

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

URČENÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY VRCHOLU
HORY RANÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jiří Loula

Bakalant: Pavel Vilím

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra biotechnických úprav krajiny

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Vilím

Vodní hospodářství

Název práce

Určení nadmořské výšky vrcholu hory Raná

Název anglicky

Determination of Raná mountain altitude

Cíle práce

Určení nadmořské výšky vrcholu hory Raná a nejvyššího bodu vrcholu

Metodika

- rekognoskace terénu
- nalezení a ověření bodů bodových polí
- teoretická část bude obsahovat popis metod měření a výpočtů
- v praktické části bude provedeno samotné výškové zaměření a to dvěma způsoby
- výsledky budou vzájemně porovnány a následně porovnány se známými údaji
- první způsob výškového zaměření bude metodou technické nivelace
- druhý způsob výškového zaměření bude trigonometrickou nivelací pomocí totální stanice Topcon GTS 105
- během měření bude nalezeno a zaměřeno nejvyšší místo vrcholu
- v přílohové části budou uvedeny veškeré výsledky měření, včetně výpočtů
- v grafické části bude přehledka a vyznačeny body z kterých se měřilo
- určení nejvyššího místa vrcholu

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran textu

Klíčová slova

Raná, trigonometrická nivelace ,výškopis, Balt po vyrovnání, geodézie, zeměměřictví, Nivelace, určení výšky

Doporučené zdroje informací

- BAJER M., PROCHÁZKA J., 1997: INŽENÝRSKÁ GEODÉZIE 10, 20 Návody ke cvičením, Vydavatelství ČVUT, 192s., ISBN 80-01-01673-0
- BLAŽEK R., JANDOUREK J., 1994: Geodézie (Úpravy měřených veličin a výškopis), Vydavatelství ČVUT, 164 s., ISBN 80-01-00611-5
- BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 1997: GEODÉZIE 30 Výškopis, Vydavatelství ČVUT, 93s., ISBN 80-01-01598-X
- HÁNEK P. A KOLEKTIV, 2007: STAVEBNÍ GEODÉZIE, Nakladatelství ČVUT, 133s., ISBN 978-80-01-03707-2
- HENNECKE F., 1989: VERMESSUNGSTECHNIK für Bauingenieure, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 250s., ISBN 3-345-00288-4
- CHAMOUT L., SKÁLA P., 2003: Geodezie, Česká zemědělská univerzita v Praze, 196 s., ISBN 80-213-1049-9
- KAHMEN H., FAIG W., 1988, Surveying, 578s. Walter De Gruyter Inc, Berlin and New York ISBN 3-11-008303-5
- MAŠÍN Z., CÍSAŘ J., KOŠTÁL A., 1969: Geodézie pro 1. a 2. ročník středních průmyslových škol zeměměřičských, 393 s.
- Předpis č. 31/1995 Sb. Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením
- RATIBORSKÝ J., 2005: Geodézie 10, česká technika – nakladatelství ČVUT, 234 s., ISBN 80-01-03332-5

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Jiří Loula

Elektronicky schváleno dne 9. 4. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 09. 04. 2015

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval sám, pod vedením Ing. Jiřího Louly. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 27. 3. 2015

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Jiřímu Loulovi za odborné rady a poznatky, dále bych chtěl poděkovat Radku Čebišovi za pomoc při praktické části bakalářské práce a své rodině za podporu ve studiu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se věnuje výškovému měření a to konkrétně přeměřením vrcholku hory Raná dvěma způsoby. Prvním způsobem je technická nivelace ze středu pomocí přístroje Nikon AX-2s, druhým způsobem je metoda trigonometrického určování výškových rozdílů neboli trigonometrická nivelace za pomoci trojpodstavcové soupravy přístrojem TOPCON GTS-105N. Oba způsoby měření popisují v teoretické části práce i s celou problematikou.

Praktická část bakalářské práce obsahuje veškeré výpočty, které jsou zaznamenány do příslušných geodetických zápisníků.

Zájmovým územím je okolí obce Raná a Národní přírodní rezervace Raná.

Přínos práce vidím v překontrolování stabilizace bodu a jeho nadmořské výšky, které nebyly téměř 25 let obnovovány ani kontrolovány.

Klíčová slova

Raná, trigonometrická nivelace, výškopis, Balt po vyrovnání, geodézie, zeměměřictví, nivelace, určení výšky

Abstract

This bachelor thesis deals with measuring of altitude. Specifically, it deals with measuring of Raná peak in two different ways. The first way is engineering levelling using Nikon AX-2s and the second way is trigonometrical levelling applying set for the three-tripod method using TOPCON GTS-105N. Both ways are described in the theoretical part in detail.

The practical part contains all calculations in the form of special levelling field book. The place of interest is the vicinity of Ráná village and the area of Raná natural reserve.

The benefit of the thesis lies in the rechecking of the geodetic point and its altitude which has not been done for 25 years.

Key words

Raná, trigonometrical levelling, hypsography, Baltic Vertical Datum - After Adjustment, geodesy, surveying, levelling, measurement of altitude

Seznam použitých zkratk a symbolů

AGS	- Astronomicko-geodetická síť
Bpv	- Balt po vyrovnání
ČJNS	- Česká jednotná nivelační síť
ČPNS	- Česká podrobná nivelační síť
ČSNS	- Česká státní nivelační síť
ČSTS	- Česká trigonometrická síť
ČUZK	- Český úřad zeměměřický a katastrální
ČVUT	- České vysoké učení technické
ČZU	- Česká zemědělská univerzita
ETRS-89	- European Terrestrial Reference System 1989, Evropský terestriální referenční systém 1989
GPS	- Global Positioning System, Globální polohovací systém
PPBP	- Podrobné polohové bodové pole
PNS	- Plošná nivelační síť
S-JTSK	- Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
ZNB	- Základní nivelační bod

Obsah

1	ÚVOD.....	11
2	CÍL PRÁCE	12
3	PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ.....	13
3.1	Elektronická totální stanice TOPCON GTS-105N	13
3.1.1	Charakteristika přístroje	13
3.1.2	Měření úhlů	14
3.1.3	Měření délek.....	15
3.1.4	Měření převýšení	15
3.1.5	Příslušenství	16
3.2	Nivelační přístroj Nikon AX-2s	16
3.2.1	Charakteristika přístroje	16
3.2.2	Měření převýšení	17
3.2.3	Příslušenství	17
4	CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ.....	18
4.1	Terén	19
4.2	Flora	19
4.3	Fauna.....	19
5	METODIKA	20
5.1	Základy teorie chyb měřených veličin.....	20
5.1.1	Omyly a hrubé chyby	20
5.1.2	Systematické chyby	20
5.1.3	Náhodné chyby	21
5.2	Výškový souřadnicový systém	21
5.2.1	Výškový souřadnicový systém Balt po vyrovnání	26
5.3	Polohový souřadnicový systém	26
5.3.1	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální.....	30
5.4	Metody určování výškových rozdílů	30
5.4.1	Trigonometrické určování výškových rozdílů	31
5.4.2	Technická nivelace ze středu	35
5.5	Postup a harmonogram prací	38
5.6	Výpočty	38
5.6.1	Výpočet trigonometrické nivelace	39
5.6.2	Výpočet technické nivelace ze středu	40
6	VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	41
6.1	Hodnocení přesnosti měření	41

6.2	Nadmořské výšky měřických bodů	41
6.3	Seznam nadmořských výšek vypočtených trigonometrickou a technickou nivelací 42	
7	DISKUZE	43
8	ZÁVĚR.....	44
9	PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	45
10	PŘÍLOHY	47

1 ÚVOD

Úkolem mé bakalářské práce bylo určit nadmořskou výšku vrcholu hory Raná a nejvyššího bodu vrcholu za pomoci dvou geodetických metod - trigonometrického určování výškových rozdílů a technické nivelace ze středu. Následně jsem vypočítané výškové hodnoty porovnal s dostupnými geodetickými údaji o vrcholu hory Raná. V těchto geodetických údajích je uvedena výška vrcholu hory 457,21 m. n. m. Bod je na nejvyšším místě hory Raná a nachází se na jihozápad od obce Raná. Dle geodetických údajů jde o stav k roku 1991. Trigonometrický bod o největší výšce je stabilizován žulovým hranolem. Metody měření a výpočty spolu s výsledky, rekognoskací stávajícího bodového pole a charakteristikou území jsou uvedeny a popsány v jednotlivých kapitolách bakalářské práce, ve kterých jsem charakterizoval území, popsal použité přístrojové vybavení a přiblížil zvolené geodetické metody. Práce se dále zabývá přesností metod a vyhodnocením měření. V přílohách jsou zobrazeny veškeré výsledky měření včetně výpočtů, v grafické části příloh je přehledka, ve které jsou vyznačeny všechny body, ze kterých se měření provádělo.

Proto, abych neporušil návštěvní řád, pohyboval jsem se pouze po vyznačených turistických trasách a cestách. Nejdříve jsem provedl rekognoskaci terénu. Určil jsem měřické body, ze kterých probíhalo měření a ověřil jsem tyto měřické body kontrolním nivelačním pořadem.

2 CÍL PRÁCE

Cílem mé práce bylo určit výšku nejvyššího bodu vrcholu hory Raná za pomoci dvou metod - technické nivelace ze středu a trigonometrického určování výškových rozdílů. V práci je rovněž zhodnocena přesnost zvolených metod. Výška bodu byla určena v systému Balt po vyrovnání (Bpv) a Systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), které jsou stanoveny jako referenční systémy pro použití na území České republiky - dle §2 zákona č. 430/2006 Sb., o stanovení referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání.

3 PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

Pro zvolené metody měření jsem si vybral elektronickou totální stanicí TOPCON GTS-105N v. č.: 6H0847 s příslušenstvím na metodu trigonometrického určování výškových rozdílů a přístroj Nikon AX-2s v. č.:902310 s příslušenstvím na metodu technické nivelace ze středu, oba tyto přístroje jsou detailně popsány v následujících kapitolách.

3.1 Elektronická totální stanice TOPCON GTS-105N

Elektronická totální stanice TOPCON GTS-105N má vynikající základní parametry měření délek a úhlů. Přístroj je vyroben v Číně, ale jeho prodejcem je japonská firma z Tokia. Dále jsou podrobně uvedeny parametry přístroje a jeho technické možnosti.

3.1.1 Charakteristika přístroje

Dle internetové stránky www.geovap.cz totální stanice TOPCON GTS-105N umožňuje provádět délková měření v rozsahu až do 3000 metrů na jeden hranol při zachování vysoké přesnosti $\pm (2\text{mm}+2\text{ppm})$. Délkové měření společně s vysokorychlostní aktualizací dat trvá 1.2 sekundy v jemném měřickém módu.

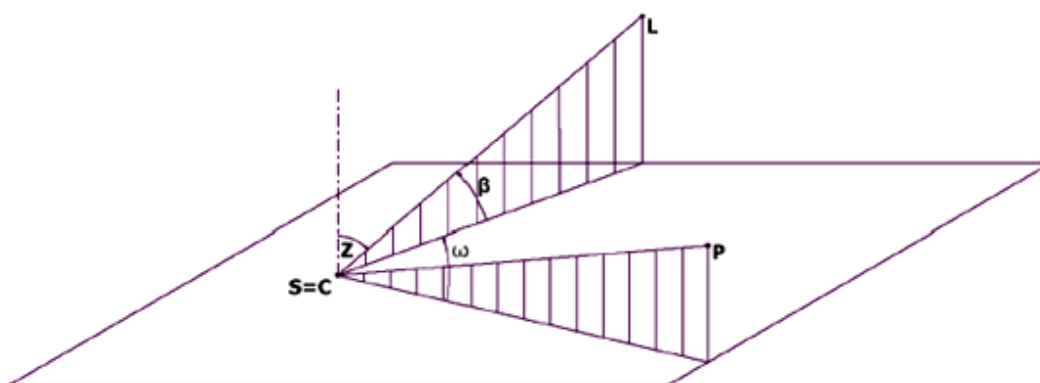
Server www.geoserver.cz udává, že je přístroj vybaven rozsáhlou interní pamětí pro sběr dat. Do interní paměti přístrojů řady GTS-100N lze uložit až 24 000 měřených bodů nebo bodů s vloženými souřadnicemi. Přístroj je vybaven baterií s dlouhou životností. Nová Ni-MH baterie BT-G1 firmy TOPCON umožňuje až 9 hodin nepřetržitého měření v úhlovém / délkovém módu a minimálně 40 hodin při využití pouze úhlových měření. Díky této baterii s dlouhou životností odpadá potřeba používat více baterií. Pro celodenní měření spolehlivě dostačuje jediná baterie BT-G1. Totální stanice TOPCON GTS-105N má také alfanumerickou klávesnici. Je vhodná pro měření vertikálních a horizontálních úhlů a šikmých vzdáleností, které přístroj přepočítá na vodorovnou vzdálenost a tudíž dokáže spočítat převýšení. Citlivost libel je u trubicové libely $10''/2\text{mm}$ a u alhidádové libely $30''/2\text{mm}$.

3.1.2 Měření úhlů

Dle Mašina (1969) lze úhel vyjádřit jako dvě polopřímky o společném počátku svírající úhel. Společný počátek se nazývá vrchol úhlu a polopřímky ramena úhlu. Úhly se dělí na vodorovné a svislé.

Ratiborský (2005) definuje vodorovný úhel takto: „Vodorovný úhel ω je dán úhlem průsečnic vodorovné roviny jdoucím stanovištěm S a dvou svislých rovin, z nichž jedna prochází stanovištěm a levým bodem L , druhá stanovištěm a pravým bodem P “

„Svislý úhel β definuje jako odchylku směru SL od jeho průmětu do vodorovné roviny (tzv. výškový úhel β) nebo do svislice (zenitu) jdoucí stanovištěm s ($90^\circ - \beta$) tzv. zenitový úhel. Počátek zenitového úhlu je přesně ve svislé ose přístroje.“ (obr. č. 1).



Obr. č. 1 – Schéma vodorovných a svislých úhlů, Ratiborský (2005)

Úhly se v dnešní době měří ve většině případů v gonech (grádech). Jde o setinnou míru, která je v geodézii výhodnější než míra šedesátinná nebo oblouková. Plný úhel $4R$ (2π) má 400 gonů, 1 gon má 100 setinných minut a 1 setina minuta má 100 setinných vteřin. Mezinárodně se Gon značí gon, ve starších měřeních se můžeme setkat se zastaralejší gr, g jak se dříve značily Grady. Setinné minuty se značí malým c v pravém horním rohu nad číslicí a setinné vteřiny dvěma malými c v pravém horním rohu nad číslicí. Rovnice závislostí by se dala vyjádřit takto:

$$4R=2\pi = 400\text{gon}, 1\text{gon} = 100^c, 1^c = 100^{cc}$$

3.1.3 Měření délek

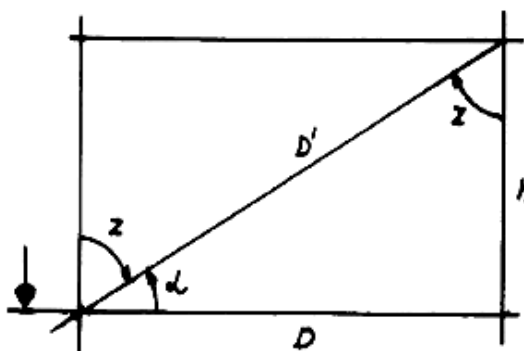
„Vzdálenost je určována z počtu modulovaných světelných nebo mikroradiových vln, probíhajících dráhu z vysílače k odražeči a zpět k přijímači.“ Švec (1994)

Server www.geovap.cz udává, že GTS-105N umožňuje provádět délková měření v rozsahu až do 3000 metrů na jeden hranol, při zachování vysoké přesnosti $\pm (2\text{mm}+2\text{ppm})$. Délkové měření společně s vysokorychlostní aktualizací dat trvá 1.2 sekundy v jemném měřickém módu.

Přístroj TOPCON GTS-105N dokáže měřit šikmou vzdálenost a z té následně vypočítat vodorovnou vzdálenost.

3.1.4 Měření převýšení

Přístroj TOPCON GTS-105N dokáže z naměřeného zenitového úhlu a šikmé vzdálenosti spočítat vodorovnou vzdálenost a převýšení, které vychází z pravoúhlého trojúhelníku.



Obr. č. 2 Řešení pravoúhlého trojúhelníku (Chamout,Skála 2003)

- Z – zenitový úhel
- α – dopočet do 100 gonů
- D – vodorovná vzdálenost
- D' – šikmá vzdálenost
- h – převýšení

$\pm 2,5\text{mm/km}$. Přístroj je opatřen kompenzátorem. Dle Blažka (1994) je kompenzátor „*kyvadlem, které nahradilo a převzalo funkci nivelační libely, elevačního šroubu a lidské ruky. Tento prvek po hrubém urovnání přístroje podle krabicové libely nastaví samočinně (v tzv. kompenzačním intervalu ($\pm 0,6\text{g}$) záměrnou Z do vodorovné polohy bez nutnosti urovnání nivelační libely na základě působení zemské tíže, která uvede kyvadlo do potřebné polohy.)*“

3.2.2 Měření převýšení

Nivelační přístroje vytyčují vodorovnou rovinu. Na tom se zakládá i měření převýšení. Nivelační měření se skládá z nivelačních sestav. Nivelační sestava je postavení přístroje a záměra na dvojici latí. Z více nivelačních sestav se poté skládá nivelační pořad.

3.2.3 Příslušenství

Nivelační přístroj Nikon AX-2s v. č.: 902310, vysunovací nivelační lať s pomocnou libelou o délce 4m, nivelační podložka.

4 CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ



Foto. č. 1 Celkový pohled na horu Raná, Vilím (2014)

Tato kapitola se zabývá terénem okolí hory Raná, přírodními druhy a živočichy, které se na daném území vyskytují. Hora Raná se nachází v Chráněné krajinné oblasti České středohoří. Na tomto území a v přilehlém okolí byla vyhlášena už roku 1951 Národní přírodní rezervace Raná. Dříve (od roku 1936) se oblast nazývala městská rezervace Louny.

