

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra pozemkových úprav

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Geodetická sledování prostorových polohových změn
rekultivovaných svahů pohornické krajiny**

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Pavel Hánek, Csc.

Autor: Eliška Dvořáková

2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra pozemkových úprav
Akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eliška DVOŘÁKOVÁ**
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**
Název tématu: **Geodetická sledování prostorových polohových změn rekultivovaných svahů pohornické krajiny.**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Prostudujte možnosti aplikací geodetických pozemních i družicových metod pro sledování 3D změn polohy diskrétních bodů přetvářeného terénu.
Vyhodnoťte etapová měření v místní síti Rabenov, okres Ústí nad Labem.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Švec, M. - Hánek, P.: **Stavební geodézie 10. 3. vydání. Praha, ČVUT 2006.**
Záleský, J. - Bohadlová, M. - Bubeníček, M. - Záleský, M. - Hánek, P.
- Bubeník, F. - Hánek, P. (Jr.): **Coupled application of geotechnical and
geodetical slope movement monitoring. 3rd IAG Symposium on Geodesy
for Geotechnical and Structural Engineering and 12th FIG Symposium
on Deformation Measurement. CD Rom, Baden 2006.**
Bubeník, F. - Hánek, P. (Jr.)- Hánek, P. - Janžurová, I.: **Geodätische
Messungen von Hangrutschungen. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten
113, 2006, č.1, s. 310-315.**


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Hánek**
Katedra pozemkových úprav
Datum zadání diplomové práce: **29. března 2007**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2009**

ČESKÁ UNIVERZITA
ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 19
278 05 České Budějovice



prof. Ing. Martin Křížek, CSc.
děkan

L.S.



doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. března 2007

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s výjimkou odborných konzultací. Veškerá literatura a materiály, z nichž jsem při zpracování práce čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Dražicích, dne 20. dubna 2009

Eliška Dvořáková

Poděkování

Ráda bych poděkovala Doc. Ing. Pavlu Hánkovi, CSc. za veškerou pomoc a odborné vedení mé diplomové práce.

Za důležité připomínky, cenné rady a pomoc při měření děkuji zvláště Ing. Martinu Pavlovi a všem ostatním, kteří se na měřeních podíleli.

Za podporu a pomoc při studiu vděčím svým rodičům, příteli a nejbližším přátelům.

ABSTRAKT

Tématem této práce je vyhodnocení 2 etapových měření v místní síti Rabenov provedených v roce 2007. Síť byla vybudována pro sledování svahových posunů v bývalé těžební oblasti u Ústí nad Labem. Konkrétně se jedná o jihozápadní část bývalého lomu Chabařovice. Pro terestrická měření se použily totální stanice Leica TC 1700 a 1800. GPS měření proběhlo pomocí soupravy Trimble 5700. Získané hodnoty - vodorovné úhly, šikmé délky a zenitové úhly byly nejprve redukovány na spojnicí stabilizačních značek. Z redukováných hodnot byly vypočteny vyrovnáním prostorové sítě souřadnice bodů. Výsledné souřadnice byly porovnány s nultou etapou a byly spočteny jejich odchylky. Veškeré výpočty proběhly v geodetickém počítačovém softwaru Rocinante. Posledním bodem práce bylo testování odrazných hranolů.

ABSTRACT

The project is about the evaluation of 2 stage measurements in local coordinate net Rabenov which were done in 2007. This local coordinate net was set for monitoring of slope shifts at the former mining area near Ústí nad Labem. In concrete terms in south - eastern part of Chabařovice mine. For terrestrial measurements were used total stations Leica TC 1700 and 1800 and GPS measurement on the basis of GPS surveying system Trimble 5700. The achieved values - horizontal angles, oblique distance, and zenithal angles were reduced onto joins of stabilization marks. From these reduced values the coordinates of standpoints were computed by evaluation of three-dimensional net. These determined coordinates were compared with the zero stage of measurement and deviations were computed. Each computation was done by geodetic computer software Rocinante. Next task was the testing of the different types of reflecting targets.

