sice poskytují řadu kontrol, co se výpočtu souřadnic neznámých bodů týče, ale vyžadují měření velkého množství veličin. V případě, že není možné měřit vzdálenosti mezi body a je možno změřit pouze úhly, nebo naopak známe pouze vzdálenost bodů, ale nejsou změřené úhly, není možné použít metodu polygonového pořadu.

Pro takové případy existuje metoda výpočtu protínáním. Různé metody potřebují různé veličiny, a je tedy možné určit souřadnice i s menším množstvím měřených dat.

Rozlišujeme čtyři základní druhy protínání:

- Protínání z délek

Délkové protínání je způsob určení souřadnic bodu za předpokladu, že známe dva body, které mají změřenou vzdálenost k určovanému bodu. Tyto dva body nemusí mít měřenou délku mezi sebou, znamená to, že mezi nimi nemusí být přímá viditelnost.

Protínáním vpřed se dají vypočítat souřadnice bodů, můžeme-li měřit pouze úhly. K výpočtu potřebujeme dva známé body a měřené úhly. Úloha se dále rozděluje na dva případy. V prvním mají tyto body vzájemnou viditelnost, v druhém pak ne.

- Protínání vpřed z úhlů je případ, kdy máme přímou viditelnost mezi známými body, zaměří se úhly přilehlé ke známým bodům v trojúhelníku tvořeném těmito dvěma body a bodem neznámým. Z obou známých bodů vypočítáme bod neznámý. Výsledné souřadnice by měli být stejné, nebo velmi blízké, při

výpočtu z obou variant.

- Protínání vpřed z orientovaných směrů je druhý způsob toho typu protínání. V tomto případě není přímá viditelnost mezi známými body. Nemůžeme tudíž zaměřit vnitřní úhly trojúhelníku, jako to bylo v předchozím případě. Na obou známých bodech musíme osnovu bodů takzvaně orientovat čili určit směrník z bodu, ze kterého počítáme, na bod, který počítáme. Směrník je úhel od kladné osy x (v Křovákově zobrazení, ve kterém se u nás počítá, míří směrem na jih). Postup výpočtu je potom stejný jako u protínání vpřed z úhlů.
- Protínání zpět  
Protínání zpět je další způsob protínání, které nám umožní určit souřadnice neznámého bodu. Na rozdíl od protínání vpřed a délkového protínání nezjišťujeme souřadnice neznámého bodu ze známých, ale měříme přímo z něj. Podmínkou je, aby z toho místa byla viditelnost alespoň na další tři body, jejichž souřadnice známe, k výpočtu se používají vždy právě tři body. K určení souřadnic potřebujeme znát úhly mezi spojnicemi bodu počítaného a body známými. Také můžeme znát směry, ze kterých tyto úhly vypočítáme. Důležitá podmínka je, aby počítaný bod neležel na kružnici nebo v její blízkosti, s ostatními známými body. Taková konfigurace bodů se nazývá nebezpečná kružnice. (Ratiborský, 2007)

## **7.2 Měření polohopisu**

Poté, co je na zájmovém území dostatečně hustě vybudovaná síť pevných bodů polohového pole, je možnost překročit k podrobnému měření, které bude sloužit jako podklad pro vypracování budoucího plánu nebo mapy.

Polohopis je takový obsah mapy nebo plánu, jenž přesně geometricky určuje objekty, hranice mezi plochami, linie a body přiměřeně generalizované a ve vhodném měřítku. V polohopisu nezaměřujeme pouze předměty a stavby na úrovni terénu, ale i pod ním a nad ním, jako jsou energovody, tunely, lanovky, sklepy a podobně. Na rozdíl od výškopisu je polohopis nedílnou součástí každé mapy nebo plánu. Například katastrální mapy obsahují pouze polohopis, protože podstata mapy výškopis vůbec nevyžaduje. (Chamout a Skála, 2003)

Při podrobném měření v terénu, nás zajímají především tyto objekty:

- Body bodových polí

- Veškeré druhy správních hranic, katastrální hranice, vlastnické, užívací, hranice druhů pozemků, rezervací a ochranných pásem
- Pozemky
- Stavební objekty
- Dopravní sítě a zařízení
- Potrubní a elektrické vedení, jejich zařízení a objekty
- Předměty hornické a těžební činnosti
- Vodstvo, vodohospodářské zařízení a stavby
- Ostatní předměty měření a technické zařízení

Záleží však na druhu mapy. V některých mapách mohou být jisté objekty vynechány, protože se jimi mapa tematicky nezabývá.

Podrobné polohové měření je možno realizovat různými metodami. Jejich volba závisí na charakteru zaměřovaného území, členitosti, vegetačním krytu, hustotě zastavění, frekvenci provozu a často i na měřítku budoucí mapy. (Streibl, 1987)

Nejběžnější metodou měření polohopisu je metoda polární, kdy se zaměřují vodorovné vzdálenosti a úhly, a metoda ortogonální, kdy se určuje vzdálenost na vytyčené přímce a kolmá vzdálenost měřeného bodu. (Chamout a Skála, 2003)

### **7.2.1 Polární metoda**

Jak bylo naznačeno již dříve, v případě polární metody jsou souřadnice podrobného bodu zaměřeny polárními souřadnicemi. Polární souřadnice jsou tvořeny zaprvé úhlem, který je měřen na stanovisku od orientačního směru na další bod PPBP nebo pomocný bod, a zadruhé délkou od stanoviska, měřenou zpravidla dálkoměrem. (Ratiborský, 2002)

V současné době je tato metoda nejpoužívanější při určování podrobných bodů polohopisu. Souřadnice zaměřených bodů bývají nejčastěji určeny v pravoúhlém systému S-JTSK, ve výjimečných případech pak v místním systému.

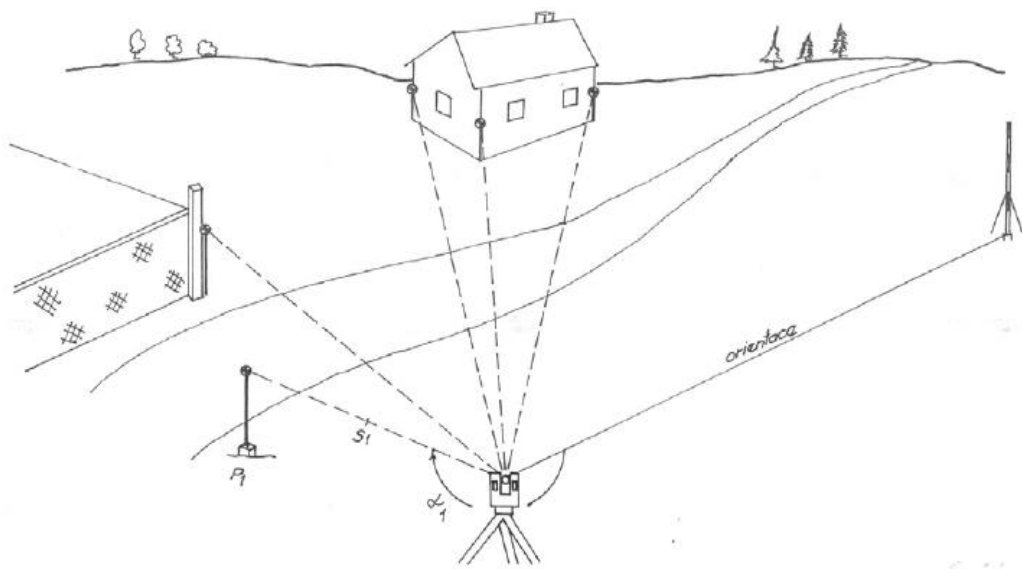
Výhodou této metody je především její rychlost, dosah měření z jednoho stanoviska, prostupnost a přesnost. Lze ji použít i ve svažitém, zarostlém terénu s velkou dopravní frekvencí. Při použití elektronického dálkoměru nebo přímo totální stanice lze dosáhnout lepší přesnosti než u metody ortogonální. Snadné je také její rozšíření



pro současné měření výškopisu, což je u ortogonální metody neproveditelné. Nevýhodou této metody jsou vysoké pořizovací náklady měřicích přístrojů. Před měřením je nutností provést rekognoskaci v zájmovém území a pomocí geodetických údajů nalézt stávající body PPBP a doplnit ho no požadovanou hustotu.

Pokud potřebujeme některý z bodů zaměřených touto metodou stabilizovat, děje se tak nejčastěji pomocí dřevěného kolíku nebo mezníku s plastovou hlavou, pokud chceme bod stabilizovat trvale.

Nejvhodnějším přístrojem k měření polární metody je totální stanice. Zahrnuje v sobě elektronický teodolit, elektronický světelný dálkoměr a registrační a výpočetní zařízení. Totální stanice jsou však finančně náročná zařízení, cenově dostupnější přístroj pro tuto metodu je technický teodolit pro měření úhlů, ocelové pásmo pro měření délek a papírový zápisník pro registraci dat. Použití levnějších přístrojů sebou nese náročnější způsob měření a výpočtu. (Chamout a Skála, 2003)



Obrázek 6. Schéma polární metody (Chamout a Skála, 2003)

Postu při zaměřování polohopisu polární metodou:

1. Tvorba polního náčrtu zaměřovaného území, v přibližném měřítku, které by nemělo být menší než měřítko mapování. Polní náčrt slouží pro lepší orientaci při vytváření mapy z naměřených bodů.
2. Na měřickém bodu se provede centrace a horizontce teodolitu nebo totální stanice.

Účelem centrace je postavit stativ s přístrojem nad měřičský bod tak, aby

svislá osa přístroje procházela tímto bodem, například křížkem na mezníku nebo středem zatlučeného dřevěného kůlu. Horizontace přístroje je uvedení zařízení do vodorovné polohy, tedy aby vodorovná osa přístroje byla kolmá na tížnici. (Ratiborský, 2007)

3. Figurant postaví výtyčku do stojánku na dva sousední měřičské body nebo se na tyto body postaví s teleskopickou tyčkou, na které má připevněný odrazný hranol, pokud používáme totální stanici.
4. Měřič provede orientaci na sousední měřické body. Do směru na první měřický bod nastaví nulu vodorovného kruhu přístroje. Zapisovatel začne do měřického zápisníku zapisovat naměřené hodnoty (v případě použití totální stanice funkce zapisovatele odpadá a je nahrazena registračním systémem v totální stanici).
5. Figurant začne stavět výtyčku na požadované podrobné body. Body se v polním náčrtu číslují průběžně od čísla 1.
6. Měřič zaměří vodorovný úhel na podrobný bod, měření pouze v první poloze dalekohledu je dostačující. Pásmem se změří vodorovná vzdálenost na měřený podrobný bod. Při měření totální stanicí se úhel a vodorovná vzdálenost na podrobný bod změří dohromady.
7. Po zaměření každých 5 – 10 bodů je vhodné zkontrolovat identitu zaměřovaných bodů a bodů v zápisníku. Tato kontrola může hned na místě odhalit nesrovnalosti a ulehčí práci v kanceláři.
8. Na závěr měření na každém stanovisku je třeba poslat figuranta na výchozí orientační měřický bod a ověřit nulovou hodnotu vodorovného úhlu. Pokud je překročena mezní hodnota, došlo k nežádoucímu posunu přístroje, a je nutno na tomto stanovisku měření opakovat.
9. Nakonec se změří kontrolní a konstrukční oměrné v metrech s přesností na centimetry. Ty se poté zapíší do polního náčrtu.

(Chamout a Skála, 2003)

## 7.2.2 Ortogonální metoda

Za předpokladu, že při polární metodě je základem měřičské práce stanovisko, tedy jeden z bodů základního nebo podrobného polohového bodového pole, u metody

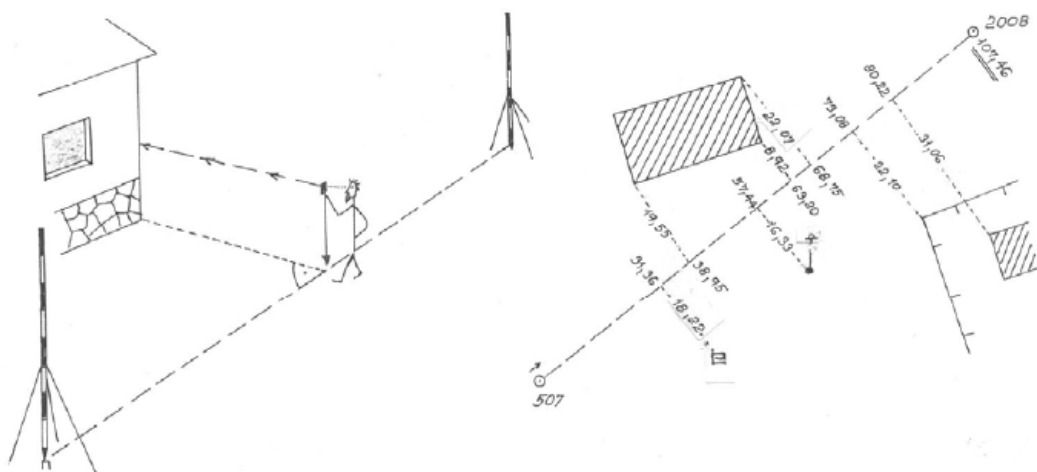
pravoúhlých souřadnic je tímto základem polygonová strana nebo měřičská přímka. Základem této metody je kvalitní měřičská síť, účelně založená tak, aby z jejích přímek bylo možno zaměřit každý podrobný bod. Pokud měříme podrobný bod přímo, určujeme kolmici, což je kolmá vzdálenost bodu od měřičské přímky, a takzvané staničení, což je vzdálenost na měřičské přímce od počátečního bodu k patě kolmice. Pokud je bod z vytyčené přímky nepřístupný, můžeme překážku obejít použitím druhé kolmice.

V současné době se jedná pouze o metodu doplňkovou, která se využívá pouze, pokud není možné nebo účelné použít metodu polární. Byla hojně využívána v minulosti, například katastrální mapy z osmdesátých let 19. stol vznikaly právě touto metodou. (Streibl, 1987)

této metody spočívá v použití relativně levných pomůcek. Používá se dvojitý pentagonální hranol, ocelové pásmo, stojánky na výtyčky s výtyčkami, olovnice a sada měřických jehel. Jednoduché je i samotné měření a zpracování výsledků.

Metoda se však dá použít pouze v rovinném terénu bez velké dopravní frekvence. Omezená je také délka měřičským přímek, a to na 500 metrů, měřit však na takto dlouhé přímce je velice obtížné. Délky kolmic by neměly překročit 30, výjimečně 50 metrů. Vlastnímu měření musí předejít rekognoskace terénu a dobudování měřičských přímek na vhodnou hustotu následným pracím, stejně jako u ostatních metod.

(Chamout a Skála, 2003)



Obrázek 7. Schéma ortogonální metody (Chamout a Skála, 2003)

Postup zaměřování podrobných bodů polohopisu ortogonální metodou je následující:

1. Signalizace počátečního a koncového bodu polygonové strany nebo měřické přímky výtyčkami ve stojácích.
2. Zařazení pásma od počátečního bodu ve směru přímky a vyznačení délky pásma.
3. Signalizace podrobného bodu výtyčkou jako např. roh budovy sloup.
4. Zjištění paty kolmice, spuštěné ze zaměřovaného bodu na polygonovou stranu nebo měřickou přímku dvojitým pentagonálním hranolem.
5. Měření staničení a délky kolmice a jejich zápis do zápisníku a zakres do měřického náčrtu.
6. Zaměřování dalších podrobných bodů v úseku prvního kladu pásma a jejich zápis v zápisníku a zakres do měřického náčrtu.
7. Po zaměření všech bodů zleva i zprava polygonové strany nebo měřické přímky včetně staničení měřických bodů v úseku prvního kladu pásma se pásmo posune na druhý klad, zařadí do směru a vyznačí se délka pásma.
8. Zaměření a záznam všech dalších bodů v úseku daného kladu pásma a záznam do zápisníku a měřického náčrtu.
9. Zaměření oměrných měř na předmětech měření v úseku.