Obec Raná, která leží na úpatí stejnojmenného čedičového vrchu, je poprvé písemně zmiňována r. 1335. Po celou svoji existenci patřila městu Louny. Dominantou je původně gotický kostel Všech svatých založený ve 14. století, z té doby se dochovala hranolová věž. Svatyně byla v 1. polovině 18. století přestavěna barokně. Ve vsi Raná žili převážně Češi, za horou v Hrádku většinou německé obyvatelstvo a po hřebeni Rané tak vedla jazyková hranice. Ve znaku má obec mj. zelené trojverší masívu Raná a také stylizovaný květ hlaváčku jarního.

Lokalita Raná – Hrádek je také nově zařazena do evropsky významné soustavy Natura 2000 chránící teplomilná rostlinná společenstva a kolonie sysla obecného. Na části území se daří oživovat pastvu koz a ovcí.

Vpravo od sedla šplhá pěšinka na kótu Raná (457 m), nejjižnější vrch Českého středohoří. Tady se kocháme výhledy, tady je startovní místo pro letce. Protáhlý masív s úzkým hřbetem je velmi vhodný k létání při východním i západním větru. První kluzák se z holého vrcholu, byť jen na několik minut, vznesl již 3. září 1932. Nakladatelství S&D (2009)

4.1 Terén

Hora Raná je podlouhlá hora v délce okolo 1 kilometru se třemi vrcholy. Svah hory je velmi příkrý, ale okolí hory by se dalo charakterizovat jako rovina až mírně stoupající svah.

4.2 Flora

Slunné stráně kopců Českého středohoří, s ojedinělými ukázkami stepních porostů, jsou floristicky bohaté. Celá hora byla zatravněná, jihozápadní část sousedící s obcí Raná je mírně zalesněná. Nachází se zde kriticky ohrožený ovsíř stepní (*Helictotrichon desertorum*). Rostou zde i chráněné druhy tařice skalní (*Aurinia saxatilis*), bělozářka liliová (*Anthericum liliago*), kozinec bezlodyžný (*Astragalus excapus*), kozinec rakouský (*Astragalus austriacus*), kozinec dánský (*Astragalus danicus*), hlaváček jarní (*Adonanthe vernalis*), koniklec luční český (*Pulsatilla partensis* subsp. *Bohemica*), divizna brunátná (*Verbascum phoeniceum*), tračník brvitý (*Gentianopsis ciliata*), kavyl Ivanův (*Stipa joannis*) a kavyl sličný (*Stipa pulcherrima*). V posledních letech je rezervace zasažena expanzí křovin, které je nutné v zájmu ochrany ohrožených druhů potlačovat (hloh, růže, srstka, ostružník).

4.3 Fauna

Rezervace je útočištěm mnoha druhů ptáků. Například zde byli pozorováni linduška úhorní (*Anthus campestris*), strnad zahradní (*Emberiza horolana*), bělořit šedý (*Oenanthe oenanthe*), bramborníček hnědý (*Saxicola rubetra*), na tahu též pilich šedý (*Circus syaneus*). Z Rané pochází také jeden z mála exemplářů orla stepního (1932) a motýl modrásek ligrusový (*Polyommatus damon*). Průzkum střevlíkovitých brouků prokázal zastoupení 22% z celkového počtu taxonů žijících na území bývalého Československa. Informační tabule Národní přírodní rezervace Raná Dle informací Nakladatelství S&D (2009) byl v okolí Rané (písečný vrch) uměle vysazen sysel obecný, který tu v minulosti míval přirozené prostředí.

5 METODIKA

Tato část se zabývá metodou technické nivelace a metodou trigonometrického určování výšek, dále souřadnicovými systémy a postupy měření. Dále je v následujících kapitolách uveden postup výpočtů, nastíněny chyby z měření a opravy měření.

Dle Nováka (1996) je součástí prostorové polohy bodu také výška. Proto při měření jsou výšky stejně významné jako poloha. V některých případech jsou nároky na přesnost výšek vyšší než na přesnost u měření polohového. Týká se to například vodohospodářských staveb, kde se jedná o jejich funkčnost. Názorným příkladem může být např. kanalizace se samospádem.

5.1 Základy teorie chyb měřených veličin

Vitásek (1993) uvádí, že měřič musí vybrat vhodné metody a postupy, aby zvýšil přesnost měření a měření bylo efektivní.

Pokora a kol. (1984) udává, že při opakování měření veličiny x , dostáváme hodnoty, které se vzájemně nerovnjají, a proto jsou zatížené chybami. Z matematického hlediska potom chybu definuje jako rozdíl mezi skutečnou hodnotou X a X' , rozdíl poté označuje hodnotou x_i .

5.1.1 Omyly a hrubé chyby

Švec (2006) udává, že omyl má původ v nesprávné práci měřiče a zacházení s pomůckami či v jeho nepozornosti. Tato chyba se nechá vyloučit tím, že se měří každá hodnota nejméně dvakrát, a pokud měření vybočuje z řady, musí být vyloučeno.

Hrubou chybu definuje podobně jako omyl s tím rozdílem, že může být způsobena například špatným počasím nebo silným větrem. Z měření se odstraňuje stejně jako omyl a musí se také vyloučit.

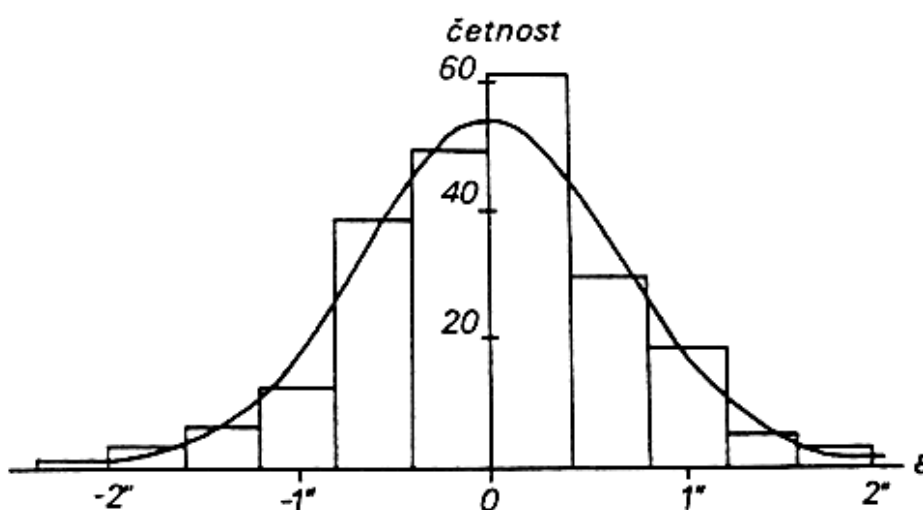
5.1.2 Systematické chyby

Pokora (1984) udává, že jsou tyto chyby zapříčiněny jednostrannou chybou v měření o stále stejném znaménku. Např. (indexová chyba, či špatná délka pásma).

Systematické chyby se vylučují z měření úpravou měřického postupu, zavedením korekce či seřízením přístrojů.

5.1.3 Náhodné chyby

Dle Švece (2006) tyto chyby závisí pouze na náhodě. Příčinou je nedokonalost lidských smyslů a změny podmínek při měření. Chyba má různou velikost a kladné či záporné označení a dá se vyjádřit Gaussovou křivkou. Z grafu lze vyčíst, že největší počet chyb je kolem hodnoty 0 a s vyššími hodnotami od nuly chyba zaniká.



Obr. č. 4 Gaussova křivka chyb. Mlčková (2008)

5.2 Výškový souřadnicový systém

V dnešní době jsou prakticky všechny body určené v souřadnicových systémech Bpv a S-JTSK.

Dělí se na: a) základní výškové bodové pole
b) podrobné výškové pole

Dle serveru www.cuzk.cz databáze bodových polí v současné době obsahují:

34 200 přidružených bodů
119 500 nivelačních bodů ČSNS a ČPNS
460 tíhových bodů

Dle vyhlášky 31/1995 Sb., výškové bodové pole obsahuje:

a) základní výškové bodové pole, které tvoří

aa) základní nivelační body,

ab) body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka "ČSNS"),

b) podrobné výškové bodové pole, které tvoří

ba) nivelační sítě IV. řádu,

bb) plošné nivelační sítě,

bc) stabilizované body technických nivelací.

Základem, na který se připojují veškeré zeměměřické práce, jsou souřadnicové body.

aa) Základní nivelační body

Švec (2006) uvádí o výškovém souřadnicovém systému: „*Kostrou je síť 22 základních nivelačních bodů, které jsou vhodně rozmístěny po území ČSFR, z toho na území ČR bylo těchto bodů 11. Dle informací Českého úřadu zeměměřického a katastrálního byl zřízen v roce 2006 dvanáctý nivelační bod Chrastava. ZNB Lišov u Českých Budějovic je referenčním (vztažným) bodem navazující České jednotné nivelační sítě (ČJNS).*

ab) Body České státní nivelační sítě I. až III. řádu (závazná zkratka "ČSNS")

Českou státní nivelační síť zahrnují body I. - III. Řádu

Nivelační síť I. řádu je tvořena nivelačními pořady seskupenými do nivelačních polygonů. Jejich délka je 300 - 400 km a vytvářejí uzavřené obrazce a ohraničují tzv. nivelační oblasti I. řádu. Měření se provádí metodou velmi přesné nivelace.

Nivelační síť II. řádu vznikla vložením nivelačních pořadů II. řádu do jednotlivých polygonů I. řádu. Tyto pořady tvoří společně s částí pořadů I. řádu opět uzavřené polygony s obvodem kolem 100 km a ohraničují oblasti II. řádu. Měření se provádí rovněž metodou velmi přesné nivelace (VPN).

Nivelační síť III. řádu tvoří nivelační pořady III. řádu, kterými je dále zhuštěna síť I. a II. řádu. Měření se provádí metodou přesné nivelace (PN).

ba) Nivelační sítě IV. řádu,

Nivelační síť IV. řádu je tvořena nivelačními pořady IV. řádu. Měření se provádí metodou přesné nivelace.

bb) Plošné nivelační síť,

Výšky těchto bodů se určují metodou velmi přesné nivelace. Plošné nivelační síť (PNS) se budují podle potřeby zpravidla pro území nebo obec nebo lokality. Výšky se určují metodou přesné nivelace.

bc) Stabilizované body technických nivelací.

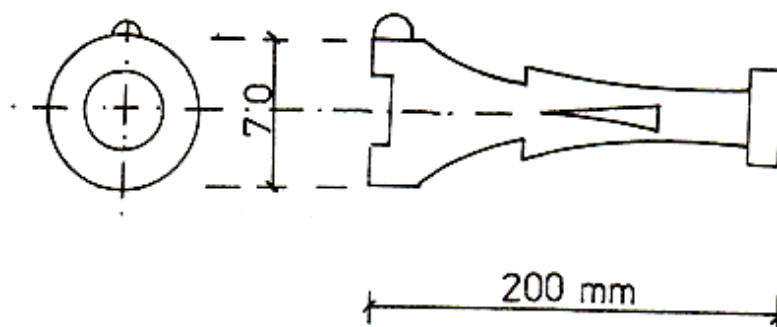
Podrobné výškové bodové pole zahrnuje body zaměřené technickou nivelací a body polohového bodového pole, jejichž výšky byly určeny technickou nivelací.

Stabilizace nivelačních bodů.

Jednotlivé nivelační body jsou stabilizované nivelačními značkami, které jsou buď přirozené (vyhlazené plošky na skalách u ZNB) nebo umělé z hmot vzdorujících korozi (temperovaná litina nebo ocel). Blažek (1983)

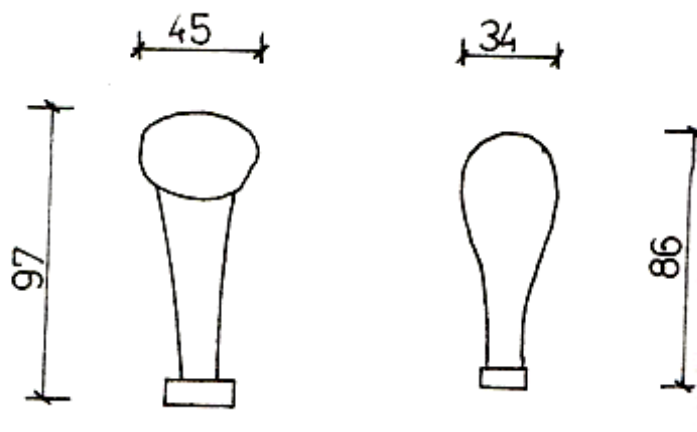
Při volbě bodu je nutno dbát na to, aby byl bod přístupný a aby bylo bez potíží možno na něj svisle postavit nivelační lať. Sokol (1991)

Nivelační značky se dělí na čepové, které se osazují asi 0,5m nad zemí do cementové malty, do stabilního zdiva budov nebo do svislých skal. Jejich osa je po umístění vodorovná.



Obr. č. 5 Čepová značka, Švec (2006)

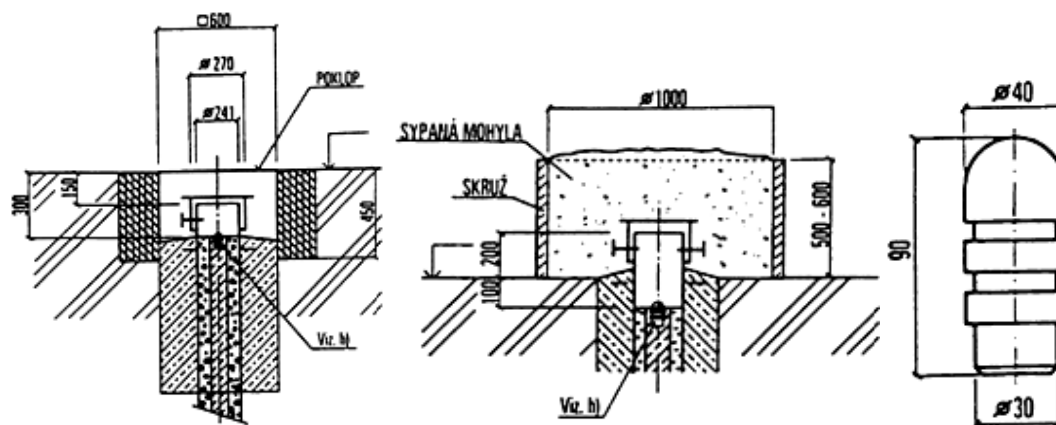
Dále na hřebové, které jsou rozměrově menší a osazují se do zdiva, pilířů, propustí apod. ve svislé nebo vodorovné poloze.



Obr. č. 6 Hřebová značka, Švec (2006)

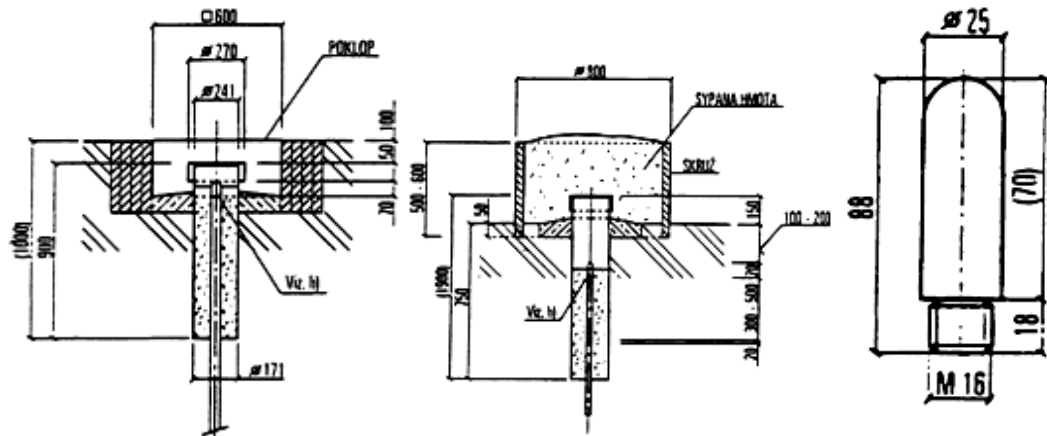
Dále se body mohou dle vyhlášky 1995/31Sb. stabilizovat skalní značkou, kterou je vyhlazená vodorovná ploška nebo vodorovná ploška s polokulovým vrchlíkem uprostřed.

Dále hřebovou značkou pro hloubkové stabilizace



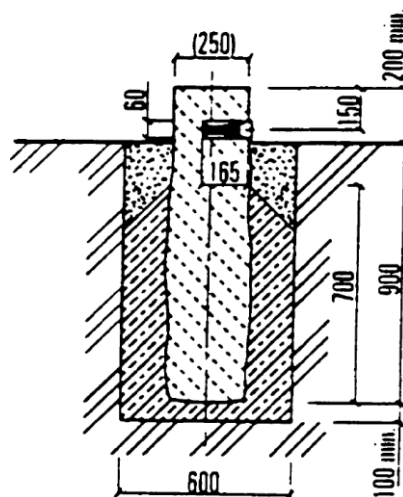
Obr. č. 7, 8 Hloubková stabilizace, Obr. č. 9 Hřebová značka pro hloubkové stabilizace, Vyhláška (1995/31Sb.)

Dále hřebovou značkou pro tyčové stabilizace



Obr. č. 10, 11 Tyčové stabilizace, Obr. č. 12 Hřebová značka pro tyčové stabilizace, Vyhláška (1995/31Sb.)

Tam kde není vhodných objektů, osazují se nivelační značky obvykle z boku do tzv. nivelačních kamenů. Ty jsou představovány mohutnými hrubě opracovanými žulovými kvádry o rozměrech (20x20x100cm), které jsou pod zemí obetonovány a spočívají na vodorovné betonové desce. Na zdivu nad bodem nebo na ochranné červenobílé tyči v blízkosti nivelačního bodu bývá umístěn štítek s textem “Státní nivelace. Poškození se trestá“ Švec (2006)



Obr. č. 13 Nivelační kámen s nivelační značkou vsazenou z boku, Vyhláška (1995/31Sb.)

Nivelační údaje

Pro každý nivelační bod jsou vyhotoveny nivelační údaje, které obsahují především jeho označení (číslo bodu a označení nivelačního pořadí, nadmořskou výšku v systému Bpv). Dále je uvedena platnost (datum) nivelačního údaje, kraj, okres a číslo mapového listu, kde se bod nachází, číslo předcházejícího bodu, délka oddílu,

vzdálenost od počátku pořadu, nivelační převýšení, tíhová redukce a oprava z vyrovnání. V popisných údajích je uvedeno katastrální území, druh značky, způsob osazení a výška nad zemí. Následuje situační náčrtek orientovaný k severu, který slouží k vyhledání bodu. Nivelační údaj končí uvedením stupně stability, geomorfologickým popisem místa, uvedením organizace s datem, která bod stabilizovala a jménem, kdo a kdy vyhotovil a kontroloval nivelační údaj. Blažek (1994)

V dnešní době jsou k nivelačním údajům přidány i souřadnice v S-JTSK a poloha určená v zeměpisné délce a šířce v souřadnicovém systému GPS.

5.2.1 Výškový souřadnicový systém Balt po vyrovnání

Nadmořské výšky bodů výškového bodového pole se vztahují k nule kronš tadtského vodočtu, vyjadřující střední hladinu Baltického moře. Výškový systém se nazývá „výškový systém baltský – po vyrovnání“, ve zkratce označovaný Bpv. Blažek (1983)

5.3 Polohový souřadnicový systém

V Čechách se dnes užívá ve většině případů Křovákovo zobrazení, nesoucí jméno Ing. Křováka, které bylo v Československu zavedeno v roce 1927. Jedná se o konformní kuželové zobrazení v obecné poloze.

Dle Švece (1994) je Křovákovo zobrazení používáno jako národní (neumožňuje při zachování přesnosti výrazně překročit hranice státu) pro civilní potřeby. Body Besselova elipsoidu jsou konformně převedeny na tzv. Gaussovu kouli ($r = 6\,381$ km) a odtud konformně na obecně položenou kuželovou plochu. Pro tento postup je Křovákovo zobrazení označováno jako dvojité.

Dle serveru www.cuzk.cz je v České republice 73 000 center trigonometrických a zhušťovacích bodů.

Dle vyhlášky (1995/31 Sb.) polohové bodové pole obsahuje

a) základní polohové bodové pole, které tvoří

aa) body referenční sítě nultého řádu,

ab) body Astronomicko-geodetické sítě (závazná zkratka "AGS"),

ac) body České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka "ČSTS"),

ad) body geodynamické sítě,

b) zhušťovací body,

ba) zhušťovací body,

bb) ostatní body podrobného polohového bodového pole.

c) podrobné polohové bodové pole.

aa) Body referenční sítě nultého řádu

Dle Cimbalíka (1997) referenční síť nultého řádu vznikala tak, že se postupně připojovaly vybrané geodetické body pomocí technik kosmické geodézie k souřadnicovému systému ETRS-89

ab) Body Astronomicko-geodetické sítě (závazná zkratka "AGS")

Polohová síť je, dle Švece (2006) tvořena dvěma překrývajícími se trojúhelníkovými sítěmi, pokrývající každá celé území státu. První je astronomicko-geodetická síť (AGS), která vznikala od 30. let jako základní síť. Na rozdíl od mnoha jiných států není totožná s I. řádem České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka "ČSTS"), AGS má 144 bodů vytvářejících trigonometrickou (trojúhelníkovou) síť s průměrnou délkou stran 36 km. AGS umožňuje spojení se sítěmi sousedních států.

ac) Body České státní trigonometrické sítě (závazná zkratka "ČSTS"),

ČSTS byla dokončena, po vývoji začínajícím v minulém století, v 50. letech na území celého Československa. Člení se na 5 řádů. Body nižšího řádu plošně zhušťují síť bodů řádu vyššího. Hustota bodů V. řádu je od 1 do 3 km, v průměru 1,5 km. Relativní polohová přesnost, vztážená k sousedním bodům sítě, je udávána hodnotou 15 mm. Švec (2006)

ad) Body geodynamické sítě

Geodynamická síť je tvořena kvalitně vybudovanou sítí, která je opakovaně zaměřována pomocí GPS, velmi přesné nivelace a gravimetrickým měřením. Úkolem sítě je sledování pohybu zemského povrchu.

ba) Zhušťovací body

Mají zhušťovat trigonometrickou síť tam, kde je málo bodů. Dle Mašina a kol (1969). Zhušťovací body se stabilizují jednou podpovrchovou a jednou nadzemní značkou. Za zhušťovací body se volí s výhodou i přirozené signály, věže kostelů, kapliček a podobně. Nejdůkladnějším způsobem stabilizace jsou 3 značky, jedna povrchová a 2 nadzemní.

bb) Ostatní body podrobného polohového bodového pole.

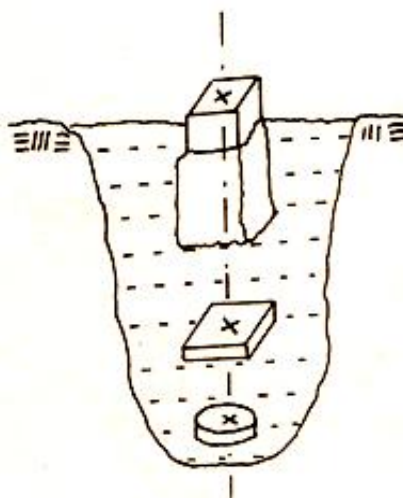
Jde především o body, které už jsou stabilizovány jiným způsobem např. nivelační kameny, stabilizované tíhové body, hraniční kameny.

c) Podrobné polohové bodové pole.

Nacházejí se v přírodě jako trvale nebo dočasně stabilizované body.

Stabilizace polohových bodů

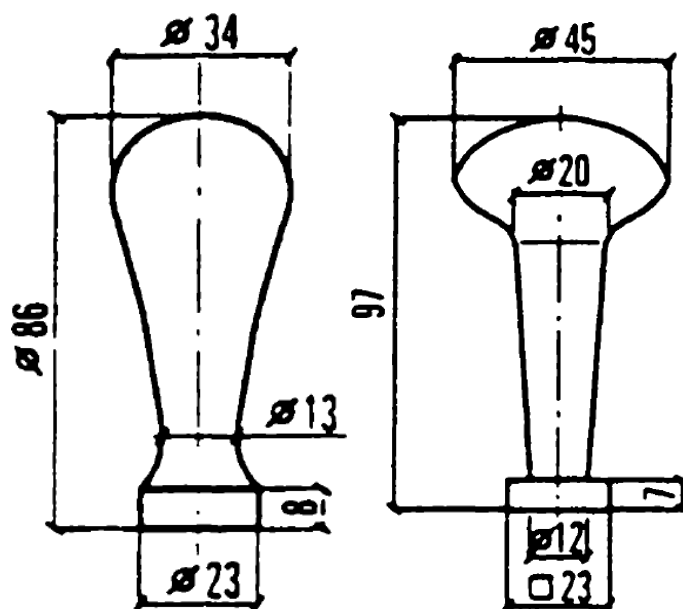
Za trigonometrické body se také velmi často volí dle Hánka (2007) například makovice kostela, bod se musí zajistit dvěma zajišťovacími body, mezi kterými musí být vzájemná viditelnost a maximální vzdálenost 500m. Pokud taková stabilizace není možná, volí se většinou povrchová značka délky 0,8, jejíž hlava tvaru krychle o straně 0,2 m má vytesaný úhlopříčný křížek. Tato povrchová značka je jištěna dvěma podzemními značkami, obvykle kamennou a skleněnou, vždy s křížkem na horní ploše. Jáma se zasypává odlišným materiálem pro usnadnění při případném vyhledávání.



Obr. č. 14 Stabilizace trigonometrického bodu Švec (1994)

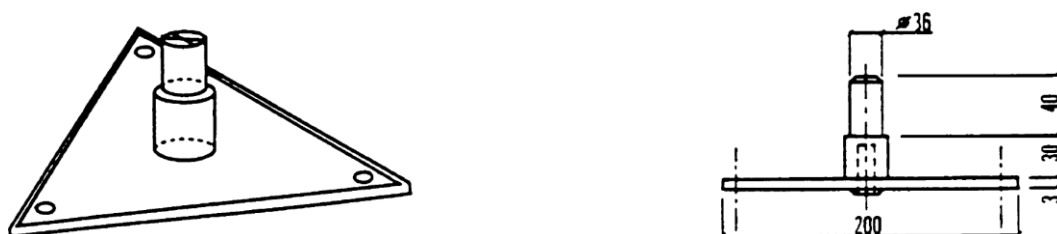
Trigonometrický bod může být stabilizován povrchovou značkou jako v prvním případě a podzemní značkou, kterou je kamenná deska s křížkem jako u povrchové značky, která je zabetonovaná ve skále.

Dále povrchovou značkou jako v prvním případě nebo čepovou nivelační značkou s křížkem, popřípadě otvorem, které jsou zabetonovány ve skále (skalní stabilizace). V obou případech je značka trigonometrického bodu zajištěna čtyřmi zabetonovanými nivelačními značkami (obr. č. 15 nebo obr. č. 16) s křížkem nebo dvěma zajišťovacími body.



Obr. č. 15,16 Nivelační značky, vyhláška (1995/31Sb.)

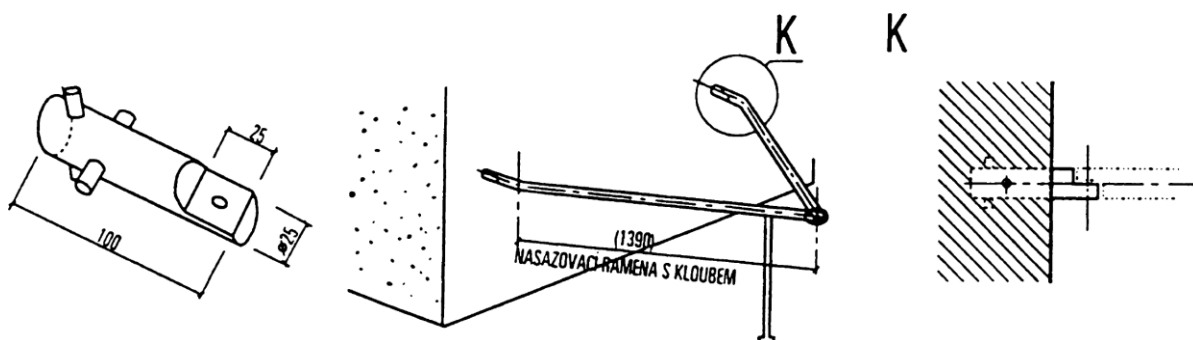
Dále střešní stabilizací dle obrázku č. 17, přitom musí být značka zajištěna 2 body mimo stavbu.



Obr. č. 17 Střešní stabilizace, vyhláška (1995/31Sb.) Střešní stabilizace

Dále dvěma konzolovými značkami zapuštěnými do svislé plochy staveb (boční stabilizace, obr. č. 18). Souřadnice bodu jsou vztaženy k vrcholu pomyslného rovnoramenného trojúhelníku (délka ramen je 1,390 m), jehož základnu vymezují konzolové značky. Nadmořská výška je vztažena vždy k horní ploše levé konzoly při

pohledu od vrcholu trojúhelníku. Trigonometrický bod je zajištěn dvěma zajišťovacími body.



Obr. č. 18 Dvě konzolové značky zapuštěné do svislé plochy staveb,
vyhláška (1995/31Sb.)

5.3.1 Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

Dle Švece (2006) se jedná o konformní (nezkreslují se úhly) kuželové zobrazení v obecné poloze. Trigonometrické body se zobrazovaly z Besselova elipsoidu na Gaussovu kouli ($r = 6381$ km), tento poloměr se zmenšil vynásobením konstantou 0,9999 (kvůli rozdělení zkreslení a zmenšení absolutních hodnot na minimum sever a jih území 14 cm, střed území 10 cm). Teprve z této Gaussovy koule se zobrazovalo na plášť kužele, který se dotýká kartografické rovnoběžky $78^{\circ}30'$. Vrchol kužele je zároveň počátkem soustavy a leží $42^{\circ}30'$ východně od Ferra, posunutém na sever od průsečíku se zeměpisnou rovnoběžkou $48^{\circ}15'S\check{S}$ a kartografické $78^{\circ}30'$ o 1298 km. Dle Švece (1994) osa $+x$ směřuje k jihu a je obrazem poledníku $42^{\circ}30'$ východně od Ferra. Poloha osy $+y$ odpovídá geodetickým pravotočivým systémům, tzn., že směřuje na kartografický západ.

Celé území ČR a SR, leží výhodně v I. kvadrantu. Souřadnice, které se uvádí v pořadí y, x , se pro území státu výrazně formálně odlišují. Švec (1994)

Pro Českou republiku nabývají hodnoty souřadnic rozmezí

Y: 950 000 m – 400 000 m

X: 1 350 000 m – 900 000 m

5.4 Metody určování výškových rozdílů

Tato kapitola se bude podrobněji zabývat metodou trigonometrického určování výškových rozdílů (trigonometrickou nivelací) a metodou technické nivelace ze

středu. Kahmen (1988) udává, že v anglicky mluvících zemích je zvolen termín pro trigonometrickou nivelaci trigonometrical levelling.

5.4.1 Trigonometrické určování výškových rozdílů

Dle (Blažka 1994) je „Trigonometrické určování výškových rozdílů metodou, která zaznamenala v posledních letech nesporný pokrok. Bylo to podmíněno zcela novým (resp. zdokonaleným) přístrojovým vybavením (elektrooptické dálkoměry, vteřinové teodolity s automatickými indexy výškového kruhu, programovatelné kalkulátory a osobní počítače) i úplnějšími znalostmi o fyzikálních vlastnostech Země a zemské atmosféry (vliv relativních tížnicových odchylek a vertikální složky refrakce na měřené zenitové úhly). Protože vliv refrakce zůstává základním limitujícím faktorem zvyšování přesnosti v geodézii, je účelné si při studiu této metody (kde je tento vliv nejvíce patrný) zopakovat některé znalosti z fyziky, týkající se šíření paprsku v nehomogenní zemské atmosféře a uvést alespoň v přehledu hlavní směry, kterými se ubíral výzkum refrakce v minulosti.“

Trojpodstavcová souprava

Pro své měření jsem zvolil metodu trigonometrické nivelace za použití trojpodstavcové soupravy. Metoda spočívala v tom, že na základě tří podstavců (1 pro stativ a 2 pro hranoly) jsem metodou trigonometrické nivelace určil převýšení. Na známý bod jsem postavil nivelační lať a přečetl čtení, poté jsem postavil na dohled přístroje, v maximální vzdálenosti 300 m, stativ s hranolem a zaměřil jsem čtení v obou polohách. Následně jsem přístroj odepnul z hlavy přístroje, na jeho místo vložil hranol a na místo prvního hranolu dal přístroj a měření opakoval. Na další vzdálenost jsem dal opět hranol a takto pokračoval až na vrchol hory označený žulovým hranolem, kde jsem zaměřil opět na lať, po přečtení jsem opakoval sestavy a skončil opět na začátečním i koncovém známém bodě s čtením na lať. Metoda má výhodu, že prakticky vylučuje chybu z centrace při měření a umožňuje záměnu přístroje a cílové značky, nebo-li umožňuje závislé centrování měřicího přístroje a měřicích značek. Směry i délky byly měřeny 2x v obou polohách dalekohledu z každého stanoviska na obě strany. Výsledek každé polohy byl poté zprůměrován. Při průměrování se vyskytla konstantní chyba z nestejně výšky stroje a cílů, protože hranoly nebyly kalibrovány na totální stanici TOPCON GTS 105N, ale byly

zapůjčeny z ČVUT a původně byly od výrobce geodetických přístrojů Nikon. Chyba z nestejně výšky stroje a cílů byla dvojnásobná, protože se měřilo vpřed i vzad a výška přístroje byla o 1 cm vyšší než výška hranolů, tudíž finálně se výškové hodnoty lišily v průměru o 2 cm. Všechny naměřené hodnoty jsem uváděl do zápisníků a poté spočítal a opravil v zápisníku trigonometrické nivelace.