(Ratiborský, 2002)

### 7.2.3 Metoda GNSS

Globální družicový polohový systém, v angličtině Global Navigation Satellite System, je družicový systém určování polohy bodů za pomoci družicových měření. Tento systém se začalo vyvíjet v polovině osmdesátých let Ministerstvem Obrany Spojených Států Amerických pod názvem Navigation Satellite Timing and Ranging (NAVSTAR) Global Positioning System (GPS). Tato metoda kromě systému GPS zahrnuje ještě další družicové systémy jako třeba evropský systém Galileo, čínský Compass, ruský GLONASS. (Kavanagh, 2000)

Řídící segment těchto systémů tvoří sledovací stanice. Jejich úkolem je sledování družic a jejich řízení. Každý z výše uvedených systémů má svůj vlastní řídicí segment, nezávislý na ostatních.

Kosmický segment tvoří družice, neustále obíhající kolem Země. Díky jejich velkému množství jsme schopni přijímat na jakémkoli místě signál v jakoukoli denní dobu. Tyto satelity vysílají radiový signál, do kterého je zakódován údaj o čase z velmi přesných atomových hodin. Po přijetí signálu přijímačem se tedy dá spočítat vzdálenost přijímače a satelitu. Určením rozdílných vzdáleností z různých družic jsme schopni dopočítat souřadnice měřeného bodu na Zemi. Tyto výpočty jsou provedeny prostorovým protínáním, při kterém jsou vypočítány jak polohové souřadnice, tak nadmořská výška. Čím více družic nám v danou chvíli může poskytnout signál, tím větší bude přesnost určení bodu. Existují dva způsoby, jak se vzdálenosti satelitu a bodu určují. První způsob je použití pulsního dálkoměru, které fungují na principu přímého měření času, ze kterého se pak vypočítá vzdálenost. Druhý způsob využívá takzvané fázové dálkoměry. Výpočet času zde probíhá nepřímo odečítáním rozdílů fázových rozdílů elektromagnetických vln. V obou případech však paprsky prochází zemskou atmosférou, která zkreslí výsledné délky. Aby se toto zkreslení omezilo, zavádí se korekce. I po zavedení korekcí je však přesnost zaměřeného bodu řádově metr. Abychom dostali vyšší přesnost, musíme zavést další korekce z referenční stanice. Tato metoda se nazývá diferenciální. (Ratiborský, 2002)

- Diferenciální GNSS

Tento způsob určování souřadnic GNSS metodou využívá relativní způsob určování polohy, kdy měří současně nejméně dva přijímače a výsledkem je relativní poloha těchto přijímačů. Poloha se určuje k referenčnímu bodu se známými souřadnicemi. Délka základny známého a určovaného bodu lze určit s milimetrovou přesností. Abychom dosáhly takovéto přesnosti, zavádíme na měřeném bodě korekce, zjištěné na referenčním bodě. Korekce se zavádí buď okamžitě, například v případě RTK metody, nebo takzvaným post processingem, kdy se korekce zavádí až při zpracování dat v kanceláři. Relativní určení polohy můžeme rozdělit do několika různých metod:

- Statická metoda

Nejpřesnější a časově nejnáročnější metoda. Spočívá v kontinuální observaci několika přístrojů po dobu hodin až dnů. Používá se pro práce s maximální požadovanou přesností jako je budování základů, nebo měření zemských posunů.

- Rychlá statická metoda  
Metoda principiálně stejná, jako metoda statická, jen čas observace je výrazně kratší, v řádu minut. Používá se ke zhušťování bodových polí a budování prostorových sítí, nižší přesnosti.
- Metoda Stop and go  
Tato metoda je opět podobná statické metodě, jen se nepřestává měřit při přesunu přístroje. V případě, že při přesunu nedojde ke ztrátě signálu, je možné na bodech zkrátit měření na několik sekund. Tato metoda se používá pro určování souřadnic podrobných bodů.
- RTK metoda – Real time kinematic  
Kinematická metoda v reálném čase je nejnovější metoda měření. Využívá rádiového přenosu korekcí fázových měření od referenčního k pohybujícímu se přijímači. Metoda nachází uplatnění při určování souřadnic bodů podrobných bodových polí a podrobných bodů, především však při vytyčování.  
(Čábelka, 2008)

### **7.3 Měření výškopisu**

Mnoho úkolů technické i inženýrské praxe, jako jsou mapovací, projektové, vytyčovací, sledovací a vědeckovýzkumné práce, si nevystačí pouze s určením bodů v rovině. K polohovým souřadnicím je potřeba třetí souřadnici. Její hodnota se určuje od jejího průmětu do předem určené referenční (nulové) hladinové plochy, ve směru siločar tíhového pole Země. Tuto třetí souřadnici nazýváme nadmořská nebo absolutní výška. Abychom byli schopni nadmořskou výšku určit, musíme nejprve zvolit referenční plochu a poté od této plochy výšku definovat.

V případě, že Zemi považujeme za homogenní kouli, je situace jednoduchá a s tímto zjednodušením si vystačíme pro většinu úloh v praktické geodezii. Referenční plochou je v tom případě kulová plocha procházející zvoleným nulovým výškovým bodem na střední hladině blízkého moře. Hladinové plochy jsou potom také kulové plochy, obecně mají stejný tíhový potenciál a jsou ve všech svých bodech kolmé ke směru zemské tíže. (Blažek a Skořepa, 1997)

### 7.3.1 Nivelace

Nivelace je způsob měření, kterým lze určit rozdíl nadmořských výšek dvou bodů.

Jedná se o historicky nejstarší metodu, stále je však považována za nejpřesnější.

Rozdíl nadmořských výšek se určí jako rozdíl vzdáleností bodů od realizované vodorovné roviny. K vytvoření vodorovné roviny se nejčastěji využívá nivelační přístroj a k určení kolmé vzdálenosti bodu od této roviny se používá vhodné délkové měřítko, což bývá nivelační lať, výjimečně dvoumetr.

Existují dvě základní nivelační metody:

- Geometrická nivelace kupředu  
Nivelační přístroj se postaví centricky nad známý bod, určí se výška přístroje od toho bodu. Nivelační lať se postaví na určovaný bod a provede se čtení. Díky změřeným veličinám jsme schopni spočítat převýšení těchto dvou bodů. Při dlouhých vzdálenostech nebo větších terénních překážkách je nutné rozdělit vzdálenost několika mezilehlými body na kratší úsečky a výše popsaný postup několikrát opakovat s postupným přenášením přístroje. Tato metoda se nehodí k určování výškových rozdílů vzdálenějších bodů kvůli zbytečné pracnosti, nutnosti stabilizace všech bodů a nižší přesnosti.
- Geometrická nivelace ze středu  
Tato metoda je nepřesnější, nejužívanější a přitom nejjednodušší nivelační metoda. Nivelační přístroj se postaví přibližně doprostřed mezi body, jejichž výškový rozdíl určíme. Na oba body postavíme nivelační lať a z rozdílu čtení jsme schopni určit výškový rozdíl. Při větších vzdálenostech se opět volí řada mezilehlých bodů a měření se několikrát opakuje stejným způsobem. Předností této metody jsou hlavně ty, že nemusíme pevně stabilizovat mezilehlé body, není třeba přesně centrovat a neměří se výška přístroje, což samo zvýší přesnost měření.

Podle požadované přesnosti rozdělujeme nivelaci na čtyři skupiny

- Technická nivelace
- Přesná nivelace
- Velmi přesná nivelace
- Zvlášť přesná nivelace

Rozdílů mezi jednotlivými skupinami je několik. Čím přesnější má měření být, tím menší musí být mezní odchylka, která se určuje z typu nivelace a

délky nivelačního pořadu. Na rozdílné třídy přesnosti také musíme použít jiné pomůcky, přesnější nivelační přístroje a latě. (Blažek a Skořepa, 1997)

### **7.3.2 Barometrické měření výšek**

Barometrické měření výškových rozdílů je založeno na měření barometrického tlaku, jež ubývá s nadmořskou výškou. Při změně výšky o 11 metrů se tlak změní o 1 torr, což je hodnota odpovídající tlaku vyvolanému 1 mm rtuťového sloupce. Z této znalosti můžeme určit výškový rozdíl bodů. Při určování tlaku s přesností na 0,1 torru se přesnost měření pohybuje v rozmezí  $\pm 1-3$  metry. Takto měřené výšky jsou značně nepřesné. Výhodou této metody je značná rychlost a používá se například u geologického průzkumu, při přípravných pracích nebo v místech, kde je nedostatek výškově určených bodů, jako jsou vysokohorské oblasti. Pro měření tlaku se používají buď rtuťové tlakoměry, nebo tlakoměry kovové, takzvané aneroidy. V praxi se používají téměř výhradně aneroidy, protože rtuťové barometry jsou rozměrné a křehké pro polní práce. (Pokora a kol., 1984)

### **7.3.3 Trigonometrické určení výšek**

Pokud chceme zjistit nadmořskou výšku objektu, kde není možné její přímé měření, použijeme nepřímou metodu trigonometrické určení výšky. Měřené veličiny jsou šikmé nebo vodorovné délky a zenitové nebo výškové úhly. Zenitový úhel je úhlová odchylka záměry na cíl od směru tížnice k zenitu. Řešením metody je výpočet jednoho nebo více pravoúhlých trojúhelníků.

K zaměření hodnot se nejčastěji použije totální stanice s elektronickým dálkoměrem. (Blažek a Skořepa, 1997)



## 7.4 Geodetické výpočty

### 7.4.1 Směrník a délka

Jsou-li známy souřadnice bodů P1 ( $y_1, x_1$ ) a P2 ( $y_2, x_2$ ), můžeme z nich vypočítat směrník a délku.

Směrník je orientovaný úhel, udávající směr spojnice dvou bodů, vzhledem souřadnicovým osám. Směrník se obvykle značí řeckým písmenem  $\sigma$  doplněný indexy čísel bodů například  $\sigma_{1,2}$ . Tento zápis nám tedy říká, že se jedná o orientovaný úhel od spojnice bodů 1 a 2 a kladné osy x. V případě, že nebyl směrník vypočítán ze souřadnic, ale z úhlů, značíme ho písmen  $\alpha$  s příslušnými indexy. Směrník nabývá hodnot od 0 do 400 gonů. K jeho výpočtu musíme nejdříve zjistit souřadnicové rozdíly bodů, pro které směrník počítáme.

$$\Delta X_{1,2} = x_2 - x_1$$

$$\Delta Y_{1,2} = y_2 - y_1$$

Směrník se proto vypočte ze vztahu

$$\sigma_{1,2} = \arctg \frac{\Delta Y_{1,2}}{\Delta X_{1,2}}$$

Vhledem k tomu, že se ve vzorců uvažují absolutní hodnoty, je směrník vypočítán v prvním kvadrantu. Pro uvedení do správného kvadrantu musím tento výsledek opravit podle tabulky.

kvadrant	$\Delta y$	$\Delta x$	$\sin \sigma$	$\cos \sigma$	$\sigma$
1: 0 - 100	plus	plus	plus	plus	$\sigma = \varphi$
2: 100 - 200	plus	minus	plus	minus	$\sigma = 200 - \varphi$
3: 200 - 300	minus	minus	minus	minus	$\sigma = 200 + \varphi$
4: 300 - 400	minus	plus	minus	plus	$\sigma = 400 - \varphi$

Obrázek 8. Tabulka oprav směrníků (Ratiborský, 2007)

Délka vypočtená ze souřadnic bude vodorovná, v nulovém horizontu a v křovákově zobrazení. Délky se označují písmeny D nebo S s doplněnými indexy bodů.

Délka se vypočítá podle Pythagorovy věty

$$s_{1,2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Vztah mezi směrníkem a délkou můžeme potom vyjádřit

$$s_{1,2} = \frac{x_2 - x_1}{\cos \sigma_{1,2}} = \frac{y_2 - y_1}{\sin \sigma_{1,2}}$$

(Ratiborský, 2007)

### 7.4.2 Výpočet rajonu

Rajon je základní úloha pro výpočet souřadnic neznámého bodu. Musíme znát souřadnice známého bodu, směrnik a délku z něj na bod neznámý.

$$x_2 = x_1 + s_{1,2} \cos \sigma_{1,2}$$

$$y_2 = y_1 + s_{1,2} \sin \sigma_{1,2}$$

(Hauf, 1982)

### 7.4.3 Redukce délek

Abychom mohly počítat s naměřenými délkami, musíme je nejdříve příslušně upravit. Elektronický dálkoměr obvykle změří šikmou délku, nebo tuto šikmou délku přepočítá na vodorovnou. Vodorovná délka musí být redukována do nulového horizontu. Délka v nulovém horizontu musí být následně redukována do Křovákova zobrazení, abychom s ní mohly počítat v soustavě S-JTSK.

- Fyzikální redukce u elektronických dálkoměrů  
Délky měřené elektronickými dálkoměry je nutno opravit o fyzikální redukce. Podle hodnot teploty, vlhkosti a tlaku se opraví naměřená délka tak, aby výsledek odpovídal standardním podmínkám, při kterých byl dálkoměr kalibrován. Hodnota změny délky se udává v PPM (parts per milion – změna o milimetr na kilometr délky). Tyto redukce se zpravidla určují z nomogramů, nebo jiných pomůcek určených výrobcem přístroje. U mnoha dálkoměrů se tato redukce uvádí přímo do paměti přístroje.
- Redukce na vodorovnou délku  
Každá šikmo měřená délka se musí redukovat na vodorovnou. Podle známých hodnot to můžeme udělat dvěma způsoby.  
Známe-li šikmou délku a výškový rozdíl bodů  $h$ .
$$d = \sqrt{d_s^2 - h^2}$$
  
V případě, že známe výškový úhel  $\beta$  nebo zenitový úhel  $z$ , platí vztah:
$$d = d_s \sin z = d_s \cos \beta$$
- Redukce do nulového horizontu  
Redukci vodorovné délky do nulového horizontu určíme ze vztahu:

$$\Delta d = \frac{dH_m}{R}, \quad s_0 = d - \Delta d$$

Kde  $H_m$  je průměrná výška koncových bodů úsečky a  $R$  je poloměr Země.

- Redukce do zobrazovací roviny S-JTSK

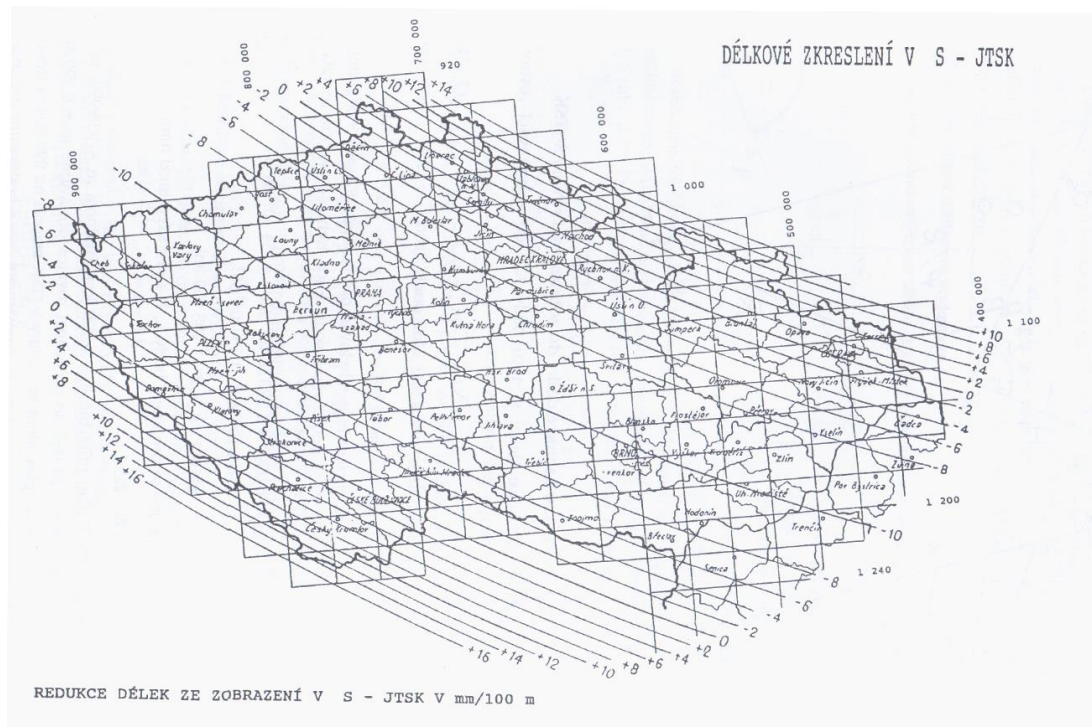
Jelikož je křovákovo zobrazení stejnoúhlé, nezkrsluje úhly. Délky však zkreslené jsou a musí se upravit podle vzorce:

$$s_{jtsk} = \frac{s_0}{6} (m_a + 4m_{ab} + m_b)$$

Pokud je vzdálenost bodů menší než 5 kilometrů, postačí zjednodušený vzorec

$$s_{jtsk} = s_0 * m_{ab}$$

Koeficient  $m$  určuje velikost zkreslení. Můžeme ho určit z obrázku, nebo z výpočetního programu. (Ratiborský, 2007)



Obrázek 9. Délkové zkreslení v S-JTSK (Ratiborský, 2007)

#### 7.4.4 Protínání vpřed z úhlů

Při této úloze máme zadány souřadnice bodů  $P1(y_1, x_1)$  a  $P2(y_2, x_2)$ . Dále známe

úhly  $\omega_1$  a  $\omega_2$  což jsou úhly zaměřené na bodech P1 a P2 mezi hledaným a sousedním známým bodem. Ze souřadnic určíme směrnic z bodu P1 na bod P2 a sčítáním úhlů zjistíme směrnic z obou známých bodů na bod počítaný.

Výpočet neznámého bodu proběhne z obou známých bodů:

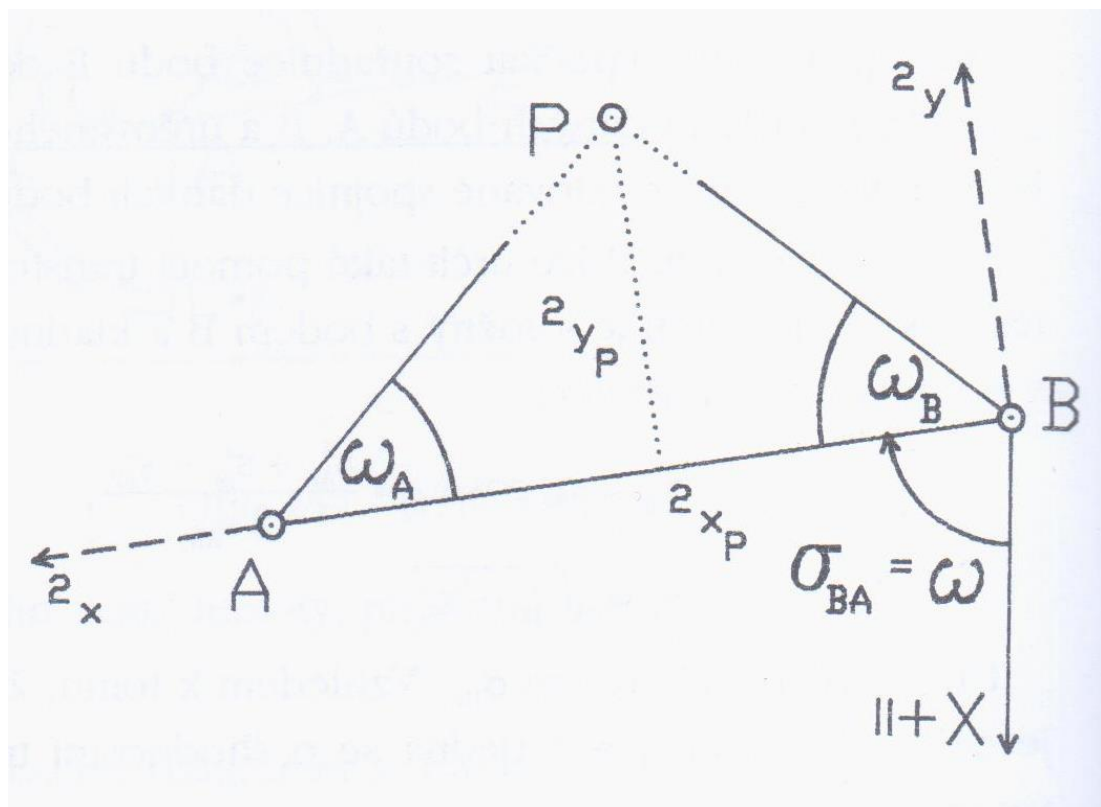
$$x_3 = x_1 + s_{1,3} \cos \alpha_{1,3} = x_2 + s_{2,3} \cos \alpha_{2,3}$$

$$y_3 = y_1 + s_{1,3} \sin \alpha_{1,3} = y_2 + s_{2,3} \sin \alpha_{2,3}$$

Z těchto rovnic plyne to, že souřadnice vypočteme dvakrát, z každého bodu jednou.

Výsledky musí být shodné, nebo rozdílné maximálně o chybu ze zaokrouhlování.

(Hauf, 1982)



Obrázek 10. Protínání z úhlů (Ratiborský, 2007)

#### 7.4.5 Protínání z délek

Protínání z délek je způsob, jak vypočítat souřadnice neznámého bodu, pokud máme možnost změřit jen délky. Známe souřadnice dvou bodů P1( $y_1, x_1$ ) a P2( $y_2, x_2$ ) a délky  $s_{1,3}, s_{2,3}$  z těchto bodů na neznámý bod.

Nejprve vypočítáme ze souřadnic směrnic  $\sigma_{1,2}$  a délku  $s_{1,2}$ .

$$s_{1,2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$\sigma_{1,2} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{1,2}}{\Delta X_{1,2}}$$

Z kosinové věty vypočítáme úhel  $\omega_1$ :

$$\cos \omega_1 = \frac{s_{1,2}^2 + s_{1,3}^2 - s_{2,3}^2}{2s_{1,2}s_{1,3}}$$

Z hodnot  $\sigma_{1,2}$  a  $\omega_1$  vypočítáme směrník

$$\alpha_{1,3} = \sigma_{1,2} - \omega_1$$

Výpočet souřadnic neznámého bodu

$$x_3 = x_1 + s_{1,3} \cos \alpha_{1,3}$$

$$y_3 = y_1 + s_{1,3} \sin \alpha_{1,3}$$

Stejným způsobem můžeme vypočítat souřadnice neznámého bodu z bodu P2.

Hodnoty by měly být shodné, nebo velmi blízké. (Hauf, 1987)

#### 7.4.6 Polygonový pořad připojený a orientovaný na počátečním a koncovém bodě

Jsou zadány pravoúhlé připojovacího a koncového bodu P a K a dále bodů A a B, na které se orientuje. Dále jsou zadány vrcholové úhly  $\omega_i$  a měřené délky stran  $s_{i,i+1}$ .

Nejprve se z připojovacích bodů vypočítají připojovací směrníky  $\sigma_{P,A}$  a  $\sigma_{K,B}$

$$\sigma_{P,A} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{P,A}}{\Delta X_{P,A}}$$

$$\sigma_{K,B} = \operatorname{arctg} \frac{\Delta Y_{K,B}}{\Delta X_{K,B}}$$

Následně sečteme všechny vrcholové úhly

$$\omega = \omega_P + \omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_K$$

Jako další vypočítáme koncový směrník,  $i$  je počet násobků  $2R$

$$\alpha_{K,B} = \sigma_{P,A} + [\omega] - i * 200^g$$

Následuje výpočet úhlového uzávěru

$$O_\omega = \sigma_{K,B} - \alpha_{K,B}$$

Porovnáme úhlový uzávěr  $O_\omega$  s mezní odchylkou  $\Delta_\omega$ . Tato mezní odchylka je závislá na délce pořadu a počtu vrcholů  $n$ .

$$\Delta_{\omega} = 10^{mg} * \sqrt{n} \quad \text{pro hlavní polygonový pořad}$$

$$\Delta_{\omega} = 37,5^{mg} * \sqrt{n+2} \quad \text{pro vedlejší polygonový pořad}$$

Pokud  $O_{\omega} < \Delta_{\omega}$  je vše v pořádku a můžeme spočítat opravu  $\delta_{\omega}$

$$\delta_{\omega} = \frac{O_{\omega}}{n}$$

Dalším krokem je výpočet směrnic stran polygonového pořadu

$$\alpha_{P,1} = \sigma_{P,A} + \omega_P + \delta_{\omega}$$

$$\alpha_{1,2} = \sigma_{P,1} + \omega_1 + \delta_{\omega} - 200^g$$

$$\alpha_{2,3} = \sigma_{1,2} + \omega_2 + \delta_{\omega} - 200^g$$

$$\alpha_{3,K} = \sigma_{2,3} + \omega_3 + \delta_{\omega} - 200^g$$

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

Poté co vypočítáme směrníky stran polygonového pořadu, následuje souřadnicové vyrovnání. Provádíme ho buď úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů, v případě měření stran pásmem nebo elektronickým dálkoměrem, nebo rovnoměrně na všechny souřadnicové rozdíly, v případě měření totální stanicí.

Vypočítáme, zatím nevyrovnané, souřadnicové rozdíly

$$\Delta y'_{P,1} = s_{P,1} * \sin \alpha_{P,1}, \Delta x'_{P,1} = s_{P,1} * \cos \alpha_{P,1}$$

$$\Delta y'_{1,2} = s_{1,2} * \sin \alpha_{1,2}, \Delta x'_{1,2} = s_{1,2} * \cos \alpha_{1,2}$$

$$\Delta y'_{2,3} = s_{2,3} * \sin \alpha_{2,3}, \Delta x'_{2,3} = s_{2,3} * \cos \alpha_{2,3}$$

$$\Delta y'_{3,K} = s_{3,K} * \sin \alpha_{3,K}, \Delta x'_{3,K} = s_{3,K} * \cos \alpha_{3,K}$$

Souřadnicové rozdíly nasčítáme

$$[\Delta y'] = \Delta y'_{P,1} + \Delta y'_{1,2} + \Delta y'_{2,3} + \Delta y'_{3,K}$$

$$[\Delta x'] = \Delta x'_{P,1} + \Delta x'_{1,2} + \Delta x'_{2,3} + \Delta x'_{3,K}$$

Další krokem vypočítáme souřadnicové rozdíly a polohové uzávěry

$$o_y = \Delta y_{P,K} - \Delta y', o_x = \Delta x_{P,K} - \Delta x'$$

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

$o_p$  porovnáme s mezní odchylkou  $\Delta_p$ , s je součet délek stran polygonového pořadu

$$\Delta_p = 0,011 * \sqrt{[s]} + 0,12 \text{ m} \quad \text{pro hlavní polygonový pořad}$$

$$\Delta_p = 0,03 * \sqrt{[s]} + 0,15 \text{ m} \quad \text{pro vedlejší polygonový pořad}$$

Pokud  $o_p < \Delta_p$  spočítáme opravy  $\delta_{\Delta x_{ij}}$  a  $\delta_{\Delta y_{ij}}$  a rozdělení oprav provedeme úměrně absolutním hodnotám souřadnicových rozdílů.

$$\delta_{\Delta y_{ij}} = \frac{o_y}{\Delta y'} * |\Delta y'_{ij}|, \delta_{\Delta x_{ij}} = \frac{o_x}{\Delta x'} * |\Delta x'_{ij}|$$

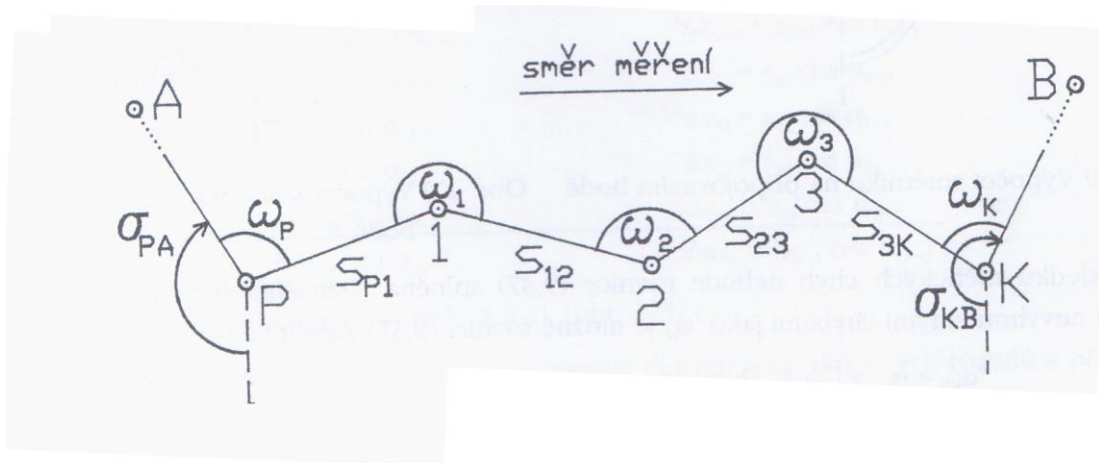
A konečně výpočet souřadnic bodů polygonového pořadu

$$y_1 = y_p + (\Delta y'_{p,1} + \delta_{\Delta y_{p,1}}), x_1 = x_p + (\Delta x'_{p,1} + \delta_{\Delta x_{p,1}})$$

$$y_2 = y_1 + (\Delta y'_{1,2} + \delta_{\Delta y_{1,2}}), x_2 = x_1 + (\Delta x'_{1,2} + \delta_{\Delta x_{1,2}})$$

$$y_3 = y_2 + (\Delta y'_{2,3} + \delta_{\Delta y_{2,3}}), x = x_2 + (\Delta x'_{2,3} + \delta_{\Delta x_{2,3}})$$

(Chamout a Skála, 2003)



Obrázek 11. Oboustranně připojený oboustranně orientovaný polygon  
(Ratiborský, 2007)

#### 7.4.7 Oboustranně připojený a neorientovaný polygonový pořad (vetknutý)

Jsou zadány souřadnice připojovacího a koncového bodu P a K. Dále jsou zadány vrcholové úhly  $\omega_i$  a měřené délky stran  $s_{i,i+1}$ .

Nejprve ze souřadnic vypočítáme směrník  $\delta_{P,K}$  a  $s_{P,K}$ .

Zvolíme pomocnou souřadnicovou soustavu  $X', Y'$  tak, že její počátek umístíme do bodu P a a kladný směr osy  $X'$  bude shodný s první polygonovou stranou.