Teorie refrakce

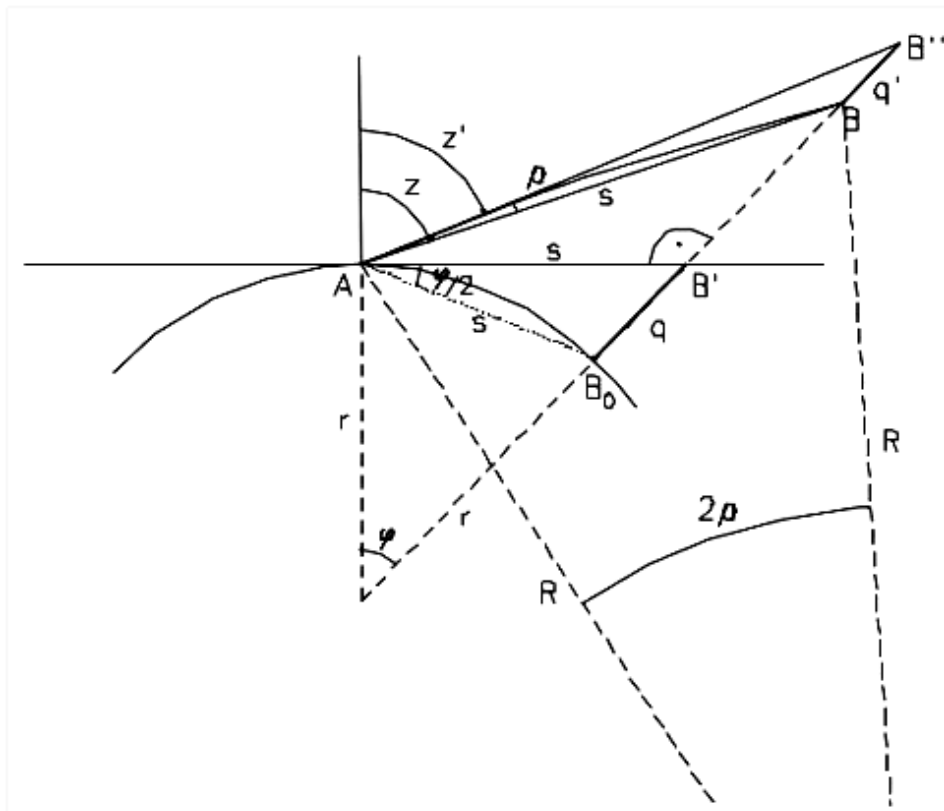
Blažek (2004) uvádí: „*Veškerá geodetická měření se uskutečňují v zemské atmosféře, a to v jejích nejnižších vrstvách – tzn. ve velmi složitém optickém prostředí. Z hlediska optických vlastností prostředí jsou nejdůležitější teplotní a tlakové poměry, které ovlivňují rozhodující měrou hustotu a tím i index lomu vzduchových vrstev. Teplota, tlak a tím i hustota vzduchu sice obecně klesá s nadmořskou výškou, ale v přízemních vrstvách nastávají i takové teplotní poměry, že hustota vzduchu je ve výšce několika metrů nad terénem větší než těsně při zemi, v tzv. mikroklimatu.*

Atmosférická refrakce – (souhrn všech refrakčních jevů v atmosféře) – je plynulé, spojitě, prostorové zakřivení světelného paprsku při průchodu nehomogenní atmosférou, které je závislé na vlnové délce světla. Paprsek prochází opticky nejkratší cestou (Fermat).

Protože hustota prostředí obvykle klesá s nadmořskou výškou, je refrakční křivka při dostatečné výšce záměry nad terénem nejčastěji konkávní k povrchu Země. Naopak v labilní přízemní vrstvě může často nastat tzv. inverze refrakce, při které je refrakční křivka vzhledem k povrchu Země konvexní.“

Jako nejběžnější a nejznámější je pro refrakci uvedená konstantní hodnota $k_0=0,1306$, kterou určil v letech 1823 -1826 Gauss z vyrovnání trigonometrické výškové sítě v Alpách, která byla stanovena pro střední Evropu a ne vždy se zcela správně používá při měření v odlišných podmínkách. Blažek (1991)

V praxi to znamená, že refrakce může nabývat i opačných hodnot v závislosti na počasí, tlaku, výšce a tudíž velká a rozdílná převýšení musí mít zákonitě rozdílné hodnoty refrakce.



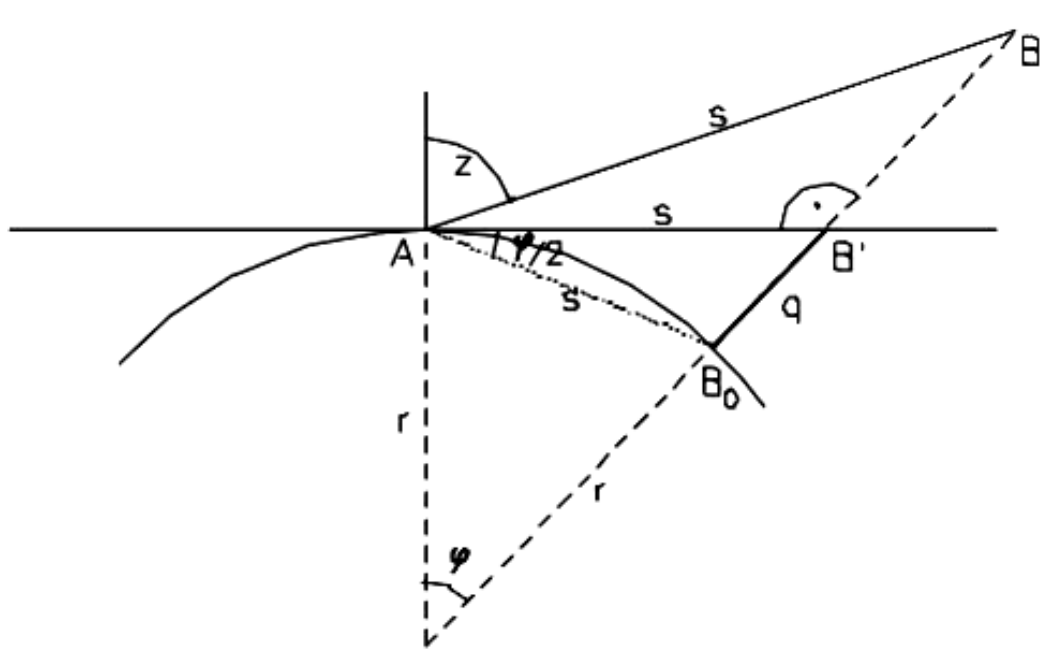
Obr. č. 19 Chyba z refrakce označená jako q' a refrakční úhel znamínkem ρ
 Mlčková (2008)

- A – stanoviško
- B – měřený bod
- S – vzdálenost mezi body AB
- R – poloměr Země
- R – poloměr refrakčního oblouku

V mém případě jsem se rozhodl opravu z refrakce nezavádět, protože jsem měřil po dobu 6 hodin, za velkých teplotních výkyvů a výkyvů počasí (děšť), rovněž převýšení bylo okolo 200 metrů.

Teorie opravy ze zakřivení Země

Vlivem zakřivení sférického obalu Země se musí měřené převýšení opravovat o chybu ze záměny horizontu. Blažek (1994) udává, že výšky měříme ke zdánlivému horizontu a je tedy nutné výšky opravit o výškový rozdíl mezi zdánlivým a skutečným horizontem.



Obr. č. 20 Chyba ze záměny skutečného a zdánlivého horizontu, jako písmeno q
Mlčková (2008)

- A – stanoviško
- Z – zenitový úhel
- S – vzdálenost bodů AB
- q – oprava ze zakřivení Země
- B' – zdánlivý horizont
- B – skutečný horizont
- r – poloměr Země

Hánek a kol. (2007) hovoří o opravě ze zakřivení Země jako o opravě ze záměny skutečného a zdánlivého horizontu a udává, že už u krátkých záměr se musí oprava zavést.

d [m]	Δ [mm]
50	0
100	1
250	5
350	10
1000	83
5000	2083

Tab. č. 1 Hodnoty opravy ze zakřivení Země, Hánek a kol. (2007)

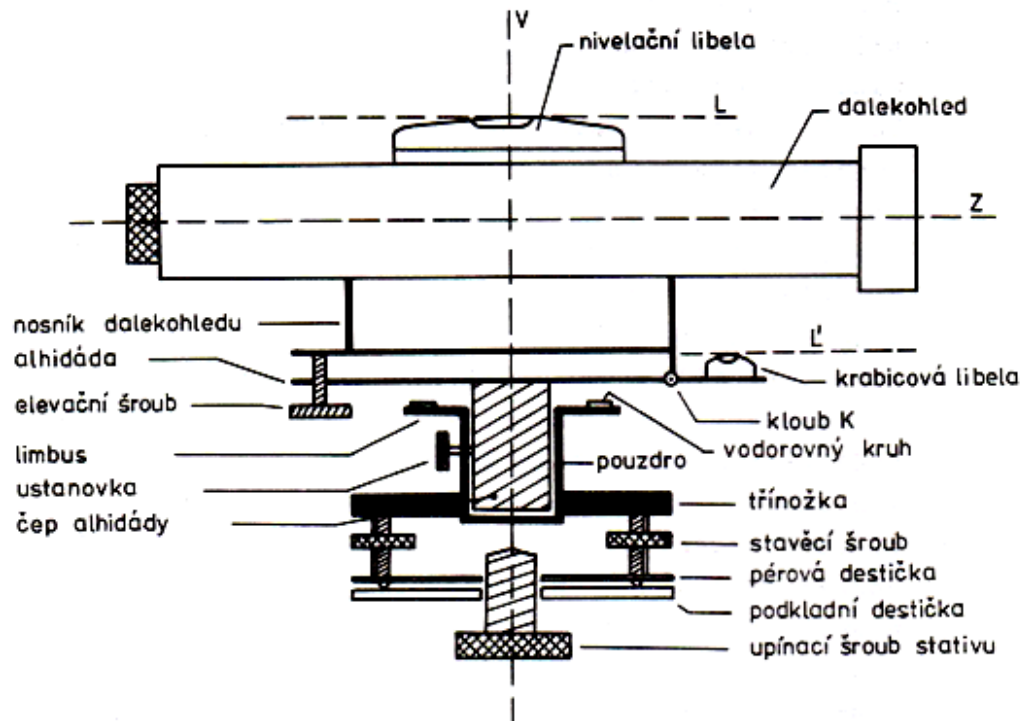
5.4.2 Technická nivelace ze středu

Dle Brychty (1996) se za technickou nivelaci považuje geometrická nivelace ze středu s rozmezím přesností nižší než pro přesnou nivelaci a dosahující maximálně hodnoty $40\sqrt{r}$

Uren (2010) udává, že v anglicky mluvících zemích se užívá termínu pro tuto metodu levelling.

Pokora a kol. (1984) uvádí: „*Máme-li při měření nivelačním přístrojem dosáhnout dobrých výsledků, musí být splněny hlavní osové podmínky.*“

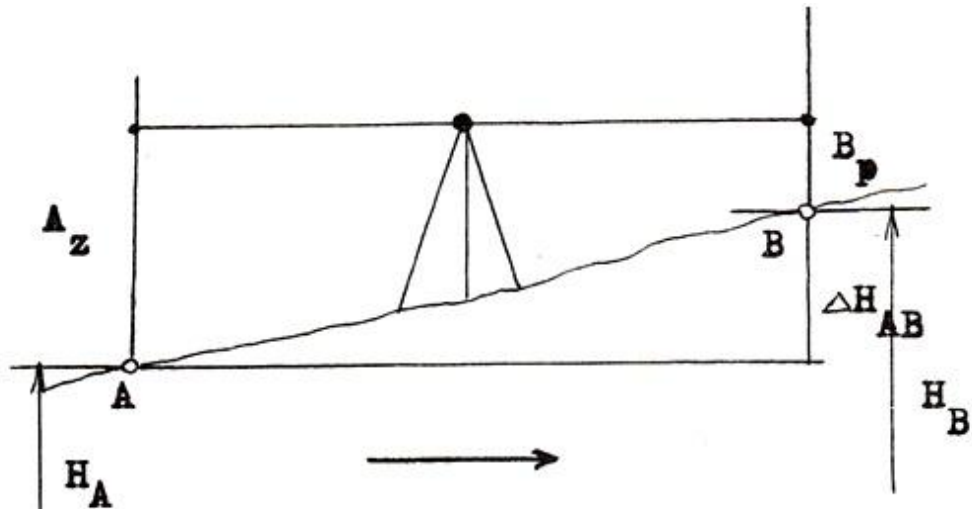
1. L' kolmá V – Osa pomocné libely má být kolmá na osu alhidády.
2. H kolmá V – Vodorovné vlákno nitkového kříže H má být kolmé k ose alhidády.
3. $Z \parallel L$ – osa nivelační libely má být rovnoběžná se záměrnou dalekohledu.



Obr. č. 21 Schéma libelového nivelačního přístroje (Brychta 1996)

Pokora (1984) dále uvádí nivelaci jako nejpřesnější metodu pro určení převýšení mezi dvěma i více body. Toto převýšení se obecně označuje Δh nebo také h_{AB} .

Převýšení bodů se získá z rozdílů výškových odlehlostí od vodorovné roviny, kterou vytyčíme buď přístrojem nebo jinou pomůckou.



Obr. č. 22 Princip geometrické nivelace ze středu, Blažek (1994)

Převýšení by se dalo vyjádřit rovnicí.

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = A_z - B_p$$

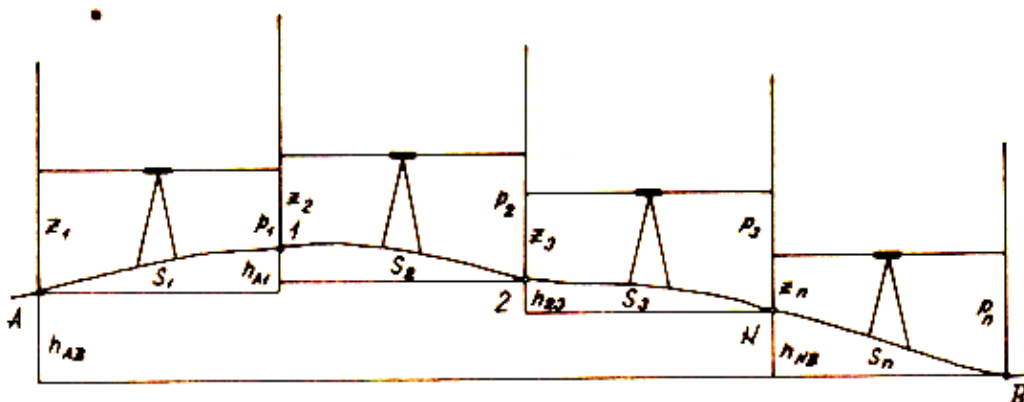
Princip nivelace nám objasňuje obrázek 4 a je založen na tom, že od vytyčené vodorovné přímky určujeme svislé vzdálenost A_z , B_p pro body A, B, jejichž převýšení chceme určit a jehož hodnota podle obrázku je

$$\Delta H_{AB} = A_z - B_p$$

Při známé výšce bodu A, se pak hledaná výška bodu B vypočte jako

$$H_B = H_A + \Delta H_{AB} = H_A + A_z - B_p$$

Blažek (1994) dále uvádí, že při větších vzdálenostech nebo i terénních překážkách či větších převýšeních je nutno vzdálenost rozdělit na n úseků a měřický úkon $n+1$ krát opakovat s postupným přenášením přístroje.



Obr. č. 23 Určení převýšení při více sestavách, Blažek (1983)

Pokora (1984) udává pro výpočet celkového výškového rozdílu jako součet všech výškových rozdílů na každém stanovisku tudíž

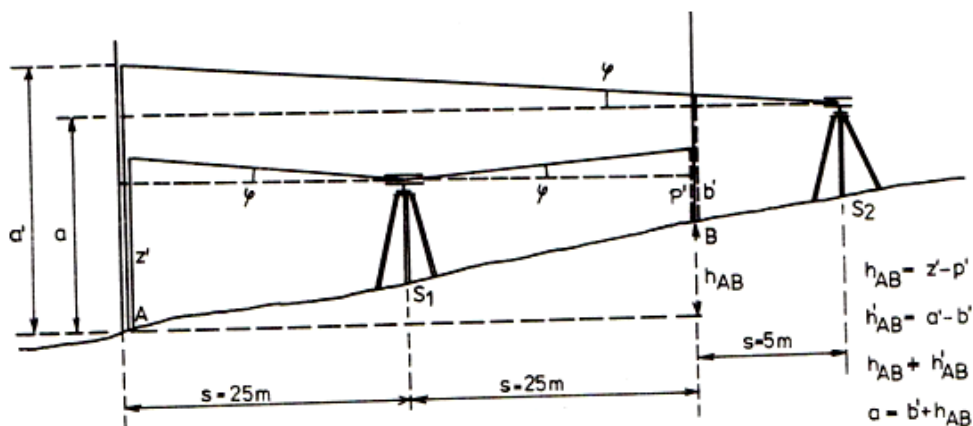
$$\begin{aligned} h_{AB} &= h_B - h_A = h_{A1} + h_{12} + \dots + h_{nB} \\ &= (z_1 - p_1) + (z_2 - p_2) + \dots + (z_n - p_n) \\ &= [z] - [p] \end{aligned}$$

Geometrická nivelace ze středu je dle Blažka (1983) nejpřesnější, nejužívanější a přitom nejjednodušší nivelační metodou.

Polní zkouška

Dle Brychty a kol (1996) by měla být před každým měřením provedena polní zkouška, která se provádí tak, že v mírném svahu se postaví 2 latě na podložky ve vzdálenosti 50 m, přístroj je postaven přesně doprostřed a zaměřeno čtení z' , p' . Z toho je vypočítáno převýšení h_{AB} . Pak je přístroj postaven 5 metrů za stanovisko B a je znovu změřeno převýšení $h'_{AB} = a' - b'$ a vypočítáno správné čtení na vzdálenější lati $a = b' + h_{AB}$.

Po vypočtení h_{AB} a h'_{AB} jsou hodnoty porovnány a neměly by se lišit o více jak 3mm. Po překročení odchylky o 5mm by bylo měření neplatné.



Obr. č. 24 Polní zkouška, Brychta a kol. (1996)

Pro můj případ vyšly hodnoty h_{AB} a h'_{AB} stejné, tudíž vyšla nulová hodnota z chyby z nevodornosti záměrné přímky.

Hennecke (1989) udává, že v němčině se používá výrazu Prüfung und Berichtigung von Nivellierinstrument, což by se dalo volně přeložit jako zkouška a oprava nivelačního přístroje.

Pokora (1984) udává, že by se s přístroji mělo zacházet co možná nejšetrněji, protože každé porušení osových podmínek má vliv na výsledky.

Ověření výšky výchozího bodu

Ověření výšky výchozích bodů je nutno provést minimálně z jednoho bodu před započítím měření, volí se většinou nejbližší možný bod. V mém případě jsem měřil z bodu Bb4-7.1 na bod Bb4-6.