V takto zadané pomocné souřadnicové soustavě určíme směrníky stran polygonového pořadu.

$$\alpha'_{p,1} = 0^g$$

$$\alpha'_{1,2} = \alpha'_{p,1} + \omega_1 - 200^g$$

$$\alpha'_{2,3} = \alpha'_{1,2} + \omega_2 - 200^g$$

$$\alpha'_{3,K} = \alpha'_{2,3} + \omega_3 - 200^g$$

Dalším krokem je výpočet souřadnicových rozdílů v pomocné soustavě

$$\Delta y'_{P,1} = s_1 \sin \alpha'_{P,1}, \quad \Delta x'_{P,1} = s_1 \cos \alpha'_{P,1}$$

$$\Delta y'_{1,2} = s_2 \sin \alpha'_{1,2}, \quad \Delta x'_{1,2} = s_2 \cos \alpha'_{1,2}$$

$$\Delta y'_{2,3} = s_3 \sin \alpha'_{2,3}, \quad \Delta x'_{2,3} = s_3 \cos \alpha'_{3,K}$$

$$\Delta y'_{3,K} = s_4 \sin \alpha'_{3,K}, \quad \Delta x'_{3,K} = s_4 \cos \alpha'_{3,K}$$

$$[\Delta y'] = y'_K, \quad [\Delta x'] = x'_K$$

Vypočteme délku počátečního a koncového bodu v pomocné soustavě

$$s'_{P,K} = \sqrt{[\Delta y']^2 + [\Delta x']^2}$$

Následuje určení odchylky mezi stranou  $s_{P,K}$  a  $s'_{P,K}$  a následné porovnání z mezní odchylkou  $\Delta_s$

$$O_s = s_{P,K} - s'_{P,K}$$

$$\Delta_s = 0,01 * \sqrt{[s]} + 0,04 \text{ m}$$

Pokud je splněna podmínka, že  $O_s < \Delta_s$  můžeme vypočítat úhel stočení  $\delta$

$$\delta = \sigma_{P,K} - \alpha'_{P,K} \quad \text{tg } \alpha'_{P,K} = \frac{[\Delta y']}{[\Delta x']}$$

Za pomocí úhlu stočení a směrniců v pomocné soustavě získáme směrníky v S-JTSK

$$\alpha_{P,1} = \alpha'_{P,1} + \delta$$

$$\alpha_{1,2} = \alpha'_{1,2} + \delta$$

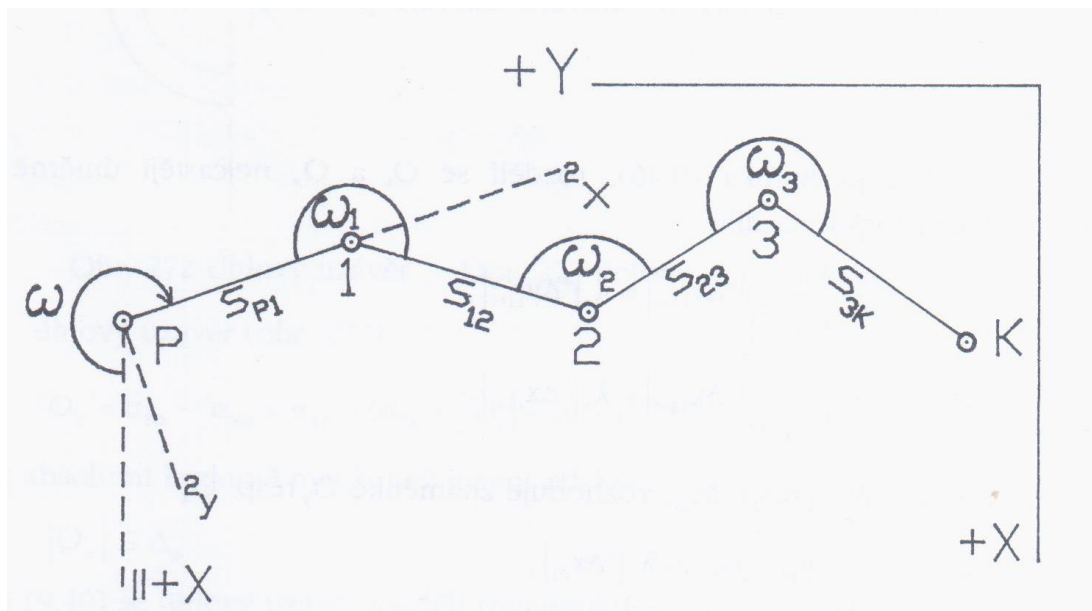
$$\alpha_{2,3} = \alpha'_{2,3} + \delta$$

$$\alpha_{3,K} = \alpha'_{3,K} + \delta$$

S opravenými směrníky vypočítáme  $\Delta y$  a  $\Delta x$  v S-JTSK, provedeme souřadnicové vyrovnání stejně jako u oboustranně připojeného a orientovaného polygonového pořadu a vypočítáme souřadnice bodů 1,2 a 3.

(Chamout a Skála, 2003)





Obrázek 12. Vetknutý polygon (Ratiborský, 2007)

### 7.4.8 Trigonometrické určení výšek

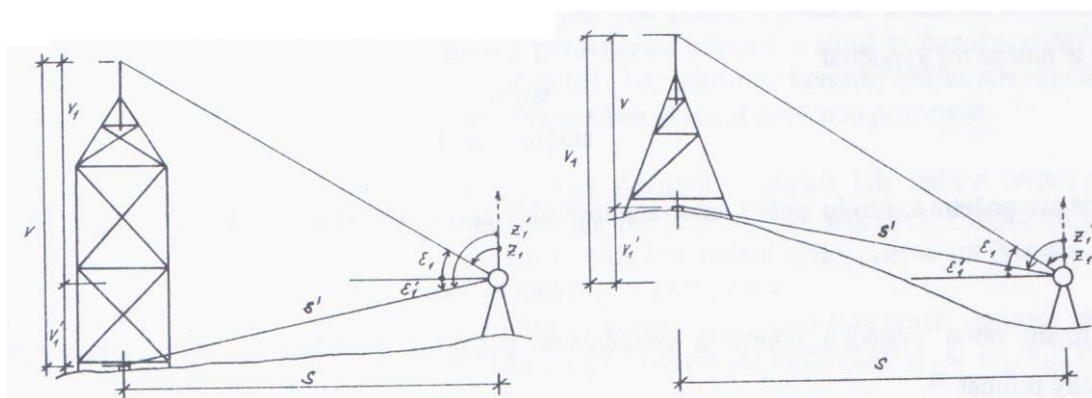
Trigonometrické určení výšek je metoda výpočtu výšky z pravoúhlého nebo obecného trojúhelníku.

Znamé veličiny jsou nadmořská výška bodu A,  $V_a$ , dále vodorovná délka S mezi bodem A a B, zenitový a výškový úhel, zaměřený z bodu A na bod B, a výšky přístroje a odrazného hranolu  $V_s$  a  $V_c$ .

Určení nadmořské výšky bodu B je potom dáno vzorcem

$$V_b = V_a + V_s + h - V_c, \quad h = S * \operatorname{tg} \alpha = S * \operatorname{cotg} z$$

(Hauf, 1987)



Obrázek 13. Trigonometrické určení výšek (Blažek a Skořepa, 1997)

## **8. Metodika měření**

### **8.1 Rekognoskace**

Před každým měřením je nutné místo, kde bude měření probíhat zrekognoskovat. Jedná se vlastně o prozkoumání podmínek, se kterými musíme na místě počítat. Vhodné je pořizovat fotodokumentaci pro pozdější využití. Ze serveru ČUZK je možno získat geodetické údaje o bodech, které se v okolí nachází i s mapou, která usnadní orientaci. Podle geodetických údajů se vyhledají body a zhodnotí se, zda jsou k měření použitelné (nejsou na první pohled poškozené). Během rekognoskace se také určí nejvhodnější metoda měření tak, aby co nejlépe vyhovovala terénním podmínkám.

### **8.2 Popis zájmového území**

Zájmové území se nachází v Plzeňském kraji, okres Tachov. Jedná se o nevyužívaný rybník v údolí Meziveského potoku, 1,5 km vzdušnou čarou od obce Hostičkov. Lokalita je na okraji přírodního parku Kosí potok. K přístupu na místo není zapotřebí získávat zvláštní povolení, je veřejně přístupné.

### **8.3 Metody měření**

Měřické práce proběhly v říjnu a listopadu 2014. Terénní práce provedl autor sám za asistence Kateřiny Čejkové a Ing. Jiřího Louly.

Polohové připojení nově stabilizovaných bodů bylo provedeno několika metodami. Tři nově stabilizované body v okolí nádrže byly zaměřeny pomocí satelitního měření. Jeden z těchto bodů byl stabilizován ve větší vzdálenosti od místa měření, takže nebyl použit při podrobném měření. V protokolech o výpočtu se objevila drobná chyba, byla zaměněna čísla bodů 4003 a 4004, do výpočtů však vstupovali správné souřadnice.

Dva z nově stabilizovaných bodů byli zaměřeny metodou polygonových pořadů. První z nich byl přímo jedním z bodů polygonového pořadu, druhý byl spočítaný protínáním ze dvou blízkých bodů polygonu. K měření polygonových pořadů byla použita trojpodstavcová soustava.

Měření polohopisu bylo provedeno pomocí polární metody z několika stanovisek.

Celkem bylo zaměřeno přes 260 podrobných bodů a výše uvedenými metodami bylo stabilizováno 5 bodů. K těmto bodům byli vyhotoveny geodetické údaje. Ke stabilizaci byly použity mezníky s plastovou hlavou.

## **8.4 Přístroje a pomůcky**

- Přístroje  
Totální stanice Topcon GTS-105N, Trimble NetR5 GNSS
- Pomůcky  
Stativy, odrazné hranoly, teleskopická výtyčka, digitální fotoaparát, mezníky s plastovou hlavou, metr, zápisníky,

## **8.5 Výpočty**

Výpočtu polygonových pořadů a podrobného měření byly provedeny v softwaru Kokeš firmy GEPRO. Výkresy byly vyhotoveny v programu AutoCAD 2015.

## **9. Diskuze**

Nově stabilizované body byli připojeni pomocí dvou metod. Metoda polygonových pořadů je přesná a poskytuje řadu kontrol. Vzhledem k délce polygonového pořadu bylo měření poměrně náročné, jak na fyzický výkon měřiče, tak časově. Metoda satelitního měření byla výrazně snazší a také rychlejší. Nevýhodou však je, že se zájmové nachází v údolí, nedala se tato metoda použít všude, kvůli chybějícímu radiovému signálu. Výškově byli body připojeni trigonometrickou metodou. V rámci měření této práce je trigonometrická metoda svou přesností dostačující. Pokud by byla vyžadována větší přesnost měřených nadmořských výšek, bylo by vhodnější nivelovat. Nivelace by však trvala déle a byly by nutné pomůcky navíc.

Podrobné měření bylo provedeno polární metodou. Jako měřický přístroj byla použita totální stanice, která registruje vodorovné vzdálenosti, délky a zenitové úhly na každý zaměřený bod. Tato metoda je rychlá, celkem nenáročná na pomůcky a

dobře vyhovuje nárokům na přesnost měření. Můj názor je, že se jedná o nejvhodnější metodu pro měření polohopisu. Další možností by bylo měřit pomocí GNSS metody. Pro práci bychom potřebovali dražší vybavení a vzhledem k umístění lokality, jak již bylo uvedeno výše, by nebyla jistota, že na každém podrobném bodu dokážeme přijímat signál. Ortogonální metoda by byla vzhledem k členitosti terénu velice nevhodná.

Výpočty byli provedeny ve výpočetním softwaru, který pracuje na principu vzorců popsaných v kapitole Geodetické výpočty.

K práci jsou přiložené zápisníky měření, pořízené v terénu, polní náčrt situace, geodetické údaje připojovacích bodů i bodů nově stabilizovaných.

## 10. Závěr

V rámci práce byl zaměřen polohopis a výškopis neudržované malé vodní nádrže a jejího blízkého okolí. Seznam stabilizovaných bodů, podrobných bodů, protokoly o výpočtech i materiály z polního měření jsou připojeny v přílohách. Taktéž je v přílohách připojen vypracovaný polohopisný plán. Je možné, že část práce, bude použita k budoucí revitalizaci nádrže, o které současný majitel uvažuje. Nově stabilizované body jsou na místě k dispozici k dalším měřením.

## 11. Seznam Literatury

BLAŽEK, Radim a Zdeněk SKOŘEPA. Geodézie 30: výškopis. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1997, 93 s. ISBN 80-01-01598-x.

ČÁBELKA, Miroslav, Úvod do GPS [online]. Praha. CITT Praha Akademie kosmických technologií oblast Galileo, GMES. 2008 [cit. 15.3.2015] Dostupné z <https://www.natur.cuni.cz/geografie/geoinformatika-kartografie/ke-stazeni/vyuka/gps/skriptum-uvod-do-gps/>

ČUZK, Návod na obnovu katastrálního operátu a převod ve znění dodatků č. 1,2 a 3 [online]. Praha. Český úřad zeměměřický a katastrální. 2013 [cit. 8.4.2015] Dostupné z [http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod-pro-OKOP\\_ve-zneni-dod-c-1-2c2-2c3-%281%29.aspx](http://www.cuzk.cz/Predpisy/Resortni-predpisy-a-opatreni/Navody-CUZK/Navod-pro-OKOP_ve-zneni-dod-c-1-2c2-2c3-%281%29.aspx)

HAUF, Miroslav a kol. Geodézie. SNTL – Nakladatelství technické literatury 1982

CHAMOUT, L. -- SKÁLA, P. Geodezie. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2003. ISBN 80-213-1049-9.

KAVANAGH, Barry F a S BIRD. Surveying: principles and applications. 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000, xiv, 722 p. ISBN 0130227331.

POKORA, Matěj. Geodézie pro stavební fakulty. 1. vyd. Praha: Geodetický a kartografický podnik Praha, 1984, 432 s.

RATIBORSKÝ, Jan. Geodézie 10. 2. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 234 s. ISBN 978-80-01-03332-6.

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

SCHENK, Jan. , Geodetické sítě bodová pole [online]. Ostrava. Vysoká škola báňská. 2004 [cit. 15.3.2015] Dostupné z <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/geosite.pdf>

STREIBL, Jiří. Geodézie (polohopis). Editační středisko ČVUT, 1987

TORGE, Wolfgang. Geodesy. 3rd completely rev. and extended ed. Berlin: Walter de Gruyter, 2001, ix, 416 s. ISBN 3-11-017072-8.

VITÁSEK, Josef. Geodézie I: Měření směrů a úhlů. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 87 s. ISBN 80-214-1152-x.

Předpis č.31/1995 sb. Provedení zákona o zeměměřictví

Příloha číslo 1  
Geodetické údaje

### GEODETICKÉ ÚDAJE trigonometrického bodu

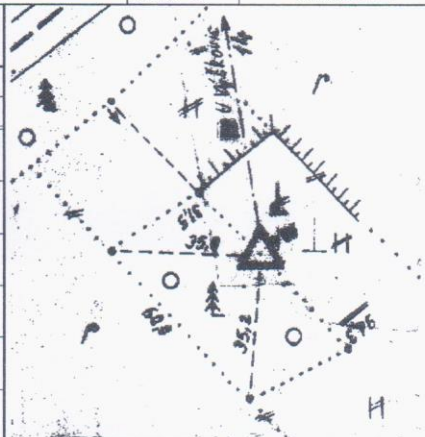
Kraj: Plzeňský kraj  
Okres: Tachov  
Obec: Chodová Planá

List č.: 1/1  
Stav k: 1986

Vytvořeno pro web 21.08.2014

TL	1110
ZM-50	11-41
SMO-5	060244



Číslo a název bodu		32	Králičí vrch		
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška	
				Bpv	vztahuje se na
32	TB	860024.03	1048100.49	608.01	hranol



Orientace na body (ve stupních)					
Číslo		Jižník	Délka strany	Číslo	
14	/1105/	183 53 38.2	3979.236		

Místopisný popis: Bod je na severovýchodním okraji malého lesa na svahové kupě hřbetu táhnoucího se jižně od Hostičkova. Je vzdálen 2.7 km jjv. od kostela v Boněnově a 1.6 km jjz. od Hostičkova.

Bod	32					
Stab. údaje	0,00	žula 20.20.84	0,00	0,00	0,00	
	.96	žula 30.30.13				
	1,15	šamot 10.10.01				
Označ. povrch. značky na bok:	1948 j.					
Ochranný znak: (druh, rok)	OT-1986					
Kat. území: Parc.čís. Druh poz.:	Hostičkov 947/4					

Druh a výška signal. stavby nebo nárys trvalého cíle:     Signalizace z roku:			Poznámky:
---	--	--	-----------



### GEODETICKÉ ÚDAJE zhušťovacího bodu

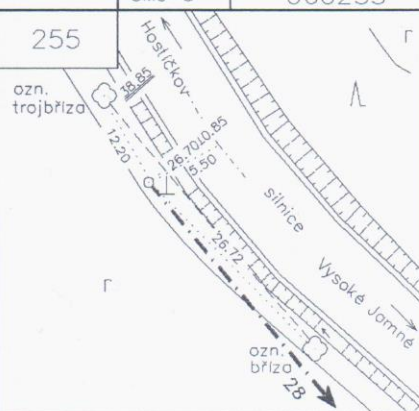
Kraj: Plzeňský kraj  
Okres: Tachov  
Obec: Chodová Planá

List č.: 1/1  
Stav k: 2001

Vytvořeno pro web 21.08.2014

TL	1105
ZM-50	11-41
SMO-5	060233

Číslo a název bodu		255	Za vrchem			255
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
255	ZHB	858464.74	1047332.05	627.44	hranol	
ETRS-89	B	L	Helips	STATIC		
255	49 53 46.8617	12 50 04.3681	674.40			
Orientace na body (v grádech) :						
Bod číslo :	Jižník	Délka strany	Bod číslo :	Jižník	Délka strany	
28	356.02066	1100.594				



Bod určen : metodou GPS

Místopisný popis : Bod je u silnice Vysoké Jamné – Hostičkov, 1.2 km JV od středu obce Hostičkov.

Bod určen : 255 - GPS,

Bod	255					
Stab. údaje	0.00	žula 16x16x71	0.00		0.00	0.00
	.99	žula 20x20x10				
Ochranný znak: (druh,rok)	OT-1998					
Kat.území Parc.čís.	Hostičkov 1382					

Bod	255				
Organizace, rok	Zřízení	1998 KÚ Plzeň			
	Určení YX	2001			
	Určení výšky	2001			
	[Pře]Stabilizace	1998			
Rok	Údržba	2001			
	Obnova				

Poznámka :

# GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Kat.území:

Obec:

Str.:

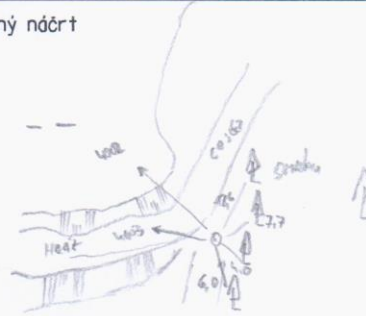
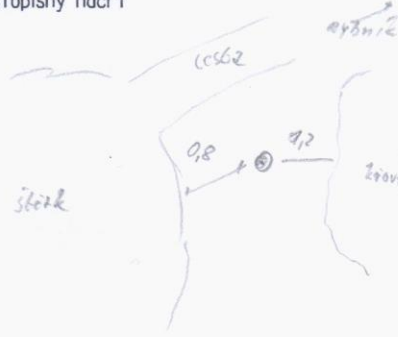
Bod <b>4001</b>	Y	859501,78	Nadm. výška (Bpv)	SM0-5
	X	1047976,70	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace				
Mezník s plastovou hlavou. Rozhraní louky a lesa, blíže lesu za el. obrádkem. Asi 1,5 km jižně od obce Hostřicov				
Určení bodu: <i>protínání z bodů vektového polygonu</i>				
Bod zřídil, rok: <i>Jakub Štěpán září 2014</i>		Poznámky		
Vyhotovil: <i>Jakub Štěpán</i>				
Bod <b>4002</b>	Y	859369,02	Nadm. výška (Bpv) <b>556,77</b>	SM0-5
	X	1048174,29	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod		<i>4004 směrník 331,9469</i>		
Popis, způsob stabilizace				
Mezník s plastovou hlavou. Severozápadní svah, nad rybníkem. Asi 1,6 km jižně od obce Hostřicov				
Určení bodu: <i>bod vektového polygonu</i>				
Bod zřídil, rok: <i>Jakub Štěpán září 2014</i>		Poznámky		
Vyhotovil: <i>Jakub Štěpán</i>				
Bod <b>4003</b>	Y	859358,31	Nadm. výška (Bpv) <b>551,23</b>	SM0-5
	X	1048204,58	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod		<i>4002 178,367898 4004 308,01808</i>		
Popis, způsob stabilizace				
Mezník s plastovou hlavou. Západní strana hráze rybníku, blíže návodní straně. Asi 1,6 km jižně od obce Hostřicov				
Určení bodu: <i>Změřen GPS</i>				
Bod zřídil, rok: <i>Jakub Štěpán září 2014</i>		Poznámky		
Vyhotovil: <i>Jakub Štěpán</i>				

# GEODETICKÉ ÚDAJE O PBPP

Kat.území:

Obec:

Str.:

Bod <i>4004</i>	Y	<i>859300,48</i>	Nadm. výška (Bpv) <i>557,67</i>	SMO-5
	X	<i>1048211,90</i>	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod		<i>4002 131,61158 4004 108,02800</i>		
Popis, způsob stabilizace <i>Mezník s plastovou hlavou. Východní strana hráz rybníka blíže k lesu. Asi 16 km jižně od obce Hostčikov</i>				
Určení bodu: <i>Zaměřen GPS</i>				
Bod zřídil, rok: <i>Jakub Štěpán zřít 2014</i>		Poznámky		
Vyhotořil: <i>Jakub Štěpán</i>				
Bod <i>4005</i>	Y	<i>859426,57</i>	Nadm. výška (Bpv) <i>546,36</i>	SMO-5
	X	<i>1048225,804</i>	Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace <i>Mezník s plastovou hlavou. Západně od rybníka, asi 20 m, na východním okraji točny zemědělské kábrny. 16 km jižně od obce Hostčikov</i>				
Určení bodu: <i>Zaměřen GPS</i>				
Bod zřídil, rok: <i>Jakub Štěpán zřít 2014</i>		Poznámky		
Vyhotořil: <i>Jakub Štěpán</i>				
Bod	Y		Nadm. výška (Bpv)	SMO-5
	X		Nárys nebo detail	Místopisný náčrt
Orientace na bod				
Popis, způsob stabilizace				
Určení bodu:				
Bod zřídil, rok:		Poznámky		
Vyhotořil:				

Příloha číslo 2  
Zápisníky měřených polygonových  
pořadů

# Zápisník měřených úhlů a vzdáleností

Str.:

Číslo		Řada	Vodorovné úhly				Výsledná vzdálenost		Svislé úhly			Opticky - přímé měřené vzdálenosti			Redukce	Vodorovná vzdálenost		Σ 0	Poznámka	
stanoviště	cílového bodu		průměr		redukovaný průměr		s		průměr	SD			zbytek			s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>		výška cíle	přímění
			m		cm		m			m		cm	m	cm						
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	(8)	(9)	(10)	(11)						
1	255	I	266	50	66	266	50	71	99	88	44			169	874		168	874	107,5	
		II	66	50	76				300	11	86			168	874		168	874		
2	2	I	<del>41</del>	<del>75</del>	<del>50</del>	<del>41</del>	<del>75</del>	<del>50</del>	<del>103</del>	<del>88</del>	<del>21</del>			<del>208</del>	<del>52</del>		<del>208</del>	<del>191</del>		
		II	<del>24</del>	<del>76</del>	<del>16</del>				<del>296</del>	<del>11</del>	<del>60</del>			<del>208</del>	<del>52</del>		<del>208</del>	<del>191</del>		
2	2	I	41	76	06	41	76	11	105	89	04			208	52		208	191		
		II	241	76	16				296	11	60			208	52		208	191		
2	1	I	275	87	50	275	87	41	96	10	44			208	52		208	192		
		II	75	87	32				303	89	64			208	52		208	192		
3	3	I	141	45	78	141	46	05	102	95	02			181	948		180	950		
		II	341	46	32				297	04	30			181	948		180	948		
3	2	I	324	32	92	324	33	14	97	02	48			181	948		180	950		
		II	124	33	34				302	97	30			181	948		180	949		
4	4	I	73	19	68	73	19	84	100	46	20			215	752		215	752		
		II	273	20	00				299	53	64			215	752		215	751		
4	3	I	27	14	18	27	14	06	99	52	56			215	754		215	754		
		II	227	13	94				300	47	24			215	754		215	753		
5	5	I	207	35	24	207	35	38	96	86	44			230	657		229	777		
		II	7	35	52				303	13	84			230	657		229	778		
5	4	I	235	00	44	235	00	90	103	72	80			230	657		229	780		
		II	35	00	96				296	82	80			230	657		229	782		
6	6	I	53	64	63	53	64	63	96	16	70			103	323		103	135		
		II	253	64	68				303	83	22			103	323		103	133		
6	5	I	235	45	24	234	45	43	102	81	82			103	323		103	135		
		II	35	45	62				296	18	16			103	323		103	133		
7	7	I	8	08	92	8	08	92	103	92	60			150	272		149	987		
		II	208	09	12				296	08	46			150	272		149	986		
7	6	I	157	09	60	157	09	34	96	07	48			150	272		149	989		
		II	357	09	18				303	93	10			150	272		149	987		
7	8	I	362	34	50	362	34	67	104	45	38			115	939		115	676		
		II	162	34	84				295	53	72			115	939		115	676		

$11,963 = x$   
 $13,368 = y$   
 $25,332 = z$   
 $-0,037$   
 $x + y = z$   
 $11,963 + 13,368 = 25,331$   
 $25,332 - 25,331 = 0,001$   
 $c = z - x - y$   
 $c = 25,332 - 11,963 - 13,368 = 0,001$   
 $c = -37$

# Zápisník měřených úhlů a vzdáleností

Str.:

Číslo stanoviště	Číslo cílového bodu	Řada	Vodorovné úhly				Výsledná vzdálenost		Svislé úhly			Opticky - přímo měřené vzdálenosti			Redukce	Vodorovná vzdálenost		Σ0	Poznámka				
			průměr		redukovaný průměr		s		průměr	zbytek		průměr	s <sub>1</sub>			s <sub>2</sub>	výška cíle		půlení				
			m	cm	m	cm	m	cm		m	cm		m	cm						m	cm	cm	
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)		(6)		(7)			(8)		(9)		(10)		(11)	(12)		(13)	(14)	
7	4001	I	284	40	68	284	40	42	110	09	24		120	26			118	967		143,00			
		II	89	40	16					289	41	43		120	27			118					966
7	4001	I	110	38	00	110	37	92	89	29	26		120	28			118	967					
		II	310	37	84					510	10	34		120	28			118					968
8		I	50	61	86	50	61	92	94	08	60		135	29			134	854					
		II	250	61	98					305	14	30		135	29			134					852
8	7	I	59	24	86	59	24	93	95	52	52		115	162			115	676					
		II	259	25	06					304	57	98		115	162			115					676
4001		I	121	55	40	121	55	28	105	12	30		135	210			134	853		143,00			
		II	321	55	46					204	82	52		135	210			134					853
8		I	111	16	61				109	65	12		113	217			113	217					
		II	94	56	80					103	64	10		113	215			113					214
9		I	291	94	64	291	94	71	101	42	60		234	353			234	296					
		II	91	94	78					298	57	14		234	353			234					295
9	8	I	140	05	22	140	05	40	98	55	81		234	353			234	296					
		II	340	05	58					304	53	68		234	353			234					293
32		I	350	45	18	350	45	25	97	58	26		242	117			241	941		143,5			
		II	150	45	32					302	43	16		242	118			241					941
		I																					
		II																					
		I																					
		II																					
		I																					
		II																					
		I																					
		II																					

# Zápisník měřených úhlů a vzdáleností

Str.:

Číslo		Řada	Vodorovné úhly						Výsledná vzdálenost		Svislé úhly			Opticky - přímo měřené vzdálenosti				Vodorovná vzdálenost		Σ0	Poznámka	
stanoviska	cílového bodu		průměr			redukovaný průměr			s	m	cm	průměr	zbytek		Redukce	s <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	výška cíle	přítlení			
			m		cm		m						cm									
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)					(7)	(8)							(9)	(10)
1	4001	I	17	12	16	17	12	39								60	890					
		II	217	12	62											60	888					
	2	I	257	78	37	257	78	73								71	458					
		II	57	79	09											71	459					
2	1	I	82	19	57	82	19	69								71	458					
		II	282	19	81											71	457					
	3	I	335	30	04	335	30	24								76	155					
		II	135	30	47											76	156					
3	2	I	33	86	18	33	86	58								76	155					
		II	233	86	98											76	154					
	4002	I	225	36	84	225	37	12								74	161					
		II	25	37	40											74	163					
4002	3	I	21	21	15	21	21	50								74	163					
		II	221	21	85											74	165					
	4003	I	211	04	91	211	05	08								32	133					
		II	111	05	25											32	133					
		I																				
		II																				
		I																				
		II																				
		I																				
		II																				
		I																				
		II																				

Příloha číslo 3  
Protokoly o výpočtu stanovisek



\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

polygonový pořad

Korekce měřených směrů

indexová chyba: neuvažuje se

kolimační chyba: neuvažuje se

Korekce měřených délek

lineární člen: neuvažuje se

absolutní člen: neuvažuje se

vliv refrakce na délky: neuvažuje se

vliv nadmořské výšky na délky: neuvažuje se

vliv zobrazení na délky: neuvažuje se

### POLYGONOVÝ POŘAD VETKNUTÝ

číslo bodu	oprava úhel	směrník	dy v.délka	dx Y	X
1.255			858464.74	1047332.05	
	0.00000	168.87			
1.1	175.25400		858624.70	1047386.15	
	375.25400	208.16			
1.2	265.59050		858781.88	1047522.60	
	40.84450	180.92			
1.3	148.86700		858953.87	1047466.47	
	389.71150	215.72			
1.4	180.21320		859144.42	1047567.56	
	369.92470	229.74			
1.5	218.63930		859304.71	1047732.13	
	388.56400	103.12			
1.6	173.63490		859394.91	1047782.09	
	362.19890	149.96			
1.7	205.25280		859485.76	1047901.39	
	367.45170	115.66			
1.8	232.69780		859563.18	1047987.31	
	0.14950	234.26			
1.9	210.39850		859785.25	1048061.84	
	10.54800	241.90			
1.32			860024.03	1048100.49	

dosažené přesnosti:

=====

polygon spočten přibližně

rozdělení souřadnicový uzávěrů - úměrně délkám stran

rozdíl délek počátečního a koncového bodu=-0.10, mezní=0.51

transformační koeficienty: k1=0.320385, k2=0.947229

geometrické parametry pořadu:

=====

minimální délka strany=103.12 m

maximální délka strany=241.90 m  
 maximální poměr sousedních stran=2.23  
 maximální poměr všech stran=2.35  
 maximální vybočení=0.06  
 maximální odklon od spojnice počátečního a koncového bodu=18.9340g  
 celkový počet vrcholů=11  
 celkový součet délek v pořadu=1848.30

vypočtené body				
číslo bodu	Y	X	Z	KK
1.1	858624.70	1047386.15		
1.2	858781.88	1047522.60		
1.3	858953.87	1047466.47		
1.4	859144.42	1047567.56		
1.5	859304.71	1047732.13		
1.6	859394.91	1047782.09		
1.7	859485.76	1047901.39		
1.8	859563.18	1047987.31		
1.9	859785.25	1048061.84		

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

protínání z délek - stanoviska

číslo bodu	Y	X	Z	KK
1.8	859563.18	1047987.31		
1.7	859485.76	1047901.39		

vypočtené body				
číslo bodu	délka1	délka2	orientace	
	Y	X	Z	KK
4001	62.30	77.00	1	
	859501.78	1047976.70		

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

polygonový pořad

Korekce měřených směrů

indexová chyba: neuvažuje se

kolimační chyba: neuvažuje se

Korekce měřených délek

lineární člen: neuvažuje se

absolutní člen: neuvažuje se

vliv refrakce na délky: neuvažuje se

vliv nadmořské výšky na délky: ano  
 vliv zobrazení na délky: ano

POLYGONOVÝ POŘAD VETKNUTÝ

číslo bodu	oprava úhel	směrník	dy v.délka	dx Y	X
4001			859501.78	1047976.70	
	0.00000	60.87			
2.1	240.66340		859440.98	1047979.81	
	40.66340	71.44			
2.2	253.10550		859385.87	1048025.28	
	93.76890	76.13			
2.3	191.50540		859382.31	1048101.34	
	85.27430	74.14			
4002	189.83580		859369.02	1048174.29	
	75.11010	32.12			
4003			859358.31	1048204.58	

dosažené přesnosti:

=====

polygon spočten přibližně  
 rozdělení souřadnicový uzávěrů - úměrně délkám stran  
 rozdíl délek počátečního a koncového bodu=0.04, mezní=0.21  
 transformační koeficienty: k1=0.051091, k2=-0.998839

geometrické parametry pořadu:

=====

minimální délka strany=32.12 m  
 maximální délka strany=76.13 m  
 maximální poměr sousedních stran=2.31  
 maximální poměr všech stran=2.37  
 maximální vybočení=0.27  
 maximální odklon od spojnice počátečního a koncového bodu=60.9755g  
 celkový počet vrcholů=6  
 celkový součet délek v pořadu=314.70

vypočtené body číslo bodu	Y	X	Z	KK
2.1	859440.98	1047979.81		
2.2	859385.87	1048025.28		
2.3	859382.31	1048101.34		
4002	859369.02	1048174.29		