5.5 Postup a harmonogram prací

První den proběhla rekognoskace terénu. Po rekognoskaci jsem zvolil jako začátek nivelačních měření bod ve vesnici Hrádek s označením Bb4-6 s nadmořskou výškou 260,446 m.n.m. (v souřadnicovém systému Balt po vyrovnání) a provedl polní zkoušku s použitím přístroje Nikon AX-2s v.č.: 902310. Zkouška dopadla tak, že odchylka byla 0 mm. Poté jsem provedl ověření výšky výchozího bodu z dalšího známého bodu Hrádek Bb4-7.1 s nadmořskou výškou 254,751 m.n.m. (BpV) a zaměřil jsem krátký nivelační pořad, který vyhovoval mezní odchylce a provedl jsem vyrovnání o 3 mm. Poté jsem se vydal z bodu Bb4-6 na vrchol hory Raná a metodou technické nivelace ze středu zaměřil výšku trigonometrického bodu Raná 3, stabilizovaného žulovým hranolem a opět jsem šel z hory na bod Hrádek Bb4-6. Po uzavření pořadu jsem zkontroloval, zda pořad nepřesahuje mezní odchylku, pořad vyrovnal a spočetl výšky bodů. Následujícího dne jsem vyšel ráno stejnou cestou, ale tentokrát s přístrojem TOPCON GTS-105N v.č.: 6H0847 a za pomoci metody trigonometrické nivelace jsem postup zopakoval. Dosažené výsledky jsem vzájemně porovnal. Celkově měřické práce trvaly tři dny, následné výpočetní práce pak byly o něco kratší.

5.6 Výpočty

Tato část práce se zabývá výpočty a opravami prováděnými při měření technické nivelace, výpočty oprav měření a opravami ze zakřivení Země u trigonometrické nivelace.

5.6.1 Výpočet trigonometrické nivelace

U trigonometrické nivelace jsem nejprve vypočetl zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, který je také přiložen v přílohách, a to tak, že jsem nejdříve zprůměroval jednotlivé hodnoty svislého úhlu v první a druhé poloze přístroje. Součet obou úhlů v dvou polohách dalekohledu, by teoreticky měl být dohromady 400 gradů, jak uvádí Bajer (1997). Ve skutečnosti to tak není, součet hodnot dosahuje hodnoty okolo 400 gradů a které se dle Pelikána (1988) musí opravit o indexovou chybu, která má po vypočtení jasnou hodnotu a musí se přičíst k průměru zenitového úhlu v první poloze dalekohledu.

Ze šikmé vzdálenosti a zenitového úhlu, jsem následně vypočítal vodorovnou vzdálenost pomocí vzorce:

$$D = D' \cdot \sin Z$$

D – vodorovná vzdálenost

D' – šikmá vzdálenost

Z – zenitový úhel

Vypočtené a zprůměrované hodnoty ze zápisníku měřených zenitových úhlů a vzdáleností jsem zadal do programu Microsoft Excel, kde jsem vypočítal rozdíl měření vzad a vpřed a průměrem hodnot odstranil chybu z nestejně výšky trojpodstavcové soupravy.

Z měření vyšlo, že jsem zaměřil 22 sestav trigonometrické nivelace trojpodstavcovou metodou, které je nutno opravit o opravu ze zakřivení Země a opravu z vyrovnání. Opravu ze zakřivení Země +40 mm jsem vyrovnal tak, že jsem jí vydělil celkovou délkou pořadu a přičetl dle závislosti na vodorovné délce. Opravu z vyrovnání jsem spočítal tak, že jsem nejdříve spočetl rozdíl počáteční a konečné nadmořské výšky, opraven o opravu ze zakřivení Země a výslednou hodnotu rozdělil mezi nivelační sestavy stejným způsobem, jako opravu ze zakřivení Země.

Následně jsem použil zápisník pro výpočet trigonometrické nivelace, hodnoty zapsal a počítal podobně jako normální technickou nivelaci. Poté už jsem jen zadal nadmořskou výšku počátečního bodu, ke které jsem přičetl výsledné převýšení, opravu ze zakřivení Země a opravu z vyrovnání.

5.6.2 Výpočet technické nivelace ze středu

Výpočty jsem prováděl přímo do zápisníků pro technickou a plošnou nivelaci, které jsou přiloženy v přílohách. V prvním nivelačním pořadu, který byl jen kontrolní, pro ověření výšky výchozího bodu, jsem rovnou provedl zkoušku přístroje. Druhý nivelační pořad o délce 3 kilometry, jsem již provedl rovnou. Protože jsem začínal a končil na stejném bodě, měly by se teoreticky sumy záměr vpřed a vzad rovnat stejným hodnotám. Švec (2006) udává, že i když měříme několikrát stejnou veličinu za stejných podmínek, nedosáhneme zpravidla stejných výsledků. Naměřené hodnoty se musí vyrovnávat, jinak řečeno hledáme nejpravděpodobnější a nejpřesnější naměřenou hodnotu. V mém případě se hodnoty sumy záměr vpřed a vzad lišily o -26mm a musel jsem tedy nivelační pořad vyrovnat. Oprava z vyrovnání se provádí tak, že se přičítá nebo odečítá k sumě záměr vzad hodnota dle výsledku opravy. V našem případě jsem naměřil 138 nivelačních sestav, mezi které jsem rovnoměrně rozložil opravu z vyrovnání. Jelikož nevím, kde se stala chyba, mají všechny naměřené jednotlivé sestavy stejnou váhu a výsledná oprava se přidává rovnoměrně. Výsledkem je, že na každou pátou až šestou nivelační sestavu vychází oprava -1 mm. Takto opravené hodnoty se přičítají (při hodnotách záměr vzad) a odečítají (při hodnotách záměr vpřed) k nadmořské výšce počátečního bodu. Do poznámek se zapisuje délka jednotlivých sestav, vždy od počátečního bodu sestavy ke koncovému bodu sestavy, která je udávána v krocích a slouží k finálnímu součtu kroků a výpočtu mezní dovolené odchylky.

V zápisníku je tedy pro každý bod nivelačního pořadu jeho vlastní nadmořská výška opravená o hodnotu z vyrovnání. Tímto způsobem jsem pokračoval ve výpočtech až do koncového bodu, kde jsem končil opět na známém bodě, v našem případě na počátečním bodě, kde se musí zeměměřič dostat opět do stejné nadmořské výšky bodu. Všechny hodnoty se počítají na milimetry.

6 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V této kapitole porovnávám výsledky měření dvěma metodami technické nivelace a trigonometrického určování výškových rozdílů (trigonometrické nivelace). První metodou technické nivelace vyšlo 457,327 m.n.m. v souřadnicovém výškovém systému Bpv, trigonometrickou nivelací vyšla hodnota 457,291 m.n.m. v souřadnicovém výškovém systému Bpv. Všechny hodnoty a výpočty jsou v příložených zápisnicích.

6.1 Hodnocení přesnosti měření

Pořad délky 4 132 kroků jsem dále upravil tak, že výslednou sumu kroků jsem vynásobil koeficientem 0,75 a získal hodnotu délky nivelačního pořadu 3 099 m. Tuto délku jsem následně použil při výpočtu mezní odchylky dle vzorce $40\sqrt{R}$ v km, což znamená $40\sqrt{3,099}$ a vyšla mezní dopustná odchylka $\pm 70,41$ mm, zaokrouhlená na ± 70 mm. Dle (Blažka 1994) bychom se vešli s naším rozdílem -26 mm i do zpřesněné mezní odchylky $20\sqrt{R}$, která činí ± 35 mm a je přesně na rozhraní dle Švece (2006) který udává hodnotu pro technickou nivelaci při měření tam a zpět $(15-60)\sqrt{R}$. Z výše uvedeného vyplývá, že hodnota by vyšla $15\sqrt{3,099}=\pm 26,40$, tudíž by měření nepřekročilo tyto mezní odchylky.

U trigonometrické nivelace byl, kvůli přímosti pořadu a méně měřickým představám a delším záměrům, pořad délky 2811,996 m. Po zaokrouhlení na 2811m vyšla mezní odchylka ze vzorce $40\sqrt{R}$ o hodnotě ± 67 mm. Po výpočtech vyšel rozdíl 95 mm, který se použil k dalším výpočtům - k opravě ze zakřivení Země, která se počítala pro každou záměru zvlášť dle vzorce $q=D^2/2R$, $R= 6380\ 000$ m a celkově činila +41 mm, tudíž oprava z měření byla $95\text{mm} - 41\text{mm} = 54\text{mm}$ a je menší, než mezní odchylka $\pm 67\text{mm}$, tudíž pořad splňoval podmínky.

6.2 Nadmořské výšky měřických bodů

Dle geodetických údajů má trigonometrický bod 3 Raná výšku 457,21 m. n. m. V geodetických údajích není určena metoda měření ani kdo měření prováděl. Je uvedeno pouze, že jde o trigonometrický bod, s orientací na bod 14 ve vzdálenosti

2987,021m. Bod Bb4-6 má hodnotu 260,446m.n. m. a další použitý bod při kontrole měřických bodů má hodnotu 254,751m. n. m. a jmenuje se Bb4-71.

6.3 Seznam nadmořských výšek vypočtených trigonometrickou a technickou nivelací

Výpočet z trigonometrické nivelace 457,291m.n. m.

Výpočet z technické nivelace ze středu 457,327 m. n. m.

Údaj v Geodetických údajích 457,210 m. n. m.

7 DISKUZE

K měření převýšení se dá použít mnoho metod. Mnou zvolené metody: technická nivelace a trigonometrická nivelace za pomoci trojpodstavcové soupravy, se zdály být, z hlediska časové náročnosti a požadavků na přesnost, vyhovující. Také zvolené opravy a vyrovnání se mně jevily jako nejsprávnější. Po prostudování Blažka (1994) a konzultaci s vedoucím práce Ing. Loulou, jsem se rozhodl vynechat opravu z refrakce. Názory na tento problém se u autorů odborných publikací různí, většinovým názorem autorů Mlčková (2008), Brychta (1996) je zavedení Gaussovy konstanty pro střední Evropu $k_0 = 0,1306$, ale odborníci se shodují, že problematika opravy z refrakce je velmi složitá a upozorňují na často nešťastné a chybné zavádění oprav z refrakce.

Metoda trigonometrické nivelace za pomoci trojpodstavcové soupravy byla o poznání rychlejší a méně pracná, než metoda technické nivelace, ale metoda technické nivelace se vyznačovala vyšší přesností. Také polní zkouška s výsledkem 0 mm a dosažená oprava z vyrovnání naznačují, že metoda technické nivelace je přesnější. V kancelářských pracích se ukázala jako jednodušší metoda technické nivelace, i přes vyšší počet sestav, protože měla jednodušší výpočet.

Při výpočtu trigonometrické nivelace se muselo vypočítat: Zprůměrování jednotlivých hodnot svislých úhlů v první a druhé poloze a následné opravení o indexovou chybu čtení v první poloze, následně opravit o konstantní chybu z nestejných výšek přístroje a cílů, která se opravila zprůměrováním svislých úhlů. Zprůměrovat svislé délky, ze kterých se vypočítaly vodorovné, dále se musela provést oprava ze zakřivení Země a poté teprve provádět vyrovnání.

Z výsledků je patrné, že se mnou vypočtené údaje liší o téměř 10 cm od hodnoty v geodetických údajích. Jde o poměrně velký rozdíl. Jako nejpravděpodobnější se zdá být, že bod byl zaměřen trigonometrickou metodou za pomoci Theodolitu. Další možností také je, že jsem se ve svém měření mýlil, ale tato možnost se mi zdá jako méně pravděpodobná, protože jsem použil dvě, na sobě nezávislé metody a postupy a obě měření vyšla v mezních odchylkách.

8 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zkontrolovat nadmořskou výšku nejvyššího bodu hory Raná, který je stabilizován žulovým kvádrem, pomocí dvou geodetických metod. V roce 1991 proběhla na bodu reambulace a z geodetických údajů vyplývá, že trigonometrický bod Raná 3 má v současné době jednu orientaci na bod 14 vzdálený téměř 3 km. Není uvedený autor, který prováděl měření, chybí informace o způsobu měření a další formální náležitosti. Pravděpodobně byl bod připojen pomocí trigonometrického měření v první republice.

Při mnou prováděném měření vyšly, na základě dvou na sobě nezávislých metod technické nivelace a trigonometrické nivelace pomocí trojpodstavcové soupravy, dva výsledky, které jsou o 117 mm vyšší při mezní odchylce vypočtené ze zpřesněného vzorce dle Blažka (1994) $20\sqrt{R}$, kterou vyšla hodnota ± 35 mm při opravě -26 mm a při metodě technické nivelace ze středu a o 81 mm s vypočtenou mezní odchylkou dle klasického vzorce $40\sqrt{R}$, kde se opravovala hodnota $+55$ mm při mezní odchylce ± 67 mm, pro metodu trigonometrické nivelace pomocí trojpodstavcové soupravy.

Úkol zkontrolovat nadmořskou výšku hory Raná byl splněn a výsledky jsou přiloženy v zápisnících. Na základě svých výsledků se domnívám, že nadmořská výška bodu není správná a z výpočtů vyplývá, že hodnota by měla být mezi 457,291 - 457,327 spíše se přibližující k vyšší hodnotě z technické nivelace, protože podléhala menší opravě a je zpřesněná menší mezní odchylkou. Nicméně dle bezvýznamnosti bodu si myslím, že dosavadní údaj v geodetických údajích je možné ponechat, jelikož v mapách je uveden údaj 457 m. n. m. v celých metrech, tudíž není chyba nijak zásadní. Pravděpodobně se na bodu neměřilo několik let, možná od jeho stabilizace.

Při budoucích měřeních z trigonometrického bodu Raná nebo připojování nových bodů, bych ale doporučil bod přeměřit a zkontrolovat nadmořskou výšku.

Co se týče dalších úkolů, popsal jsem metodiku měření technické nivelace ze středu a trigonometrické nivelace za použití trojpodstavcové soupravy. K oběma metodám jsem stručně shrnul použité opravy z vyrovnání, problematiku opravy z refrakce a opravu ze zakřivení Země. Dále jsem stručně shrnul měřické chyby, souřadnicové systémy používané na území ČR a stabilizace bodů souřadnicových systémů.

Domnívám se, že úkoly uvedené v zadání bakalářské práce jsem splnil.

9 PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [ARCHAIKUM] <www.rsc.hyperlinx.cz/skola/zapisniky.php> [cit. 13.2.2015].
- BAJER M., PROCHÁZKA J., 1997: INŽENÝRSKÁ GEODÉZIE 10, 20 Návody ke cvičením, Vydavatelství ČVUT, 192s., ISBN 80-01-01673-0
- BLAŽEK R., JANDOUREK J., 1994: Geodézie (Úpravy měřených veličin a výškopis), Vydavatelství ČVUT, 164 s., ISBN 80-01-00611-5
- BLAŽEK R., JANDOUREK J., PLACHÝ V., 1983: Geodézie II/2, Ediční středisko ČVUT, 107 s.
- BLAŽEK R., SKOŘEPA Z., 1997: GEODÉZIE 30 Výškopis, Vydavatelství ČVUT, 93s., ISBN 80-01-01598-X
- BRYCHTA M., a KOLEKTIV, 1996: STAVEBNÍ GEODÉZIE 10 Praktická výuka I, Vydavatelství ČVUT, 163 s., ISBN 80-01-01121-6
- CIMBALÍK M., MERVART L. 1997: Vyšší geodézie 10, ČVUT v Praze, 171s, ISBN 80-01-01597-1
- ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ <<http://bodovapole.cuzk.cz/>> [cit. 13.3.2015].
- GEOSEVER<http://www.geoserver.cz/totalni-stanice/totalnistanice/totalni_stanice_topcon_rada_gts_105n_kredity-1375>[cit. 10.2.2015].
- GEOOBCHOD<<http://geoobchod.cz/nikon-nikon-ax-2s-nivelacni-sada-s-prislusenstvim-C-312-D-1597.html>>>[cit. 10.2.2015].
- GEOPORTÁL ČUZK < <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec>>[cit. 13.3.2015].
- GEOVAP<<http://eshop.geovap.cz/totalni-stanice/topcon/gts-105n/gts-105n.html>>[cit. 10.2.2015].
- HÁNEK P. A KOLEKTIV, 2007: STAVEBNÍ GEODÉZIE, Nakladatelství ČVUT, 133s., ISBN 978-80-01-03707-2
- HENNECKE F., 1989: VERMESSUNGSTECHNIK für Bauingenieure, VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 250s., ISBN 3-345-00288-4
- CHAMOUT L., SKÁLA P., 2003: Geodezie, Česká zemědělská univerzita v Praze, 196 s., ISBN 80-213-1049-9
- Informační tabule Národní přírodní rezervace Raná
- KAHMEN H., FAIG W., 1988, Surveying, 578s. Walter De Gruyter Inc, Berlin and New York ISBN 3-11-008303-5

- MAŠÍN Z., CÍSAŘ J., KOŠTÁL A., 1969: Geodézie pro 1. a 2. ročník středních průmyslových škol zeměměřičských, 393 s.
- MLČKOVÁ D., 2008: GEODETICKÉ VÝPOČTY, 2. část, ©spszememericka, Praha. 64s.
- NAKLADATEL S&D, 2009: Lounsko a Dolní Poohří 58, Nakladatelství S&D, 284 s., ISBN: 978-80-86899-21-3
- NOVÁK Z., PROCHÁZKA J., 1996: Inženýrská geodézie I, Vydavatelství ČVUT, 181 s., ISBN 80-01-01446-0
- PELIKÁN M., PROCHÁZKA E., 1988: GEODÉZIE, Ediční středisko ČVUT, 199s.
- POKORA a KOL.,: 1982: Geodézie pro stavební fakulty, Geodetický a kartografický podnik v Praze, 432 s.,
- Předpis č. 31/1995 Sb. Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením
- RATIBORSKÝ J., 2005: Geodézie 10, česká technika - nakladatelství ČVUT, 234 s., ISBN 80-01-03332-5
- SOKOL Š., STANĚK V., FABIÁN M., 1991: VÝUČBA GEODÉZIE V TERÉNĚ, Slovenská technická univerzita v Bratislavě, 135s., ISBN 80-227-0442-3
- ŠVEC M., HÁNEK P., 1994: Geodézie pro stavební obor, Vydavatelství ČVUT, 175 s., ISBN 80-01-01064-3
- ŠVEC M., HÁNEK P., 2006: Stavební geodézie 10, nakladatelství ČVUT, 175 s., ISBN 80-01-03403-8
- UREN J., PRICE B., 2010: Surveying for Engineers, MS&E UK, 816s., ISBN-13: 9780230221574
- VITÁSEK J., PAŽOUREK J., 1993, VYBRANÉ KAPITOLY Z GEODÉZIE, Nakladatelství CERM Brno, 135s.