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

polární metoda

Korekce měřených směrů

indexová chyba: neuvažuje se

kolimační chyba: neuvažuje se

Korekce měřených délek

lineární člen: neuvažuje se

absolutní člen: neuvažuje se

vliv refrakce na délky: neuvažuje se

vliv nadmořské výšky na délky: ano

vliv zobrazení na délky: ano

Korekce výšek a převýšení

vliv refrakce na výšky: ano

=====  
=====  
stanovisko 4003, Y=859358.31 X=1048204.58 Z=551.23, výška stroje=1.46  
=====

orientace	td	m.délka	měř.směr	vert.úhel	Y	X	Z
-----			[gra]	--- [gra]	-----		
4004	0	58.33	57.2384	99.5314	859300.48	1048211.90	551.67

výpočet pevného stanoviska:

bod	směrník	délka XY	Z vyp.	or.pos.	ds	dz
-----	[gra]	-----	-----	[gra]	-----	-----
4004	308.0180	58.30	551.67	250.7796	-0.03	0.00

výsledný orientační posun = 250.7796g; orientace bez kontroly  
-----

výpočet podrobných bodů

-----  
podrobných bodů spočteno: 148

=====  
=====  
stanovisko 130, Y=859374.34 X=1048204.86 Z=550.83, výška stroje=1.44  
=====

orientace	td	m.délka	měř.směr	vert.úhel	Y	X	Z
-----			[gra]	--- [gra]	-----		
4003	0	16.03	235.3914	98.3406	859358.31	1048204.58	551.23

4004 0 74.22 242.5130 99.2532 859300.48 1048211.90 551.67

-----  
výpočet pevného stanoviska:

-----  
bod směrnik délka XY Z vyp. or.pos. ds dz  
----- [gra] ----- [gra] -----  
4003 298.8954 16.02 551.24 63.5040 -0.00 0.01  
4004 306.0541 74.19 551.70 63.5411 -0.01 0.03  
-----

výsledný orientační posun = 63.5225g; střední chyba or. pos. = 0.0186g  
max. rozdíl or. pos. = 0.0371g; mez. rozdíl min. a max. or. pos. = 0.0800g [3]  
-----

výpočet podrobných bodů

-----  
podrobných bodů spočteno: 19

=====  
stanovisko 138, Y=859344.91 X=1048210.86 Z=551.50, výška stroje=1.33  
=====

orientace td m.délka měř.směr vert.úhel Y X Z  
----- [gra] --- [gra] -----  
4003 0 14.80 128.5502 100.6524 859358.31 1048204.58 551.23  
4004 0 44.51 302.0934 99.5846 859300.48 1048211.90 551.67  
-----

výpočet pevného stanoviska:

-----  
bod směrnik délka XY Z vyp. or.pos. ds dz  
----- [gra] ----- [gra] -----  
4003 127.8994 14.80 551.24 399.3492 0.00 0.01  
4004 301.4945 44.45 551.68 399.4011 -0.06 0.01  
-----

výsledný orientační posun = 399.3751g; střední chyba or. pos. = 0.0260g  
max. rozdíl or. pos. = 0.0519g; mez. rozdíl min. a max. or. pos. = 0.0800g [3]  
-----

výpočet podrobných bodů

-----  
podrobných bodů spočteno: 14

=====  
stanovisko 4004, Y=859300.48 X=1048211.90 Z=551.67, výška stroje=1.49  
=====

orientace td m.délka měř.směr vert.úhel Y X Z

----- [gra] --- [gra] -----  
4003        0  58.35 16.1110 100.5362 859358.31 1048204.58 551.23

-----  
výpočet pevného stanoviska:

-----  
bod            směrník délka XY    Z vyp.   or.pos.    ds        dz  
----- [gra] ----- [gra] -----  
4003            108.0180    58.30    551.22 91.9070   -0.05    -0.01

-----  
výsledný orientační posun = 91.9070g; orientace bez kontroly  
-----

výpočet podrobných bodů

-----  
podrobných bodů spočteno: 30

=====  
stanovisko 4002, Y=859369.02 X=1048174.29 Z=556.77, výška stroje=1.54  
=====

orientace    td m.délka měř.směr    vert.úhel    Y        X        Z  
----- [gra] --- [gra] -----  
4004        0  78.34 390.0744 104.2268 859300.48 1048211.90 551.67

-----  
výpočet pevného stanoviska:

-----  
bod            směrník délka XY    Z vyp.   or.pos.    ds        dz  
----- [gra] ----- [gra] -----  
4004            331.9469    78.18    551.66 341.8725   -0.15    -0.01

-----  
výsledný orientační posun = 341.8725g; orientace bez kontroly  
-----

výpočet podrobných bodů

-----  
podrobných bodů spočteno: 44

=====  
celkem podrobných bodů: 255

## Výsledky - Základna V024 - 4004.1

### Informace o projektu

Název projektu: Stepan (2)  
 Vytvořeno dne: 02/17/2015 23:12:11  
 Čas. pásmo: 1h 00'  
 Název souřadnicového systému: Stepan  
 Výpočetní software: LEICA Geo Office 7.0  
 Kernel výpočtu: PSI-Pro 2.0  
 Vypočteno: 02/18/2015 00:11:38

### Informace o bodu

	<b>Reference: V024</b>	<b>Rover: 4004.1</b>
Typ přijímače / S/N:	TRIMBLENETR5 / 4914K61588	R8Model2 / 4609110659
Typ antény / S/N:	TRM55971.00 NONE / 00000000	TRM60158.00 / -
Výška antény:	0.0000 m	1.8500 m
Výchozí souřadnice:		
Y(E):	859301.9563 m	859358.1316 m
X(N):	1048226.6760 m	1048204.5180 m
Orto. výš.:	453.5676 m	546.6734 m

### Parametry výpočtu

Parametry	Vybrané	Použito	Poznámka
Výšková maska:	15°	15°	
Typ efemerid (GPS):	Vysílané	Vysílané	
Typ efemerid (GLONASS):	Vysílané	Vysílané	
Typ řešení:	Automaticky	Fáze: vše fix	
GNSS Typ:	Automaticky	Automaticky	
Frekvence:	Automaticky	Automaticky	
Fixovat ambiguity až do:	80 km	80 km	
Min. doba trvání pro plovoucí řešení (static):	5' 00"	5' 00"	
Interval ukládání:	Použít vše	15	
Troposferický model:	Hopfield	Hopfield	
Ionosferický model:	Automaticky	Vypočteno	
Použít stochastický model:	Ano	Ano	
Min. délka:	8 km	8 km	
Aktivita ionosféry:	Automaticky	Automaticky	

### Výběr satelitů

Ručně vyřazené GPS satelity (PRNs): Žádné  
 Ručně vyřazené GLONASS satelity (Slot Id): Žádné

### Okna satelitů (Vypustit):

Satelit	Z	Do	Trvání
---------	---	----	--------

R23	11/13/2014 15:46:00	11/13/2014 15:46:15	15"
	11/13/2014 15:48:30	11/13/2014 15:48:45	15"

---

**Statistika observace**


---

Počet známých epoch:	32
Počet použitých observací (L1):	446
Počet vyloučených observací (L1):	24
Počet použitých observací (L2):	446
Počet vyloučených observací (L2):	24

**Stav měření L1:**

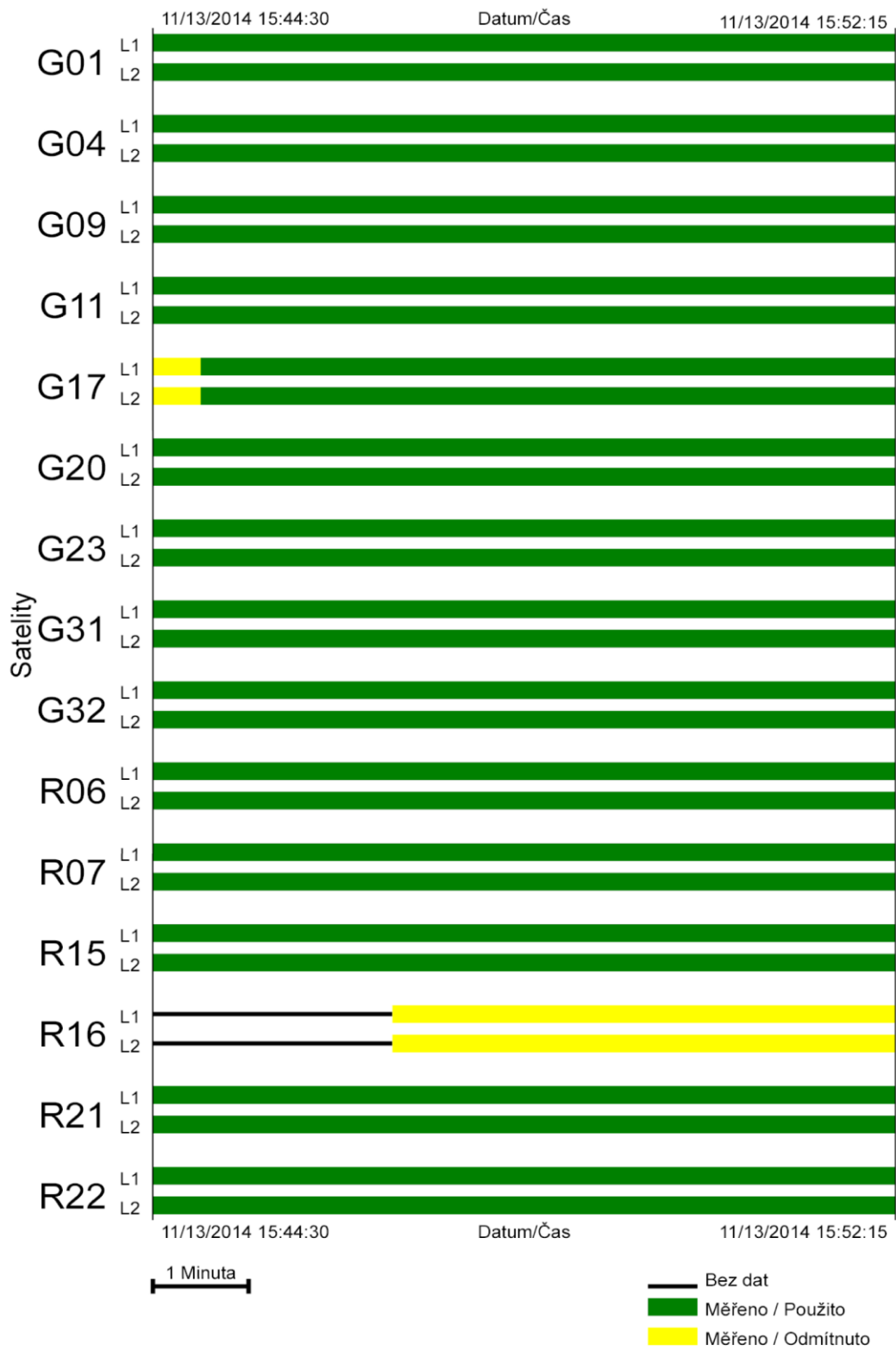
Satelit	Z	Do	Stav	
G01	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G04	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G09	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G11	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G17	✗	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:45:00	Měřeno / Odmítnuto
	✓	11/13/2014 15:45:00	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G20	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G23	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G31	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G32	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R06	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R07	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R15	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R16	✗	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:47:00	Bez dat
	✗	11/13/2014 15:47:00	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Odmítnuto
R21	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R22	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito

**Stav měření L2:**

Satelit	Z	Do	Stav	
G01	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G04	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G09	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G11	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G17	✗	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:45:00	Měřeno / Odmítnuto
	✓	11/13/2014 15:45:00	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G20	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G23	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G31	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
G32	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R06	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R07	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R15	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R16	✗	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:47:00	Bez dat
	✗	11/13/2014 15:47:00	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Odmítnuto
R21	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito
R22	✓	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	Měřeno / Použito

**Shrnutí měření:**





---

**Statistika ambiguit**


---

Celkový počet GPS ambiguit: 18  
 Počet fixovaných GPS ambiguit: 18  
 Celkový počet GLONASS ambiguit: 13  
 Počet fixovaných GLONASS ambiguit: 10  
 Počet nezávislých fixací: 23  
 Prům. čas mezi nezávislými fixacemi: 1' 00"

Procento fixovaných epoch (L1): 95%  
 Procento fixovaných epoch (L2): 96%  
 Procento fixovaných epoch (celkem): 100%

**Celková statistika:**

Stav	Z	Do	Trvání
Fixovaný	11/13/2014 15:44:30	11/13/2014 15:52:15	7' 45"

---

**Výsledné souřadnice**


---

	Reference:V024	Rover:4004.1	
Souřadnice:			
Y(E):	859301.9563 m	859358.3131 m	
X(N):	1048226.6760 m	1048204.5774 m	
Orto. výš.:	453.5676 m	551.2331 m	
Typ řešení:	Fáze: vše fix		
GNSS Typ:	GPS / GLONASS		
Frekvence:	L1 a L2		
Ambiguita:	Ano		
Kvalita:	St.odch. E: 0.0014 m	St.odch. N: 0.0017 m	St.odch. výš.: 0.0035 m
	Kval. pozice: 0.0022 m	St.odch. délky: 0.0029 m	
Základnový vektor:	DZ.šíř.: 0° 00' 00.41908"	DZ.dél.: - 0° 00' 02.96248"	DVýš.: 97.6649 m
	Délka: 114.9083 m		
DOPy (min-max):	GDOP: 2.0 - 2.2	HDOP: 0.8 - 0.9	VDOP: 1.5 - 1.6
	PDOP: 1.7 - 1.8		

---

**Chyby a varování výpočtu**


---

Chyba dráhy: Neplatné efemeridy pro výpočet souř. satelitů R2011/13/2014 15:29:4511/13/2014 15:59:45  
 Chyba dráhy: Neplatné efemeridy pro výpočet souř. satelitů R2011/13/2014 15:29:4511/13/2014 15:59:45

## Výsledky - Základna V024 - 4004.2

### Informace o projektu

Název projektu: Stepan (2)  
 Vytvořeno dne: 02/17/2015 23:12:11  
 Čas. pásmo: 1h 00'  
 Název souřadnicového systému: Stepan  
 Výpočetní software: LEICA Geo Office 7.0  
 Kernel výpočtu: PSI-Pro 2.0  
 Vypočteno: 02/18/2015 00:11:38

### Informace o bodu

	Reference: V024	Rover: 4004.2
Typ přijímače / S/N:	TRIMBLENETR5 / 4914K61588	R8Model2 / 4609110659
Typ antény / S/N:	TRM55971.00 NONE / 00000000	TRM60158.00 / -
Výška antény:	0.0000 m	2.0000 m
Výchozí souřadnice:		
Y(E):	859301.9563 m	859358.4736 m
X(N):	1048226.6760 m	1048203.7736 m
Orto. výš.:	453.5676 m	547.6681 m

### Parametry výpočtu

Parametry	Vybrané	Použito	Poznámka
Výšková maska:	15°	15°	
Typ efemerid (GPS):	Vysílané	Vysílané	
Typ efemerid (GLONASS):	Vysílané	Vysílané	
Typ řešení:	Automaticky	Fáze: vše fix	
GNSS Typ:	Automaticky	Automaticky	
Frekvence:	Automaticky	Automaticky	
Fixovat ambiguity až do:	80 km	80 km	
Min. doba trvání pro plovoucí řešení (static):	5' 00"	5' 00"	
Interval ukládání:	Použít vše	15	
Troposferický model:	Hopfield	Hopfield	
Ionosferický model:	Automaticky	Vypočteno	
Použít stochastický model:	Ano	Ano	
Min. délka:	8 km	8 km	
Aktivita ionosféry:	Automaticky	Automaticky	

### Výběr satelitů

Ručně vyřazené GPS satelity (PRNs): Žádné  
 Ručně vyřazené GLONASS satelity (Slot Id): Žádné

### Okna satelitů (Vypustit):

Satelit	Z	Do	Trvání
---------	---	----	--------

G17	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:38:45	45"
	11/13/2014 16:43:00	11/13/2014 16:44:15	1' 15"
	11/13/2014 16:44:45	11/13/2014 16:46:00	1' 15"
G32	11/13/2014 16:43:00	11/13/2014 16:46:00	3' 00"
R08	11/13/2014 16:39:15	11/13/2014 16:40:00	45"
	11/13/2014 16:41:15	11/13/2014 16:41:45	30"
	11/13/2014 16:42:45	11/13/2014 16:43:00	15"
	11/13/2014 16:43:30	11/13/2014 16:46:00	2' 30"
R09	11/13/2014 16:41:15	11/13/2014 16:42:15	1' 00"
	11/13/2014 16:42:45	11/13/2014 16:43:15	30"
	11/13/2014 16:44:00	11/13/2014 16:45:00	1' 00"
	11/13/2014 16:45:30	11/13/2014 16:46:00	30"
R22	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:41:00	3' 00"
	11/13/2014 16:41:30	11/13/2014 16:42:00	30"
	11/13/2014 16:42:30	11/13/2014 16:45:30	3' 00"