10 PŘÍLOHY

Seznam obrázků

Obr. č. 1	-	Schéma vodorovných a svislých úhlů
Obr. č. 2	-	Řešení pravoúhlého trojúhelníku
Obr. č. 3	-	Trigonometrické určování výšek
Obr. č. 4	-	Gaussova křivka chyb
Obr. č. 5	-	Čepová značka
Obr. č. 6	-	Hřebová značka
Obr. č. 7	-	Hloubková stabilizace
Obr. č. 8	-	Hloubková stabilizace
Obr. č. 9	-	Hřebová značka pro hloubkové stabilizace
Obr. č. 10	-	Tyčové stabilizace
Obr. č. 11	-	Tyčové stabilizace
Obr. č. 12	-	Hřebová značka pro tyčové stabilizace
Obr. č. 13	-	Nivelační kamen s nivelační značkou vsazenou z boku
Obr. č. 14	-	Stabilizace trigonometrického bodu
Obr. č. 15	-	Nivelační značka
Obr. č. 16	-	Nivelační značka
Obr. č. 17	-	Střešní stabilizace
Obr. č. 18	-	Dvě konzolové značky zapuštěné do svislé plochy staveb
Obr. č. 19	-	Chyba z refrakce
Obr. č. 20	-	Chyba ze záměny skutečného a zdánlivého horizontu
Obr. č. 21	-	Schéma libelového nivelačního přístroje
Obr. č. 22	-	Princip geometrické nivelace ze středu
Obr. č. 23	-	Určení převýšení při více sestavách
Obr. č. 24	-	Polní zkouška

Seznam fotografií

Foto. č. 1 - Celkový pohled na horu Raná

Seznam tabulek

Tab. č. 1 - Hodnoty opravy ze zakřivení Země

Seznam příloh

Příloha č. 1 - Mapa bodů

Příloha č. 2 - Geodetické údaje bod Raná 3

Příloha č. 3 - Niveláčnické údaje bod Bb4-6

Příloha č. 4 - Niveláčnické údaje, bod Bb4-7.1

Příloha č. 5 - Ověření výšky výchozího bodu

Příloha č. 6 - Ověření výšky výchozího bodu

Příloha č. 7 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 1, ORIGINAL

Příloha č. 8 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 2, ORIGINAL

Příloha č. 9 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 3, ORIGINAL

Příloha č. 10 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 4, ORIGINAL

Příloha č. 11 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 5, ORIGINAL

Příloha č. 12 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 6, ORIGINAL

Příloha č. 13 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 1, KOPIE

Příloha č. 14 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 2, KOPIE

Příloha č. 15 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 3, KOPIE

Příloha č. 16 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 4, KOPIE

Příloha č. 17 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 5, KOPIE

Příloha č. 18 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 6, KOPIE

Příloha č. 19 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 1, ORIGINAL

Příloha č. 20 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 2, ORIGINAL

Příloha č. 21 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 3, ORIGINAL

Příloha č. 22 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 4, ORIGINAL

Příloha č. 23 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 1, KOPIE

Příloha č. 24 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 2, KOPIE

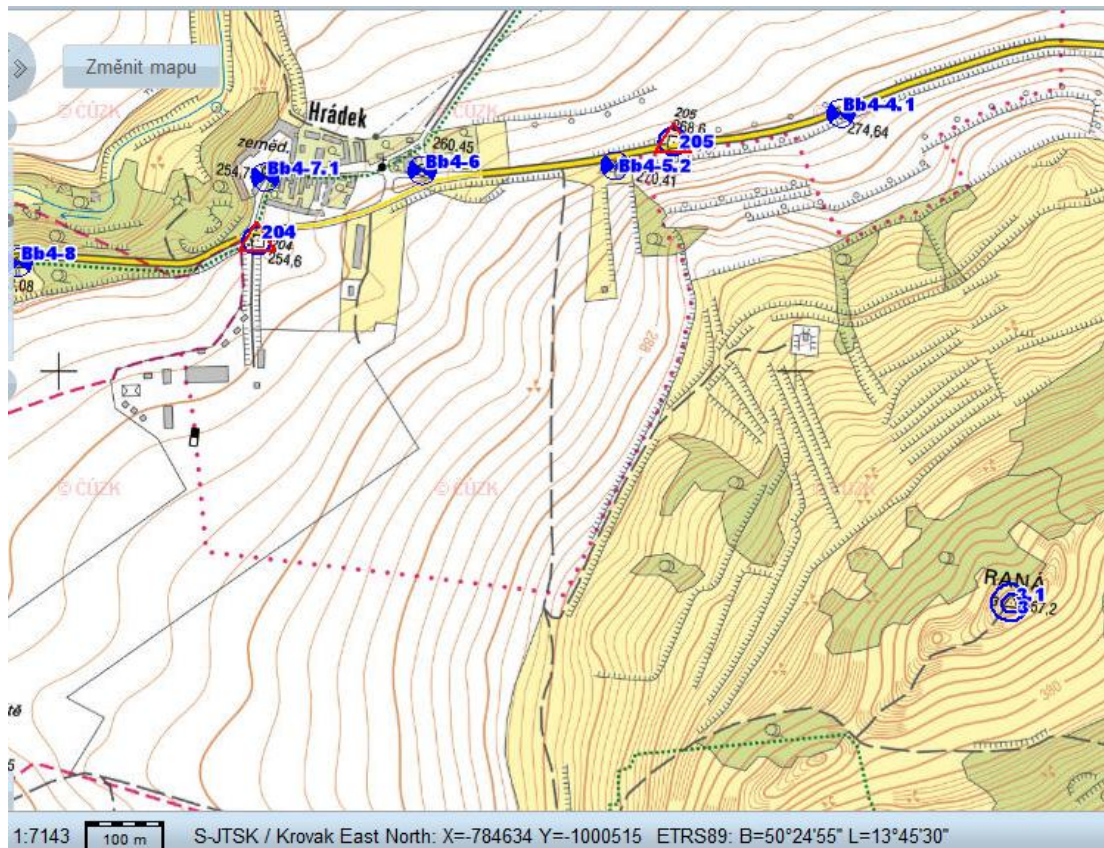
Příloha č. 25 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 3, KOPIE

Příloha č. 26 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 4, KOPIE

Příloha č. 27 - Tabulka č. 1 s výpočty pro trigonometrickou nivelaci

Příloha č. 28 - Tabulka č. 2 s výpočty pro trigonometrickou nivelaci

Příloha č. 29 - Zápisník pro výpočet trigonometrické nivelace



Příloha č. 1 - Mapa bodů, z kterých vycházelo měření - v levém horním rohu jsou vidět nivelační body Hrádek Bb 4-7.1 a Bb 4-6, v pravém dolním rohu je vidět trigonometrický bod Raná 3

GEODETICKÉ ÚDAJE trigonometrického bodu

Kraj: Ústecký kraj
Okres: Louny
Obec: Raná

List č.: 1/1
Stav k: 1991

Vytvořeno pro web 05.03.2015

TL	1316
ZM-50	02-34
SMO-5	040530

Číslo a název bodu		3	Raná			
Bod	Druh	Y	X	Nadmořská výška		
				Bpv	vztahuje se na	
3	TB	783707.42	1001314.48	457.21	hranol	
3.1	EC1	783705.60	1001315.34			

Orientace na body (ve stupních)							
Číslo		Jižník	Délka strany	Číslo		Jižník	Délka strany
14		335 09 10.5	2987.021				

Místopisný popis: Bod je na nejvyšším místě kopce Raná, který je na jihozápad od obce Raná.

Bod	3	3.1					
Stab. údaje	0,00	žula 16.16.90	0,00	kovový stožár	0,00	0,00	0,00
	.93	žula 30.30.10					
	1.15	sklo střed hrdla					
Označ. povrch, značky na bok:	△ s. TP j.						
Ochranný znak (druh, rok)							
Kat. území: Panc.čís. Druh poz.:	Raná u Loun 261/1	Raná u Loun 261/1					

Druh a výška signál, stavby nebo nárys trvalého cíle: 		Poznámky:
---	--	-----------

Zeměměřický úřad 2000

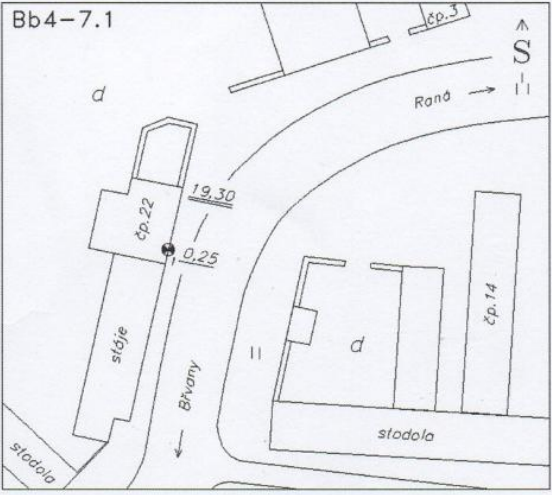
Příloha č. 2 – Geodetické údaje bod Raná 3

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bb4 Raná-Havraň						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bb4-5.2	Bb4-6	0.272	2.268	260.446 m	2003	
<p>Místopisný popis: Hrádek, dům čp.42</p>		<p>Místopis:</p>				
<p>Stav a stáří objektu: značka 0,4 m nad zemí zachovalá omítnutá podsklepená kamenná stavba z roku 1938</p> <p>Poznámky:</p>		<p>Úz. jednotka: 350706902 Okres: Louny Obec: RANÁ Kat. území: HRÁDEK U LOUN Vlastník/parc. č.: /</p>				
ZM-50	02-34		SMO-5	Louny3-0		
Druh zn.	Stupeň stab.	Stabilizoval	Druh bodu	Souřadnice v S-JTSK		
Č V	3	SZKÚ		Y	784505 m	
	Druh stab.	Ing. Čtvrtečka		X	1000728 m	dig.
	N	1953				
Zeměpisná délka		Zeměpisná šířka	Gs	Gn	Ba	
13° 45' 36,1"		50° 24' 43,1"	981047 mgal	981103 mgal	9 mgal	
Datum: 1.4.2015						

Příloha č. 3 – Nivelační údaje, bod Bb4-6

NIVELAČNÍ ÚDAJE

Nivelační pořad: Bb4 Raná-Havraň						
Předchozí bod	Nivelační bod	Délka v km		Nadmořská výška Bpv	Výška z roku	
		oddílu	od počátku			
Bb4-6	Bb4-7.1	0.246	2.514	254.751 m	2011	
<p><i>Místopisný popis:</i> Hrádek, dům č.p.22</p>			<p><i>Místopis:</i></p> 			
<p><i>Stav a stáří objektu:</i> značka 0,3 m nad zemí zachovalá omítnutá cihlová stavba z roku 1930</p> <p><i>Poznámky:</i> 1. Na objektu (stájích) byla čepová značka, bod Bb4-7 2. Nelze svisle postavit 3 m lat, možno zaměřit lat s rozšířenou patkou</p>			<p><i>Úz. jednotka:</i> 350706902 <i>Okres:</i> Louny <i>Obec:</i> RANÁ <i>Kat. území:</i> HRÁDEK U LOUN <i>Vlastník/parc. č.:</i> /</p>			
ZM-50	02-34	SMO-5	Louny 3-0			
<i>Druh zn.</i>	<i>Stupeň stab.</i>	<i>Stabilizoval</i>	<i>Druh bodu</i>	<i>Souřadnice v S-JTSK</i>		
Č Va	3	Zúřad	Y	784718 m		
	<i>Druh stab.</i>	Bartúněk		X	1000737 m	
	N	2002				
<i>Zeměpisná délka</i>		<i>Zeměpisná šířka</i>	<i>Gs</i>	<i>Gn</i>	<i>Ba</i>	
13° 45' 25,5"		50° 24' 41,8"	981048 mgal	981103 mgal	9 mgal	
<i>Datum:</i> 1.4.2015						

Příloha č. 4 – Nivelační údaje, bod Bb4-7.1

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu přístroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přesta- vového	bočního	vzad ±1	vřed -	hořad -		přestavového	určeného bočně	
Bb4-7.1		1370			256,120	254,751	15	
			1294			254,826	15	
		1820			256,646		28	zkouška přístroje
			0672			255,974	28	
		2120			258,014		34	$z' = 1546$ $a = 1792$
		-1	0826			257,268	34	$b' = 1429$ $b = 1675$
		2119			259,446		32	$q_1 = 0,117$ $q_2 = 0,117$
			0809			258,657	32	
		1817			260,454		31	$h_1 = z - p = 0,117$
		-1	0676			259,838	31	$h_2 = q - b = 0,117$
		1813			261,650		12	$h = h_1 - h_2 = 0 \text{ mm}$
			1202			260,446	12	
Bb4-6								
		11119	5421			$h = 5,695$		$30\% \times 0,75 = 226,5 \text{ m}$ $\Delta h = 40 \text{ PR} = \pm 11 \text{ mm}$
								$h = 5,695 \text{ m}$ $h' = 5,698 \text{ m}$ $\Delta h = h - h' = -0,003 \text{ mm}$ $\Delta h < \Delta h$
								$h' = (Z) - (P) = 11119 - 5421 = 5698$
								přístroj: Nikon Ax-2s v.c.: 402310 měřeno: 6.9.2014 teplota: 20°C slunečno metel: žádný výškový: žádný výškový: žádný let: 2014

Příloha č. 5 - Ověření výšky výchozího bodu, z Bb4-7.1 do Bb4-6, zkouška přístroje,
ORIGINAL

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
	přestavového	bočního			přestavového	určeného bočně	
	vzad +	vpřed -	bočně -				
Bb4-71	1,370			256,120	254,751		přístroj: Nikon Ax-2s 15
	-0,001	1,294			254,826		v.č. 902310 15
	2,820			256,646			měřeno: 6.9.2014 28
		0,672			255,974		počasí: 20°C, slunečno 28
	2,120			258,094			měřil: Pavel Vilím 34
	-0,001	0,826			257,268		zapisoval: Pavel Vilím 34
	2,179			259,446			vypočetl: Pavel Vilím 32
		0,809			258,637		lat' Čebiš 32
	1,817			260,454			31
	-0,001	0,616			259,838		31
	1,813			261,650			12
Bb4-6		1,204			260,446		12
	11,119	5,421			h=5,695		302x0,75 = 226,5 m
							R= 0,2265 km
	h'=[z] - [p] = 11,119-5,421=5,698						Δh=40xvR
							Δh=40xv0,2265
							Δh=±19mm
							h=5,695m
							h'=5,698
							oh=h-h'=-0,003
							oh<Δh
							zkouška přístroje
							z'=1,545 a'=1,792
							p'=1,429 b'=1,675
							0,117 0,117
							h1=z'-p'=0,117
							h2=a'-b'=0,117
							h=h1-h2=0mm

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 6 - Ověření výšky výchozího bodu, z Bb4-7.1 do Bb4-6, zkouška přístroje,
KOPIE

Str. 1

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočního	vzad +1	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
	2646	2,115			262,560	260,446	25	Příklad: Nikon Av-2s v.č.: 902310 měřeno: 6.9.2014 teplota: 20°C slunečno měřil: Větrm referoval: Větrm vypracoval: Větrm lat: Gibis
		3,025	0752		264,833	261,808	50	
			0,234			264,599	50	
		2281			266,860		50	
			0286			266,574	50	
		3300			269,874		27	
			0205			269,669	27	
		2912			272,586		25	
		-1	0372			272,214	25	
		2845			275,058		24	
			0291			274,767	24	
		2332			277,099		32	
			0615			276,484	32	
		3915			280,219		56	
			1172			279,227	56	
		1909			281,196		42	
			0358			280,838	42	
		2961			283,799		42	
		-1	0111			283,638	42	
		2671			286,358		20	
			0150			286,208	30	
		3185			289,373		32	
			0205			289,088	22	
		2545			291,633		32	
			0443			291,190	32	
		3283			294,473		27	
			0234			294,239	27	
		3649			297,888		50	
			0970			296,918	50	
		1499			298,917		33	
		-1	0336			298,581	33	
		2340			300,920		34	
			0,097			300,823	34	
		3772			304,515		23	
			0235			304,300	23	
		2782			307,142		11	
			0248			306,874	11	
		3364			310,258		15	
			0308			309,950	15	
		3139			313,081		12	
		-1	0124			312,965	12	
		3234			316,198		14	
			0148			316,050	14	
		3344			319,374		14	
			0155			319,231	14	
		3448			322,637		15	
			0175			322,512	15	
		2965			325,477		11	
			0162			325,315	11	
		2800			328,115		11	

Genéřiz: 3.35 - 1971

76100

RSC 608 a1.00 - 2001

Vyřka Royal Star Company, Reřie - Ekapolis

Přiloha č. 7 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 1, ORIGINAL

Str. 2

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadměřská výška horizontu stroje	Nadměřská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočného	vzad +	vřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		-1	0315		327,800		11	
		2872	0177		330,671		11	
		3265	0190		333,759		13	
		2868	0208		336,437		10	
		3123	0230		339,252		10	
		3728	0173		342,850		17	
		-1	0173		342,677		17	
		3197	0538		345,873		11	
		2604	0555		347,939		8	
		2769	0310		350,153		10	
		3257	0297		353,100		10	
		2580	0348		355,385		15	
		-1	0348		355,005		9	
		2671	0452		357,675		9	
		2796	0248		360,091		9	
		3978	0316		363,749		6	
		2937	0342		366,370		16	
		2752	0310		368,750		10	
		3043	0166		371,483		9	
		-1	0166		371,317		9	
		3137	0193		374,453		10	
		2617	0338		376,877		10	
		3709	0177		380,248		7	
		3280	0195		383,331		12	
		3250	0232		386,386		12	
		3779	0162		389,154		11	
		-1	0162		389,433		11	
		3363	0526		392,231		14	
		3398	0448		394,067		14	
		2517	0367		397,465		12	
					397,484		6	
					397,120		6	

Genézi 3.39 1971

76490 RSC G08 g1.00 2001 7980

Vytiskla Royal Star Company, Resnie - Exapols

547

Příloha č. 8 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 2, ORIGINAL

str 3,

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		3387			400,501			10
			0365			400,136		10
		3210			403,246			9
		-1	0217			403,129		9
		3270			406,378			9
			0415			406,203		9
		3455			409,658			14
			0458			409,200		14
		3573			412,713			12
			0294			412,414		12
		3846			416,265			12
			0414			415,851		17
		3522			419,373			17
			0384			418,981		11
		3885			422,874			14
		-1	0367			422,507		14
		3561			426,067			13
			0142			425,925		13
		3878			429,803			13
			0072			429,731		13
		3715			433,446			12
			0472			432,974		12
		3848			436,822			19
			0175			436,647		19
		3723			440,370			20
		-1	0285			439,485		20
		3210			442,694			19
			0130			442,564		19
		3601			446,233			12
			0259			445,974		12
		3548			449,322			12
			0308			449,014		12
		3546			452,560			13
			0212			452,348		13
		3735			456,088			10
		-1	0172			455,911		10
		2224			458,134			4
			0207			457,327		4
		0760			458,087			7
			3036			455,051		7
		0452			455,503			7
			3720			451,783		7
		0455			452,238			7
			0742			448,496		7
		0592			449,088			6
			3668			445,420		6
		0495			445,915			7
			3293			442,622		7
		1080			443,701			7
			3498			440,203		7
		0725			440,928			8

Geodézie 3.39 - 1971

71018 RSC G08 01.00 - 2001 27285

566

Vytiskla Royal Star Company, Resino - Exap

Příloha č. 9 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 3, ORIGINAL

str 4

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přesta- vového	bočného	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
			2832			438,096		
	0398				438,454			19
			3560			434,894		17
	0878				435,772			10
			3608			432,164		10
	0518				432,682			
	-1		3816			428,866		
	0459				429,324			9
			3697			425,627		9
	0550				426,177			9
			3719			422,258		9
	0635				422,813			9
			3832			419,061		9
	0718				419,779			9
			3910			416,387		9
	0520				416,909			9
	-1		3765			413,144		9
	0475				413,618			9
			3902			409,716		9
	0467				410,183			9
			3792			406,411		9
	0296				406,707			9
			3923			402,918		9
	0422				403,406			9
			3678			399,728		9
	0394				400,122			9
			3298			396,824		9
	0610				397,434			9
	-1		3185			394,249		9
	0443				394,691			9
			3745			390,946		9
	0654				391,600			9
			3372			388,228		9
	0505				388,733			9
			3635			385,098		9
	0591				385,689			9
			3984			381,705		9
	0158				381,863			9
	-1		3640			378,223		9
	0313				378,535			9
			3862			374,673		9
	0172				374,845			9
			3769			371,076		9
	0152				371,234			9
			3514			367,640		9
	0475				368,115			9
			3725			364,390		9
	0569				364,959			9
	-1		3817			361,142		9
	0235				361,476			9
			3302			358,174		9

Geokáze 3.39 - 1971 11 673 RSC 608 g1.00 - 2001 94 422

406 Vytiskla Royal Star Company, Resine - Exapots

Příloha č. 10 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 4, ORIGINAL

str 5

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		0807			358,781			7
			2454			355,327		7
		0559			355,886			9
			3547			352,331		9
		0585			352,924			7
			3674			349,250		7
		0545			349,715			8
			3770			346,025		8
		0717			346,742			6
		-1	3785			342,957		6
		0307			343,263			9
			3694			339,589		9
		0573			340,142			9
			3525			336,617		9
		0359			336,976			9
			3537			333,437		9
		0441			333,880			9
			3575			330,275		9
		0625			330,900			9
		-1	3452			327,448		9
		0595			328,042			9
			3811			324,151		9
		0625			324,776			9
			3693			321,083		9
		0557			321,635			9
			3877			317,738		9
		0334			318,077			9
			3677			314,400		9
		0725			315,125			11
		-1	3830			311,295		11
		0730			312,024			12
			3512			308,512		12
		0610			309,122			11
			3509			305,613		11
		0424			306,037			8
			3128			302,909		8
		0673			303,582			8
			3770			300,412		8
		0408			300,820			10
			3316			297,504		10
		0644			298,148			13
		-1	2915			295,753		13
		0881			296,633			18
			3775			292,658		18
		0636			293,214			20
			3645			289,649		20
		0691			290,340			40
			3490			286,850		40
		0578			287,318			21
			3430			283,968		21
		0560			284,528			22

Geodézie 3.39 - 1971

14929

RSC 908 g1.00 - 2001
28571

590

Vytiskla Royal Star Company, Reznice - Exopolis

Příloha č. 11 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 5, ORIGINAL

7h 6

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
přestavového	bočního	vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		-1	3767			230,767		27
		0357	3682		231,111	277,429		60
		0731	2867		278,160	275,293		42
		0649	3866		275,942	272,076		42
		0540	3734		272,616	269,882		27
		1022	3643		269,904	266,261		29
		0430	3531		266,614	263,060		18
		0715	2631		263,774	261,143		79
		0978	1675		262,121	260,446 ✓		84
		5416	29496					86
		256266	256240					24
		$h' = \overline{E Z J} - \overline{D J} = 256,266 - 256,240 = 0,026$						18
								70
								616
								$4132 \times 0,75 = 3099,0\text{m}$
								$AR = 40\text{VE}$
								$AR = 40,13099$
								$AR = 70\text{mm}$
								$AR' \text{ sferická } 20\text{VE}$
								$AR' = 20,3099$
								$AR' = \pm 35\text{mm}$
								$h = 260,446 - 260,446 = 0,000\text{m}$
								$h' = 0,026$
								$oh = h - h' = -0,026$
								$oh < AR' \quad oh < AR$

Geodázie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resine - Exapolis

Příloha č. 12 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 6, ORIGINAL

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka	
	přesta- vového	bočného	vzad +		vpřed -	bočné -		
Bb4-6			2,115		262,560	260,446	přístroj: Nikon Ax-2s	25
			-0,001	0,752		261,808	v.č. 902310	25
			3,025		264,833		měřeno: 6.9.2014	50
				0,234		264,599	počasí: 20°C, slunečno	50
			2,261		266,860		měřil: Pavel Vilím	50
				0,286		266,574	zapisoval: Pavel Vilím	50
			3,300		269,874		vypočetl: Pavel Vilím	27
				0,205		269,669	lat: Čebiš	27
			2,917		272,586			25
			-0,001	0,372		272,214		25
			2,845		275,058			24
				0,291		274,767		24
			2,332		277,099			32
				0,615		276,484		32
			3,915		280,399			56
				1,172		279,227		56
			1,969		281,196			42
				0,358		280,838		42
			2,961		283,799			42
			-0,001	0,111		283,688		42
			2,671		286,358			30
				0,150		286,208		30
			3,185		289,393			32
				0,305		289,088		32
			2,545		291,633			32
				0,443		291,190		32
			3,283		294,473			27
				0,234		294,239		27
			3,649		297,888			50
				0,970		296,918		50
			1,999		298,917			33
			-0,001	0,336		298,581		33
			2,340		300,920			34
				0,097		300,823		34
			3,772		304,595			23
				0,235		304,360		23
			2,782		307,142			11
				0,248		306,894		11
			3,364		310,258			15
				0,308		309,950		15
			3,139		313,089			12
			-0,001	0,124		312,965		12
			3,234		316,198			14
				0,148		316,050		14
			3,344		319,394			14
				0,155		319,239		14
			3,448		322,687			15
				0,175		322,512		15
			2,965		325,477			11
				0,162		325,315		11
			2,800		328,115			11

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 13 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 1, KOPIE

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka		
		přesta- vového	bočného	vzad +		vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně
				-0,001	0,315			327,800		11
				2,872				330,671		11
					0,177			330,494		11
				3,265				333,759		13
					0,190			333,569		13
				2,868				336,437		10
					0,208			336,229		10
				3,123				339,352		10
					0,230			339,122		10
				3,728				342,850		17
				-0,001	0,173			342,677		17
				3,197				345,873		11
					0,538			345,335		11
				2,604				347,939		8
					0,555			347,384		8
				2,769				350,153		10
					0,310			349,843		10
				3,257				353,100		15
					0,297			352,803		15
				2,580				355,383		9
				-0,001	0,378			355,005		9
				2,671				357,675		9
					0,452			357,223		9
				2,796				360,019		6
					0,248			359,771		6
				3,978				363,749		16
					0,316			363,433		16
				2,937				366,370		10
					0,372			365,998		10
				2,752				368,750		9
					0,310			368,440		9
				3,043				371,483		9
				-0,001	0,166			371,317		9
				3,137				374,453		10
					0,193			374,260		10
				2,617				376,877		7
					0,338			376,539		7
				3,709				380,248		12
					0,197			380,051		12
				3,280				383,331		12
					0,195			383,136		12
				3,250				386,386		11
					0,232			386,154		11
				3,279				389,433		11
				-0,001	0,202			389,231		11
				3,363				392,593		14
					0,526			392,067		14
				3,398				395,465		12
					0,498			394,967		12
				2,517				397,484		6
					0,364			397,120		6

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirrie - Exapolis

Příloha č. 14 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 2, KOPIE

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu	Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka		
	přestavového	bočného			vzd +	vpřed -		bočně -	přestavového
				3,381			400,501		10
					0,365			400,136	10
				3,210			403,346		9
				-0,001	0,217			403,129	9
				3,270			406,398		9
					0,195			406,203	9
				3,455			409,658		14
					0,458			409,200	14
				3,513			412,713		12
					0,294			412,414	12
				3,846			416,265		12
					0,414			415,851	12
				3,522			419,373		11
					0,384			418,989	11
				3,885			422,874		14
				-0,001	0,367			422,507	14
				3,561			426,067		13
					0,142			425,925	13
				3,878			429,803		13
					0,072			429,731	13
				3,715			433,446		12
					0,472			432,974	12
				3,848			436,822		19
					0,175			436,647	19
				3,723			440,370		20
				-0,001	0,885			439,485	20
				3,210			442,694		19
					0,130			442,564	19
				3,669			446,233		12
					0,259			445,974	12
				3,348			449,232		12
					0,308			449,014	12
				3,546			452,560		13
					0,212			452,348	13
				3,735			456,083		10
				-0,001	0,172			455,911	10
				2,224			458,134		4
Raná 3					0,807			457,327	4
				0,760			458,087		7
					3,036			455,051	7
				0,452			455,503		7
					3,720			451,783	7
				0,455			452,238		7
					3,742			448,496	7
				0,592			449,088		6
					3,668			445,420	6
				0,495			445,915		7
				-0,001	3,293			442,622	7
				1,080			443,701		7
					3,498			440,203	7
				0,725			440,928		8

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 15 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 3, KOPIE

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
			2,832			438,096		8
		0,358			438,454			11
			3,560			434,894		11
		0,878			435,772			10
			3,608			432,164		10
		0,518			432,682			8
		-0,001	3,816			428,866		8
		0,459			429,324			9
			3,697			425,627		9
		0,550			426,177			8
			3,919			422,258		8
		0,635			422,893			6
			3,832			419,061		6
		0,718			419,779			7
			3,390			416,389		7
		0,520			416,909			7
		-0,001	3,765			413,144		7
		0,475			413,618			6
			3,902			409,716		6
		0,467			410,183			7
			3,772			406,411		7
		0,296			406,707			8
			3,726			402,984		8
		0,422			403,406			6
			3,678			399,728		6
		0,394			400,122			8
			3,298			396,824		8
		0,610			397,434			6
		-0,001	3,185			394,249		6
		0,443			394,691			8
			3,745			390,946		8
		0,654			391,600			9
			3,372			388,228		9
		0,505			388,733			6
			3,635			385,098		6
		0,591			385,689			7
			3,984			381,705		7
		0,158			381,863			9
		-0,001	3,640			378,223		9
		0,313			378,535			8
			3,862			374,673		8
		0,172			374,845			9
			3,769			371,076		9
		0,158			371,234			9
			3,594			367,640		9
		0,475			368,115			9
			3,725			364,390		9
		0,569			364,959			9
		-0,001	3,817			361,142		9
		0,335			361,476			9
			3,302			358,174		9

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 16 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 4, KOPIE

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu		Čtení na lati			Nadmořská výška horizontu stroje	Nadmořská výška bodu		Poznámka
		vzad +	vpřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
		0,607			358,781			7
			3,454			355,327		7
		0,559			355,886			9
			3,547			352,339		9
		0,585			352,924			7
			3,674			349,250		7
		0,545			349,795			8
			3,770			346,025		8
		0,717			346,742			6
		-0,001	3,785			342,957		6
		0,307			343,263			9
			3,694			339,569		9
		0,573			340,142			6
			3,525			336,617		6
		0,359			336,976			9
			3,537			333,439		9
		0,411			333,850			9
			3,575			320,275		9
		0,625			330,900			8
		-0,001	3,452			327,448		8
		0,595			328,042			8
			3,891			324,151		8
		0,625			324,776			8
			3,693			321,083		8
		0,552			321,635			9
			3,897			317,738		9
		0,339			318,077			9
			3,667			314,400		9
		0,725			315,125			11
		-0,001	3,830			311,295		11
		0,730			312,024			12
			3,512			308,512		12
		0,610			309,122			11
			3,509			305,613		11
		0,424			306,037			8
			3,128			302,909		8
		0,673			303,582			8
			3,170			300,412		8
		0,408			300,820			10
			3,316			297,504		10
		0,644			298,148			13
		-0,001	2,395			295,753		13
		0,881			296,633			18
			3,975			292,658		18
		0,636			293,294			20
			3,645			289,649		20
		0,691			290,340			40
			3,490			286,850		40
		0,548			287,398			21
			3,430			283,968		21
		0,560			284,528			22

Geodézie 3.39 - 1971

RSC G08 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 17 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 5, KOPIE

Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci

Číslo bodu <small>přestavového bočného</small>	Čtení na lati			Nadmožská výška horizontu stroje	Nadmožská výška bodu		Poznámka
	vzad +	vřed -	bočně -		přestavového	určeného bočně	
	-0,001	3,767			260,761		22
	0,351			281,111			60
		3,682			277,429		60
	0,731			278,160			42
		2,867			275,293		42
	0,649			275,942			22
		3,866			272,076		22
	0,540			272,616			29
		3,734			268,882		29
	1,022			269,904			18
		3,643			266,261		18
	0,430			266,691			84
	-0,001	3,631			263,060		84
	0,715			263,774			24
		2,631			261,143		24
	0,978			262,121			18
Bb4-6		1,675			260,446		18
	256,266	256,240					4132
	$h' = [z] - [p] = 256,266 - 256,240 = 0,026$						$R = 4132 \times 0,75 = 3099\text{m} = 3,099\text{km}$ $\Delta R = 40 \times \sqrt{R}$ $\Delta R = 40 \times \sqrt{3,099}$ $\Delta R = \pm 70\text{mm}$
							$\Delta R' = 20 \times \sqrt{R}$ $\Delta R' = 20 \times \sqrt{3,099}$ $\Delta R' = \pm 35\text{mm}$
							$h = 260,446 - 260,446 = 0$ $h' = 0,026$ $oh = h - h' = -0,026$ $oh < \Delta R$ $oh < \Delta R'$

Příloha č. 18 - Zápisník pro technickou a plošnou nivelaci, str. 6, KOPIE

+ 1

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

str 1

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Stanovisko	Cíl	Pořadí dalekohledu	Skupina 1 2	součet průměr	Kontrola (I + II)	Zenitový úhel	Vzdálenost	Výška cíle
			Poznámka: U každého cíle se měří v pol. II. hned po pol. I.				vodorovná šikmá	
							m	m
1	Bb46	I	100 00 00				260,446	260,446
		II					21,151	+2,117
	2	I	97 85 76 78	85 77	+ 12		172,984	
		II	302 13 96 98	13 97	391 99 74	97 85 89	172,988	+5,817
2	2	I	102 13 46 48	13 47	+ 4		172,985	
		II	297 86 44 46	86 45	391 99 92	102 13 51	172,983	-5,800
	3	I	95 33 60 62	33 61	+ 3		125,494	
		II	304 66 36 34	66 35	391 99 96	95 33 64	125,498	9,185
3	2	I	104 65 46 44	65 45	+ 6		125,496	
		II	395 34 34 32	34 33	391 99 88	104 65 51	125,498	-9,168
	4	I	97 25 18 14	25 16	+ 1		104,293	
		II	302 74 84 80	74 82	391 99 98	97 25 17	104,295	+4,501
4	3	I	102 79 12 10	79 11	+ 5		104,294	
		II	297 20 82 76	20 79	391 99 90	102 79 16	104,295	-4,484
	5	I	97 76 92 84	76 88	+ 11		182,448	
		II	302 22 88 94	22 91	391 99 79	97 76 99	182,450	6,310
5	4	I	102 22 32 36	22 34	+ 6		182,449	
		II	297 77 58 50	77 54	391 99 88	102 22 40	182,449	-6,372
	6	I	95 47 20 16	47 18	+ 2		155,492	
		II	304 52 82 76	52 79	391 99 97	95 47 20	155,493	+11,050