### Statistika observace

Počet známých epoch:	33
Počet použitých observací (L1):	347
Počet vyloučených observací (L1):	5
Počet použitých observací (L2):	340
Počet vyloučených observací (L2):	6

#### Stav měření L1:

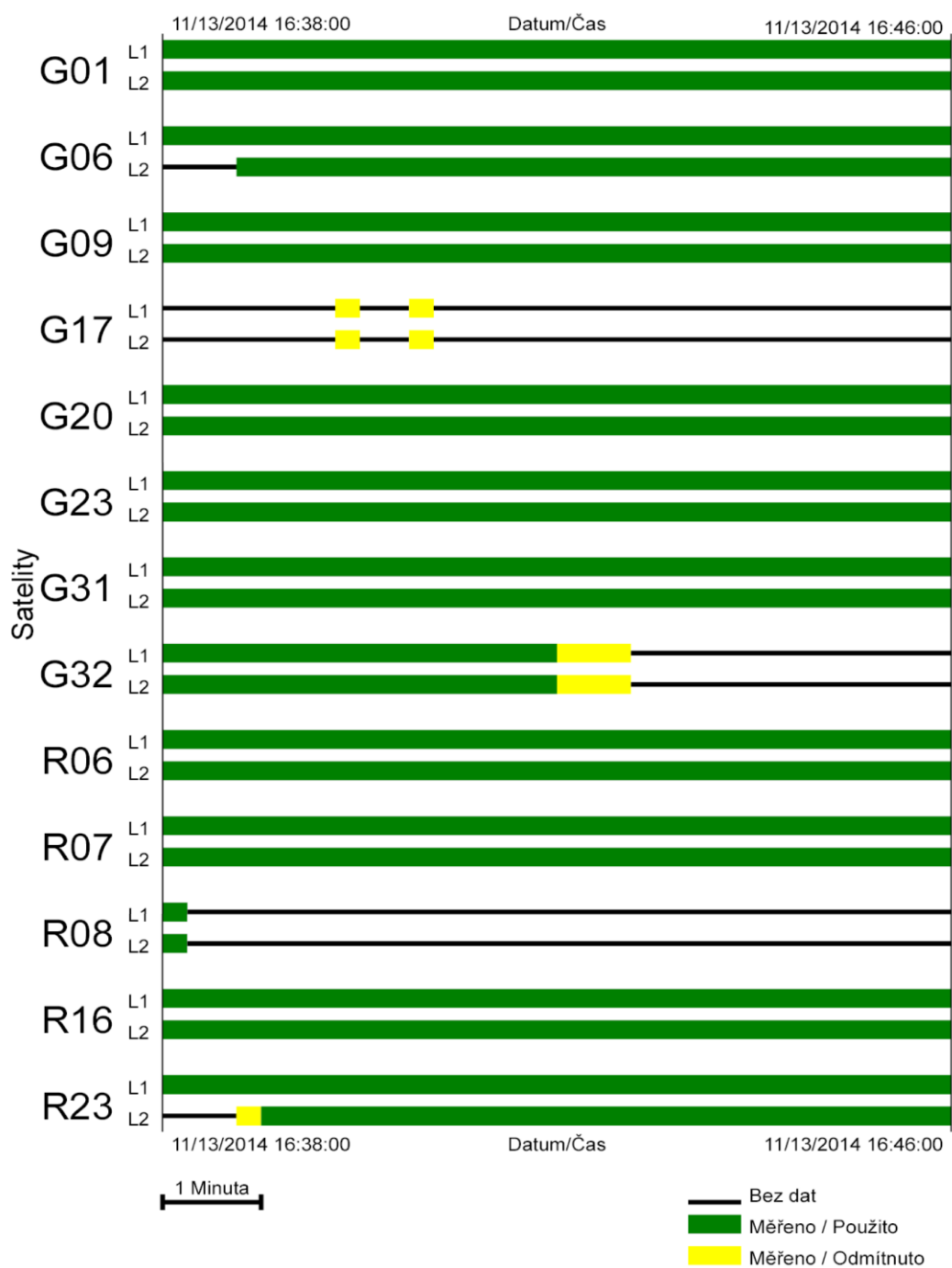
Satelit	Z	Do	Stav	
G01	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G06	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G09	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G17	✗	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:39:45	Bez dat
	✗	11/13/2014 16:39:45	11/13/2014 16:40:00	Měřeno / Odmítnuto
	✗	11/13/2014 16:40:00	11/13/2014 16:40:30	Bez dat
	✗	11/13/2014 16:40:30	11/13/2014 16:40:45	Měřeno / Odmítnuto
	✗	11/13/2014 16:40:45	11/13/2014 16:46:00	Bez dat
G20	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G23	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G31	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G32	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:42:00	Měřeno / Použito
	✗	11/13/2014 16:42:00	11/13/2014 16:42:45	Měřeno / Odmítnuto
	✗	11/13/2014 16:42:45	11/13/2014 16:46:00	Bez dat
R06	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
R07	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
R08	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:38:15	Měřeno / Použito
	✗	11/13/2014 16:38:15	11/13/2014 16:46:00	Bez dat
R16	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
R23	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito

#### Stav měření L2:

Satelit	Z	Do	Stav	
G01	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G06	✗	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:38:45	Bez dat
	✓	11/13/2014 16:38:45	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G09	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G17	✗	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:39:45	Bez dat
	✗	11/13/2014 16:39:45	11/13/2014 16:40:00	Měřeno / Odmítnuto

	✗	11/13/2014 16:40:00	11/13/2014 16:40:30	Bez dat
	✗	11/13/2014 16:40:30	11/13/2014 16:40:45	Měřeno / Odmítnuto
	✗	11/13/2014 16:40:45	11/13/2014 16:46:00	Bez dat
G20	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G23	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G31	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
G32	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:42:00	Měřeno / Použito
	✗	11/13/2014 16:42:00	11/13/2014 16:42:45	Měřeno / Odmítnuto
	✗	11/13/2014 16:42:45	11/13/2014 16:46:00	Bez dat
R06	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
R07	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
R08	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:38:15	Měřeno / Použito
	✗	11/13/2014 16:38:15	11/13/2014 16:46:00	Bez dat
R16	✓	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito
R23	✗	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:38:45	Bez dat
	✗	11/13/2014 16:38:45	11/13/2014 16:39:00	Měřeno / Odmítnuto
	✓	11/13/2014 16:39:00	11/13/2014 16:46:00	Měřeno / Použito

**Shrnutí měření:**



### Statistika ambiguit

Celkový počet GPS ambiguit: 31  
 Počet fixovaných GPS ambiguit: 14

Celkový počet GLONASS ambiguit: 18  
 Počet fixovaných GLONASS ambiguit: 8  
 Počet nezávislých fixací: 20  
 Prům. čas mezi nezávislými fixacemi: 45"

Procento fixovaných epoch (L1): 88%  
 Procento fixovaných epoch (L2): 90%  
 Procento fixovaných epoch (celkem): 91%

**Celková statistika:**

Stav	Z	Do	Trvání
Nefixováno	11/13/2014 16:38:00	11/13/2014 16:38:45	45"
Fixovaný	11/13/2014 16:38:45	11/13/2014 16:46:00	7' 15"

**Výsledné souřadnice**

	Reference:V024	Rover:4004.2	
Souřadnice:			
Y(E):	859301.9563 m	859358.3155 m	
X(N):	1048226.6760 m	1048204.5571 m	
Orto. výš.:	453.5676 m	551.2277 m	
Typ řešení:	Fáze: vše fix		
GNSS Typ:	GPS / GLONASS		
Frekvence:	L1 a L2		
Ambiguita:	Ano		
Kvalita:	St.odch. E: 0.0010 m	St.odch. N: 0.0014 m	St.odch. výš.: 0.0025 m
	Kval. pozice: 0.0017 m	St.odch. délky: 0.0022 m	
Základnový vektor:	DZ.šír.: 0° 00' 00.41972"	DZ.dél.: - 0° 00' 02.96276"	DVýš.: 97.6595 m
	Délka: 114.9088 m		
DOPy (min-max):	GDOP: 1.9 - 2.2	HDOP: 0.9 - 1.0	VDOP: 1.4 - 1.6
	PDOP: 1.7 - 1.9		

**Chyby a varování výpočtu**

Chyba dráhy: Neplatné efemeridy pro výpočet souř. satelitů R2011/13/2014 15:29:4511/13/2014 15:59:45  
 Chyba dráhy: Neplatné efemeridy pro výpočet souř. satelitů R2011/13/2014 15:29:4511/13/2014 15:59:45





### 3. Výpočty geocentrických souřadnic

- 3.1 Použitý software (název, verze):
- 3.2 Použité výchozí souřadnice:
- A – souřadnice získány během zpracování (WGS84)
  - 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:
- 3.3 Výstup z výpočetního softwaru, kde jsou uvedeny hodnoty DOP a časy začátku a konce obou měření na bodech:

### 4. Transformace do S-JTSK

- 4.1 Program použitý pro transformaci (název, verze):
- 4.2 Použitý transformační klíč:
- A – klíč určován během procesu transformace
  - B – použit dříve určený klíč - rok určení, zdroje údajů
- 4.3 Schéma rozložení určovaných bodů s vyznačením všech daných bodů použitých pro transformaci do S-JTSK (připojovací body) včetně daných bodů použitých pro určení výšek
- 4.4 Výstupy výsledků transformace včetně seznamu souřadnic (výšek) určovaných bodů  
název souboru:
- 4.5 Výstup s porovnáním souřadnic dvakrát určených bodů včetně rozdílů  
název souboru:

Poznámky:

**Přílohy:** a) schéma 4.3  
b) výstupy 3.3, 4.4, 4.5



-----  
**PROTOKOL GNSS (RTK) MĚRENÍ**  
-----

Firma: Ing. Jiri Loula  
Jakubská 387/11  
350 02 Cheb

Zakazka: STEPAN  
Meril:  
Datum: 13.11.2014

Přístroj: Trimble R8-2 vyr. c.: 4609110659  
Trimble Survey Controller SW: 12.49  
Verze protokolu: 4.92

Body vypsány od (RRRRMDD): 2011  
Souradnicový systém: Použit transformační modul zpsrenene globalni transformace Trimble 2013 verze 1.0 schvaleny CUZK pro mereni od 1.7.2012.

Zona: Krovak\_2013  
Soubor rovinne dotransformace: KG2013

Vertikalni transformace  
-----

Model kvazigeoidu: CR2005  
-----

POUZITE A MĚRENE BODY  
-----

Cislo bodu	Y	X	Z	Přesnost		PDOP	Sit	Pocet sat.	Antena		Datum	Zacatek mereni	Doba mereni [s]	Kod bodu
				XY	Z				vyška	od#				
4005.1	859426.58	1048225.76	546.41	0.023	0.037	1.93	1	12	2.00	SZ	13.11	16:05	11	4005
4005.3	859426.56	1048225.85	546.31	0.031	0.049	1.88	1	11	2.00	SZ	13.11	16:52	10	4005

-----  
# Vyska anteny merena od: FC = fazoveho centra; SZ = spodku zavitu; SN = stredu narazniku

# Bod meren na: 1 = Trimble VRS NOW CZ; 2 = TOPNET; 3 = CZEPOS RTK

4 = CzePOS PRS/FRP; 5 = CZEPOS RTK3/MAX3; 6 = Neznama sit

Hodnoty PDOP oznacene \* jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00 Hodnoty PDOP oznacene \* jsou mimo nastavenou toleranci: 7.00

Hodnoty s RMS oznacene # jsou mimo nastavenou toleranci: 40.00

Body oznacene ! NoFix ! pred cislem bodu, nebyly pri mereni Fixovany!

Cislo bodu	Y	X	Z	dY	dX	dZ
4005.1	859426.577	1048225.758	546.407	-0.007	0.046	-0.047
4005.3	859426.564	1048225.850	546.314	0.006	-0.046	0.046
<b>4005</b>	<b>859426.570</b>	<b>1048225.804</b>	<b>546.360</b>	<b>Zprumerovano: 3x</b>		

Příloha číslo 4  
Polní náčrt

199-162  
 1301 - bod 130  
 1304 - bod 138  
 1304 - bod 138  
 1304 - bod 138  
 1304 - bod 138

1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146

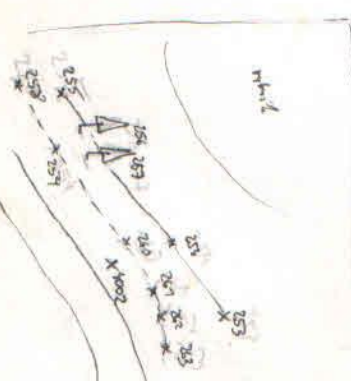
1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146

1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146

1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146  
 1381 - bod 146

203

203-210



Motoriči: Jakub Štěpán  
 Katedra inženýrské geodézie  
 Brno

Příloha číslo 5  
Seznam souřadnic podrobných bodů

č. bodu	Y	X	Z
1	859355.42	1048205.91	551.09
2	859350.60	1048206.79	551.17
3	859344.93	1048207.83	551.29
4	859339.18	1048208.81	551.42
5	859355.28	1048204.70	551.06
6	859352.73	1048205.49	551.10
7	859348.88	1048206.11	551.17
8	859343.91	1048207.16	551.16
9	859339.19	1048208.76	551.40
10	859335.72	1048209.62	551.43
11	859331.24	1048210.78	551.43
12	859326.99	1048211.22	551.40
13	859322.80	1048211.02	551.36
14	859316.35	1048209.93	551.32
15	859310.60	1048209.00	551.30
16	859306.65	1048207.71	551.32
17	859304.09	1048205.50	551.34
18	859303.42	1048203.07	551.28
19	859300.20	1048204.21	551.39
20	859301.24	1048208.17	551.42
21	859303.72	1048210.56	551.32
22	859306.11	1048211.35	551.23
23	859311.29	1048212.35	551.26
24	859316.02	1048213.47	551.36
25	859321.94	1048214.60	551.26
26	859329.25	1048214.03	551.41
27	859336.08	1048212.79	551.50
28	859343.27	1048211.40	551.38
29	859346.47	1048210.62	551.25
30	859348.79	1048211.11	551.09
31	859353.12	1048209.96	551.12
32	859358.43	1048208.79	551.06
33	859361.71	1048206.96	551.11
34	859368.18	1048205.03	550.98
35	859374.94	1048205.13	550.62
36	859381.71	1048206.71	550.19
37	859387.30	1048209.41	549.64
38	859391.83	1048210.89	549.29
39	859397.61	1048209.96	548.96
40	859392.38	1048208.09	549.32
41	859386.01	1048205.15	549.87
42	859380.71	1048202.20	550.44
43	859380.88	1048200.98	550.28
44	859384.33	1048200.69	549.87
45	859387.21	1048202.55	549.48
46	859391.33	1048203.94	549.29
47	859395.72	1048205.29	548.95
48	859400.25	1048206.88	548.65
49	859405.16	1048209.01	548.48
50	859402.04	1048209.28	548.05
51	859397.70	1048207.76	548.28
52	859391.15	1048206.04	548.78
53	859385.15	1048202.71	549.34
54	859381.84	1048201.41	549.72
55	859359.50	1048203.41	551.03