RSC 612 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resine - Exagolis

Příloha č. 19 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 1, ORIGINAL

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

str. 2

(1) Stanovisko	(2) Cíl	(3) Pořadí dalekohledu	(4) Skupina 1 2 Poznámka: U každého cíle se měří v pol. II. hned po pol. I.			(5) součet průměr		(6) Kontrola (I + II)		(7) Zenitový úhel			(8) Vzdálenost vodorovná šikmá m		(9) Výška cíle m
6	5	I	104	52	08 06	52	07	+ 1				155,492 155,489	-11,033		
		II	295	47	96 88	47	92	399	99	99	104	52		08	
	7	I	90	23	34 40	23	37	+ 6				88,114 88,112	13,463		
		II	309	76	50 57	76	52	399	99	89	90	23		43	
7	6	I	109	75	06 02	75	04	+ 1				88,109 88,105	-13,442		
		II	290	24	90 98	24	94	399	99	98	109	75		05	
	8	I	90	54	14 18	54	16	+ 6				139,651 139,651	20,670		
		II	309	45	74 72	45	73	399	99	86	90	54		22	
8	7	I	109	44	80 76	44	78	+ 2				139,644 139,645	-20,649		
		II	290	55	18 18	55	18	399	99	96	109	44		80	
	9	I	85	39	00 04	39	02	+ 5				139,855 139,851	31,813		
		II	314	60	90 88	60	89	399	99	91	85	39		07	
9	8	I	114	60	08 08	60	08	+ 2				139,853 139,853	-31,795		
		II	285	37	92 84	37	88	399	99	96	114	60		10	
	10	I	82	87	90 86	87	88	+ 7				79,533 79,533	21,136		
		II	317	11	98 00	11	99	399	99	87	82	87		95	
10	9	I	117	10	80 68	10	74	+ 4				79,546 79,546	-21,120		
		II	282	87	20 18	87	19	399	99	93	117	10		78	
	11	I	78	41	02 10	41	06	+ 4				148,462 148,460	49,386		
		II	321	58	80 94	58	87	399	99	93	78	41		10	

RSC 612 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resine - Exapolis

Příloha č. 20 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 2, ORIGINAL

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

str 3

(1) Stanovisko	(2) Cíl	(3) Pořadí měření	(4) Skupina 1 2 Poznámka: U každého cíle se měří v pol. II. hned po pol. I.			(5) součet průměr		(6) Kontrola (I + II)		(7) Zenitový úhel			(8) Vzdálenost vodorovná šikmá m		(9) Výška cíle m
			1	2	3	1	2	1	2	1	2	3	1	2	
11	10	I	121	57	92	57	97	+ 12					148,456		
		II	278	41	80										41
	12	I	87	40	60	40	57	+ 7					136,319		
		II	310	57	30										59
12	11	I	110	58	10	58	09	+ 9					136,316		
		II	289	39	86										39
	RANA 3	I	100	00	00								5,002	1,210	
		II													
11	12	I	89	40	60	40	62	+ 9					136,316		
		II	310	57	20										59
	10	I	121	57	92	57	92	+ 12					148,449		
		II	278	41	92										41
10	11	I	78	41	04	41	06	+ 6					148,459		
		II	321	58	82										58
	13	I	115	08	28	08	34	+ 9					257,458		
		II	284	91	48										91
13	10	I	84	90	94	90	88	+ 9					257,462		
		II	315	08	88										08
	14	I	109	21	30	21	29	- 2					213,972		
		II	290	78	76										78

RSC 612 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Reine - Exopols

Příloha č. 21 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 3, ORIGINAL

str. 4

(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(6)		(7)	(8)	(9)
Stanovisko	Cíl	Poloha dráči ledu	Skupina 1		součet průměr	Kontrola (I + II)			vodorovná šířka <i>m</i>	<i>m</i>
			Poznámka: U každého cíle se měří v pol. II. hned po pol. I.							
14	13	I	90	77	90	77	86	+13	213,975	30,882
		II	309	21	96	21	88	309 09 74		
	15	I	102	91	66	91	72	-2	283,202	
		II	297	08	78	08	31	400,00 03	102 91 70	
15	14	I	97	07	76	07	74	+8	283,202	
		II	302	92	12	92	10	309 09 84	97 07 82	283,201
	16	I	104	67	66	67	60	+5	265,065	
		II	295	32	54	32	30	309 09 90	104 67 65	265,064
16	15	I	95	31	40	31	50	+18	265,067	
		II	304	68	60	68	14	309 09 64	95 31 68	265,055
	17	I	102	19	16	19	13	+4	27,877	
		II	297	80	10	80	79	309 09 92	102 19 15	27,878
17	16	I	97	76	70	76	68	+4	27,879	
		II	302	23	66	23	74	309 09 92	97 76 72	27,879
	Bb 4-6	I	100	00	00					1,425
		I							Přístroj: TOPCON GTS-105N	
		II							- v.c.: 610847	
									měření: 7.9.2014	
									zazámeno: 100	
									měřil: VILIM	
									zapsal: VILIM	
									vypočetl: KILIM	
		II							hranovl: CERŠ	

Příloha č. 22 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 4, ORIGINAL

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

(1)	(2)	(3)	(4)			(5)		(6)			(7)			(8)	(9)
			Skupina 1 2	Poznámka: J každého cíle se mě pol. II. hned po pol. I		průměr	Kontrola			Zenitový úhel			Vzdálenost vodorovná šikmá	Výška cíle	
				g	c		cc	g	c	cc	g	c			cc
1	Bb4-6	I	100	00	00								21,151	260,446	
			00										21,151	2,117	
	2	I	97	85	76	85	77							172,984	
			78												
		II	302	13	96	13	97	399	99	74	97	85	90	172,988	5,817
					98										
2	2	I	102	13	46	13	47							172,985	
			48												
		II	297	86	44	86	45	399	99	92	102	13	51	172,983	-5,8
					46										
	3	I	95	33	60	33	61								125,494
					62										
	II	304	66	36	66	35	399	99	96	95	33	64	125,498	9,185	
				34											
3	2	I	104	65	46	65	45							125,494	
			44												
		II	395	34	34	33	33	399	99	88	104	65	51	125,498	-9,168
					32										
	4	I	97	25	18	25	16								104,293
					14										
	II	302	74	84	74	82	399	99	98	97	25	17	104,295	4,501	
				80											
4	3	I	102	79	12	79	11							104,295	
			10												
		II	297	20	82	20	79	399	99	90	102	79	16	104,294	-4,484
					76										
	5	I	97	76	92	76	88								182,448
					84										
	II	302	22	88	22	91	399	99	79	97	76	99	182,45	6,39	
				94											
5	4	I	102	22	32	22	34							182,449	
			36												
		II	297	77	58	77	54	399	99	88	102	22	40	182,449	-6,372
					50										
	6	I	95	47	20	47	18								155,492
					16										
	II	304	52	82	52	79	399	99	97	95	47	20	155,493	11,05	
				76											

RSC G12 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 23 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 1, KOPIE

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

(1) Stanovisko	(2) Cíl	(3) Položka dalekohle	(4) Skupina 1 2 Poznámka: U každého cíle se měří pol. II. hned po pol. I.			(5) součet průměr		(6) Kontrola (I + II)			(7) Zenitový úhel			(8) Vzdálenost vodorovná šíkma	(9) Výška cíle		
			g	c	cc	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	m	m		
			6	5	I	104	52	08 06	52	07						155,489	-11,033
					II	295	47	96 88	47	92	399	99	99	104	52	08	
7	I	90		23	34 40	23	37						88,114				
	II	309		76	50 54	76	52	399	99	89	90	23	43	88,112	13,463		
7	6	I	109	75	06 02	75	04						88,105	-13,442			
		II	290	24	90 98	24	94	399	99	98	109	75	05		88,106		
	8	I	90	54	14 18	54	16						139,651				
		II	309	45	74 72	45	73	399	99	86	90	54	22		139,651	20,67	
8	7	I	109	44	80 76	44	78						139,644	-20,649			
		II	290	55	18 18	55	18	399	99	96	109	44	80		139,645		
	9	I	85	39	00 04	39	2						139,855				
		II	314	60	90 88	60	89	399	99	91	85	39	07		139,851	31,813	
9	8	I	114	60	08 08	60	08						139,853	-31,795			
		II	285	39	92 84	39	88	399	99	96	114	60	10		139,853		
	10	I	82	87	90 86	87	88						79,533				
		II	317	11	98 00	11	99	399	99	87	82	87	95		79,533	21,136	
10	9	I	117	10	80 68	10	74						79,546	-21,12			
		II	282	89	20 18	89	19	399	99	93	117	10	78		79,546		
	11	I	78	41	02 10	41	06						148,462				
		II	321	58	80 94	58	87	399	99	93	78	41	10		148,46	49,386	

RSC G12 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resine - Exapolis

Příloha č. 24 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 2, KOPIE

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

(1)	(2)	(3)	(4)			(5)		(6)			(7)			(8)	(9)
Stanovisko	Cíl	Poloha datokohle	Skupina 1 2			součet		Kontrola			Zenitový úhel			Vzdálenost	Výška cíle
			Poznámka: J každého cíle se mě pol. II. hned po pol.			průměr		(I + II)						vodorovná šikmá	
			g	c	cc	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	m	m
11	10	I	121	57	92 02	57	97		+	12				148,452	
		II	278	41	80 78	41	79	399	99	76	121	58	09	148,451	-49,367
	12	I	89	40	54 60	40	57		+	7				136,319	
		II	310	59	30 28	59	29	399	99	86	89	40	64	136,317	22,579
12	11	I	110	58	10 08	58	09		+	9				136,313	
		II	289	39	86 82	39	84	399	99	83	110	58	18	136,313	-22,554
	RANÁ 3	I	100	00	00 00									5,002	
		II	300	00	00 00									5,002	1,21
11	12	I	89	40	60 64	40	62		+	9				136,316	
		II	310	59	20 22	59	21	399	99	83	89	40	71	136,318	22,577
	10	I	121	57	94 90	57	92		+	12				148,449	
		II	278	41	92 76	41	84	399	99	76	121	58	04	148,45	-49,366
10	11	I	78	41	04 08	41	06		+	6				148,459	
		II	321	58	82 82	58	82	399	99	88	78	41	12	148,463	49,384
	13	I	115	08	28 40	08	34		+	9				257,458	
		II	284	91	48 50	91	49	399	99	83	115	08	43	257,46	-60,435
13	10	I	84	90	94 82	90	88		+	9				257,462	
		II	315	08	88 00	08	94	399	99	82	84	90	97	257,464	60,458
	14	I	109	21	30 28	21	29		-	2				213,972	
		II	290	78	72 76	78	74	400	00	03	109	21	27	213,97	-30,857

RSC G12 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resirie - Exapolis

Příloha č. 25 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 3, KOPIE

Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností

(1) Stanovisko	(2) Cíl	(3) Poloha dalekohle	(4) Skupina 1 2 Poznámka: J každého cíle se měří pol. II. hned po pol. I.			(5) součet průměr		(6) Kontrola (I + II)			(7) Zenitový úhel			(8) Vzdálenost vodorovná šikmá	(9) Výška cíle
			g	c	cc	c	cc	g	c	cc	g	c	cc	m	m
			14	13	I	90	77	90	77	86					
		82													
II	309	21		96	21	88	399	99	74	90	77	99	231,977		
				80											
15	I	102	91	66	91	72							283,202		
						78									
	II	297	08	32	08	31	400	00	03	102	91	70	283,201		
						30									
15	I	97	07	76	07	74							283,202		
						72									
	II	302	92	12	92	10	399	99	84	97	07	82	283,201		
						8									
16	I	104	67	66	67	60							265,065		
						54									
	II	295	32	36	32	30	399	99	90	104	67	65	265,064		
						24									
16	I	95	31	40	31	50							265,067		
						60									
	II	304	68	8	68	14	399	99	64	95	31	68	265,055		
						20									
17	I	102	19	16	19	13							27,877		
						10									
	II	297	80	78	80	79	399	99	92	102	19	17	27,878		
						80									
17	I	97	76	70	76	68							27,879		
						60									
	II	302	23	30	23	24	399	99	92	97	76	72	27,879		
						18									
Bb4-6	I	100	00	00	00								10,12		
						00									
	II	300	00	00	00								10,12		
						00									
	I														
	II														
	I														
	II														

RSC G12 g1.00 - 2001

Vytiskla Royal Star Company, Resiere - Exapolis

Příloha č. 26 - Zápisník měřených zenitových úhlů a vzdáleností, str. 4, KOPIE

vpřed	vzad		rozdíl		výsledné převýšení	určované	nadmořská výška bodu
					2,117	260,446	262,563
5,817	-5,800		0,017		5,809		268,378
9,185	-9,168		0,017		9,177		277,558
4,501	-4,488		0,013		4,495		282,055
6,390	-6,372		0,018		6,381		288,442
11,050	-11,033		0,017		11,042		299,489
13,463	-13,442		0,021		13,453		312,943
20,670	-20,649		0,021		20,660		333,607
31,813	-31,795		0,018		31,804		365,415
21,136	-21,120		0,016		21,128		386,545
49,386	-49,366		0,020		49,376		435,926
22,579	-22,554		0,025		22,567		458,497
					-1,210		457,287
					196,796	457,2415	
					1,210		458,501
22,577	-22,554		0,023		-22,566		435,939
49,384	-49,366		0,018		-49,375		386,569
60,458	-60,435		0,023		-60,447		326,133
30,882	-30,857		0,025		-30,870		295,271
12,993	-12,972		0,021		-12,983		282,300
19,482	-19,454		0,028		-19,468		262,843
0,978	-0,959		0,019		-0,969		261,875
					-1,425		260,450
suma vpřed	suma vzad				-196,891	260,351	
392,744	-392,384	celkem	0,360				
		průměr	0,020		chyba	0,095	

Příloha č. 27 – Tabulka č. 1 s výpočty pro trigonometrickou nivelaci. Průměrování hodnot převýšení ze zápisníku trigonometrické nivelace v aplikaci excel, odstranění chyby z nestejně výšky přístroje a cílů

	Šikmá vzdálenost	vodorovná vzdálenost	oprava ze zakřivení Země	oprava vyrovnání	oprava celkově
	21,151	21,151	0,000	0,000	0,000
	172,985	172,887	0,002	0,003	0,006
	125,496	125,160	0,001	0,002	0,004
	104,294	104,197	0,001	0,002	0,003
	182,449	182,337	0,003	0,004	0,006
	155,492	155,099	0,002	0,003	0,005
	88,109	87,076	0,001	0,002	0,002
	139,648	138,111	0,002	0,003	0,004
	139,853	136,189	0,002	0,003	0,004
	79,55	76,693	0,000	0,002	0,002
	148,456	140,004	0,002	0,003	0,005
	136,316	134,435	0,001	0,003	0,004
	5,002	5,002	0,000	0,000	0,000
	5,002	5,002	0,000	0,000	0,000
	136,316	134,435	0,001	0,003	0,004
	148,455	140,004	0,002	0,003	0,005
	257,461	250,265	0,005	0,005	0,010
	213,975	211,737	0,004	0,004	0,008
	283,202	282,904	0,006	0,005	0,012
	265,066	264,350	0,006	0,005	0,011
	27,878	27,861	0,000	0,001	0,001
	17,095	17,095	0,000	0,000	0,000
celkem	2853,251	2811,996	0,040	0,055	0,095
	51,877				
Δ h	±	67,076			

Příloha č. 28 – Tabulka č. 2 s výpočty pro trigonometrickou nivelaci. Přepočtení šikmých vzdáleností na vodorovné a výpočtená oprava ze zakřivení Země a oprava z vyrovnání do aplikace excel.

VÝPOČET TRIGONOMETRICKÉ NIVELACE



Zakázka: Rana'

Vypočetl: *Balm*

Datum: 1.3.2015

Kontroloval: Ing. Loula

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

R = 6 380 000 m

č. bodu	vod. délka D [m]	převýšení ϕ [m]	opr. ze zakřiv. Země q [m]	oprava [m]	nadmoř. výška Bpv [m]	č. bodu	vod. délka D [m]	převýšení ϕ [m]	opr. ze zakřiv. Země q [m]	oprava [m]	nadmoř. výška Bpv [m]
Bst-6					260,446	11					435,931
1	21,151	+2,117	0,000	0,000	262,563	10	140,004	-49,375	0,002	0,003	386,509
2	172,887	+5,809	0,002	0,003	268,377	13	250,256	-60,447	0,005	0,005	326,131
3	125,160	+9,177	0,001	0,002	277,557	14	211,737	-30,870	0,004	0,004	295,270
4	104,197	4,495	0,001	0,002	282,055	15	282,904	-12,983	0,006	0,005	282,298
5	182,337	6,381	0,003	0,004	288,443	16	264,320	-19,468	0,005	0,005	262,841
6	155,079	11,042	0,002	0,003	299,490	17	278,61	-0,969	0,000	0,001	261,872
7	87,076	13,453	0,001	0,002	312,946	Bst-6					260,446 ✓
8	138,111	20,660	0,002	0,003	333,611	R = 5281496m		0,040	0,055		
9	136,181	31,804	0,002	0,003	365,420	$\Delta h = \pm 67mm$		$\Delta h = 40\sqrt{R} = 40\sqrt{6381}$			
10	76,673	21,128	0,000	0,001	386,549	h = 0,000m		h = 260,446 - 260,446 = 0,000mm			
11	140,004	49,376	0,002	0,003	435,930	$\Delta h = +0,055m$		$\Delta h < \Delta h$			
12	134,25	22,566	0,001	0,003	458,501	$\Sigma q = +0,040m$					
RAVA 3					457,291						
12	5002	+1,210	0,000	0,000	458,501						
	134,25	-22,566	0,001	0,003							

Příloha č. 29 - Zápisník pro výpočet trigonometrické nivelace