č. bodu	Y	X	Z
56	859363.57	1048202.01	551.12
57	859367.26	1048199.54	551.01
58	859369.16	1048195.99	551.09
59	859369.25	1048193.22	551.04
60	859368.41	1048193.79	550.60
61	859367.75	1048196.83	550.64
62	859364.95	1048200.12	550.48
63	859360.79	1048201.84	550.46
64	859355.30	1048203.75	550.53
65	859350.57	1048204.50	550.41
66	859345.00	1048205.68	550.39
67	859340.04	1048206.76	550.24
68	859334.66	1048208.10	550.19
69	859328.87	1048209.53	550.08
70	859329.28	1048209.93	549.92
71	859329.86	1048209.77	549.76
72	859325.45	1048209.84	550.27
73	859322.62	1048210.65	551.10
74	859322.98	1048210.71	550.99
75	859320.69	1048209.36	550.26
76	859318.31	1048208.19	550.31
77	859314.31	1048208.17	550.47
78	859310.00	1048207.44	550.40
79	859305.77	1048205.58	550.62
80	859304.55	1048203.26	550.62
81	859305.77	1048201.52	550.57
82	859305.56	1048198.62	550.49
83	859304.70	1048194.96	550.55
84	859304.41	1048189.10	550.48
85	859302.43	1048185.27	550.74
86	859298.54	1048180.66	550.81
87	859307.19	1048177.27	550.67
88	859310.16	1048174.80	550.68
89	859311.46	1048168.79	551.00
90	859315.16	1048167.92	550.98
91	859319.00	1048172.93	550.75
92	859323.03	1048170.93	550.79
93	859329.56	1048172.81	550.69
94	859337.55	1048175.95	550.71
95	859335.78	1048179.35	550.68
96	859335.30	1048184.33	550.66
97	859340.80	1048186.65	550.61
98	859342.27	1048185.54	550.69
99	859344.21	1048186.45	550.61
100	859344.91	1048190.10	550.62
101	859348.72	1048191.38	550.56
102	859349.72	1048190.23	550.66
103	859351.86	1048191.09	550.59
104	859352.62	1048189.38	550.53
105	859353.32	1048186.66	550.54
106	859358.25	1048184.43	550.62
107	859363.85	1048187.57	550.65
108	859366.23	1048190.74	550.51
109	859365.18	1048193.04	550.17
110	859364.04	1048196.90	550.25



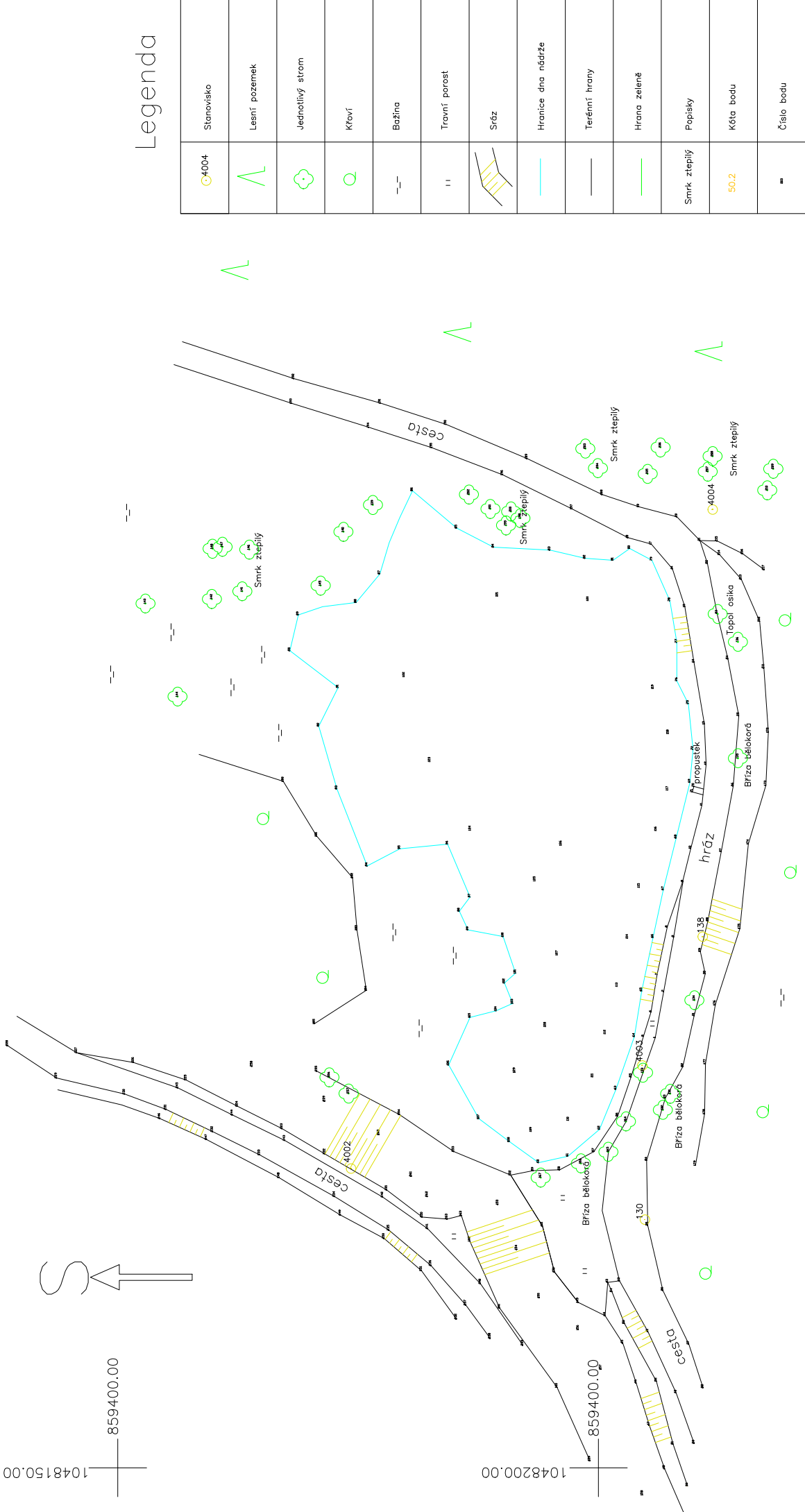
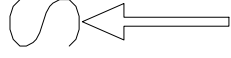
č. bodu	Y	X	Z
111	859359.51	1048199.43	550.20
112	859355.02	1048200.73	550.15
113	859350.11	1048201.98	550.16
114	859345.08	1048203.05	550.07
115	859339.79	1048204.28	549.96
116	859333.89	1048206.02	549.66
117	859329.69	1048207.24	549.62
118	859323.80	1048207.28	550.05
119	859319.12	1048205.71	550.07
120	859309.98	1048198.95	550.28
121	859309.50	1048189.52	550.37
122	859317.88	1048179.82	550.35
123	859326.72	1048182.49	550.36
124	859333.86	1048186.70	550.36
125	859339.13	1048193.42	550.28
126	859335.41	1048196.15	550.22
127	859346.83	1048195.74	550.20
128	859354.28	1048194.51	550.09
129	859359.02	1048191.32	550.12
130	859374.34	1048204.86	550.83
131	859361.24	1048207.49	551.15
132	859362.92	1048206.72	551.09
133	859359.05	1048204.65	551.21
134	859351.51	1048210.00	551.19
135	859326.35	1048214.53	551.39
136	859314.24	1048214.53	550.55
137	859311.34	1048212.43	551.30
138	859344.91	1048210.86	551.50
139	859300.00	1048176.56	550.89
140	859302.79	1048173.50	551.01
141	859308.98	1048162.98	551.59
142	859309.78	1048159.82	551.73
143	859310.25	1048152.91	552.23
144	859319.93	1048156.24	552.03
145	859308.39	1048171.13	551.31
146	859304.64	1048163.71	551.95
147	859304.35	1048160.92	552.02
148	859304.55	1048159.88	552.14
149	859382.96	1048197.90	550.30
150	859379.78	1048195.43	550.56
151	859375.00	1048194.19	550.89
152	859369.72	1048190.87	551.18
153	859372.76	1048189.56	553.23
154	859377.46	1048191.53	553.36
155	859382.46	1048193.87	552.89
156	859385.80	1048197.92	552.28
157	859389.90	1048200.28	551.71
158	859402.99	1048204.60	550.69
159	859399.42	1048199.13	554.13
160	859391.81	1048195.70	555.35
161	859383.54	1048189.73	556.24
162	859376.58	1048186.64	556.24
163	859373.93	1048185.75	556.15
164	859364.12	1048202.89	551.24
165	859367.28	1048201.05	551.28

č. bodu	Y	X	Z
166	859368.48	1048198.20	551.11
167	859369.97	1048194.02	551.09
172	859323.67	1048217.68	549.58
173	859329.17	1048217.43	549.62
174	859335.28	1048215.61	549.27
175	859344.06	1048214.72	548.24
176	859352.02	1048212.16	549.69
177	859358.14	1048211.13	549.96
178	859363.34	1048211.06	549.47
179	859368.70	1048210.11	549.75
180	859328.76	1048167.23	551.37
181	859334.46	1048170.71	551.19
182	859338.78	1048174.44	551.06
183	859344.21	1048174.89	550.88
184	859350.50	1048175.87	551.27
185	859353.97	1048170.49	551.96
188	859298.92	1048200.41	551.61
189	859295.19	1048192.59	552.27
190	859291.65	1048184.15	553.13
191	859289.42	1048177.31	553.83
192	859286.86	1048168.34	554.65
193	859289.44	1048168.09	554.54
194	859291.94	1048176.14	553.79
195	859294.05	1048182.68	553.07
196	859296.88	1048190.04	552.25
197	859300.44	1048197.27	551.68
198	859301.38	1048191.90	551.48
199	859302.13	1048190.41	551.35
200	859300.68	1048190.93	551.84
201	859300.42	1048188.79	551.77
202	859298.91	1048186.55	552.01
203	859294.15	1048198.66	552.90
204	859296.18	1048199.97	552.41
205	859296.77	1048205.14	552.33
206	859294.02	1048206.48	553.08
207	859296.53	1048211.39	552.62
208	859294.93	1048211.90	553.02
209	859296.24	1048218.21	552.84
210	859298.47	1048217.58	552.42
211	859316.98	1048217.21	549.38
212	859312.13	1048216.78	548.84
213	859307.74	1048214.85	549.40
214	859305.19	1048212.61	549.79
215	859303.76	1048212.36	551.07
216	859305.08	1048215.01	550.82
217	859306.75	1048217.23	550.38
220	859374.10	1048181.68	556.72
221	859371.28	1048178.00	556.69
222	859367.53	1048171.56	556.83
223	859364.90	1048167.12	556.96
224	859362.57	1048162.46	557.02
225	859359.84	1048157.13	557.09
226	859358.01	1048151.65	557.36
227	859356.99	1048145.74	557.65
228	859356.26	1048138.56	557.99

č. bodu	Y	X	Z
229	859359.63	1048143.66	557.71
230	859361.30	1048150.72	557.36
231	859362.89	1048155.03	557.22
232	859365.20	1048159.89	557.09
233	859367.64	1048164.77	557.07
234	859371.96	1048172.58	556.88
235	859375.46	1048178.21	556.83
236	859379.12	1048182.58	556.67
237	859383.25	1048186.21	556.29
238	859386.70	1048188.74	555.93
239	859387.43	1048192.15	555.61
240	859381.03	1048187.75	556.36
241	859375.28	1048182.25	556.70
242	859372.01	1048177.57	556.78
243	859366.14	1048167.39	556.96
244	859363.47	1048161.94	557.03
245	859360.65	1048156.25	557.17
246	859363.83	1048154.39	558.10
247	859366.02	1048159.26	557.87
248	859370.02	1048166.80	557.95
249	859373.89	1048173.19	557.87
250	859376.31	1048177.71	557.67
251	859379.69	1048181.61	557.59
252	859384.70	1048185.24	557.52
253	859367.28	1048184.97	551.40
254	859363.43	1048179.34	552.04
255	859358.92	1048170.72	552.01
256	859359.54	1048172.04	552.22
257	859361.23	1048174.04	552.75
258	859358.41	1048163.99	554.65
259	859362.03	1048171.54	554.10
260	859365.52	1048177.18	553.72
261	859369.84	1048180.55	555.10
262	859371.96	1048182.22	555.96
263	859374.30	1048184.27	556.35

Příloha číslo 5  
Polohopisný plán

1048150.00  
859400.00



### Legenda

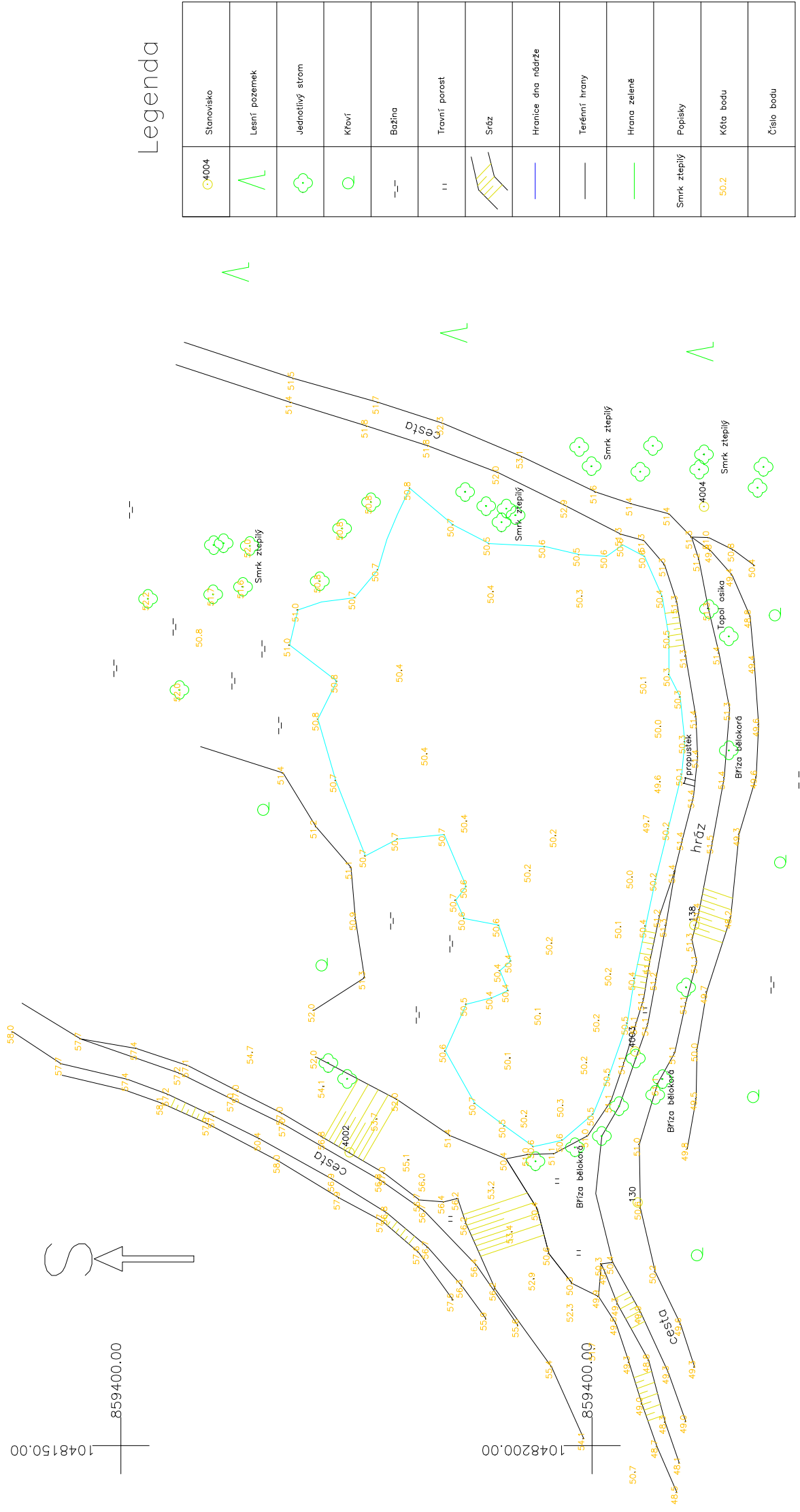
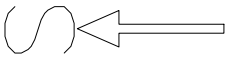
Stanoviško	☉4004
Lesní pozemek	Λ
Jednotlivý strom	⊙
Křoví	⊙
Bažina	---
Travní porost	
Sráž	▨
Hranice dna nádrže	—
Terénní hrany	—
Hrana zeleně	—
Popísky	Smrk ztepilý
Kóta bodu	50.2
Číslo bodu	■

Malá vodní nádrž, katastrální území Hostítkov  
Jakub Štěpán, 8.4.2015

1:500

S-JTSK

1048150.00  
859400.00



### Legenda

	Stanovisko
	Lesní pozemek
	Jednotlivý strom
	Křoví
	Bažina
	Travní porost
	Sráž
	Hranice dna nádrže
	Terénní hrany
	Hrana zeleně
	Smrk ztepilý
	Kóta bodu
	Číslo bodu