OBSAH

1	ÚVOD	8
2	RABENOV	9
2.1	Těžba hnědého uhlí	10
2.2	Lom Chabařovice	10
3	GEODETICKÁ MĚŘENÍ	17
3.1	Místní měřická síť	17
3.2	Přístroje a pomůcky	19
3.3	Postup měření	21
4	POČETNÍ ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÝCH HODNOT	23
4.1	Redukce délek	25
4.2	Redukce měřených zenitových úhlů	27
4.3	Určení přesnosti měřených veličin	27
4.3.1	Směrodatné odchylky šikmých délek	27
4.3.2	Směrodatné odchylky vodorovných směrů	28
4.3.3	Směrodatné odchylky zenitových úhlů	30
4.3.4	Hodnoty směrodatných odchylek	31
5	VYROVNÁNÍ PROSTOROVÉ SÍTĚ	36
5.1	Teorie vyrovnání	36
5.1.1	Podstata metody nejmenších čtverců	38
5.1.2	Váhy měření	38
5.2	Vyrovnání místní sítě Rabenov	39
6	POROVNÁNÍ ETAPOVÝCH MĚŘENÍ	48
7	GPS OBSERVACE	54
7.1	Využití GPS při měření sítě Rabenov	55
7.1.1	Použité přístroje	55
7.1.2	Transformace terestrického měření do měření GPS	56
8	TESTOVÁNÍ ODRAZNÝCH HRANOLŮ	57
9	ZÁVĚR	61
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	62

1 ÚVOD

Diplomová práce se zabývá posouzením svahových posunů v lokalitě bývalého povrchového lomu Chabařovice v severních Čechách. Konkrétně se týká vyhodnocení dvou etapových měření.

Výsledky dosažené v rámci etapových měření se využívají ve výzkumném záměru VZ MSM 68 40 77 0001 – Spolehlivost, optimalizace a trvanlivost stavebních materiálů a konstrukcí a VZ MSM 68 40 77 0005 – Udržitelná výstavba. Tato práce slouží jako kontrolní zhodnocení dřívějších výsledků použitých v rámci tohoto výzkumu.

Práce jsou prováděny ve prospěch státního podniku Palivový kombinát Ústí nad Labem, s.p., který v současné době řídí rekultivační činnost.

Pozorování nebo-li monitoring je chápán jako kontrola a sledování stavu sesuvu v čase. Úkolem měření je zjistit, jakým směrem a v jakém rozsahu nastává sesuvná činnost. V případě, že byl sesuv sanován, sleduje se funkčnost použitých sanačních prvků a případná nutnost jejich údržby. Monitoring je dlouhodobý proces a trvá mnohdy až desítky let. Pozorováním pohybů se zabývají i jiné vědní obory, se kterými je nutno spolupracovat. Jde především o geotechnické, geologické a hydrologické práce.

Cílem práce je posoudit sesuvy na rizikovém svahu a porovnat je s předchozími etapami. Poslední kapitola se zabývá testováním odrazných hranolů použitých při měření.

2 RABENOV

Zdrojem informací byly především [1], [2], [3] a [4].

Svah Rabenov je součástí výsypky bývalého lomu Chabařovice, západně od Ústí nad Labem. Konkrétně se nachází mezi plavenišťem teplárny Trmice a dálnicí D8. Za období těžebních prací sloužilo toto území jako boční výsypka.

Sledovaná lokalita je znázorněna na následujícím obrázku (obr. 1).



Obr. 1. Mapový výřez se zákresem lokality

V průběhu historie byla těžba nedílnou součástí zdejší lokality. Místnímu obyvatelstvu přinášela klady, v podobě pracovních možností, ale samozřejmě i nemalé záporny. Mezi největší negativa těžby patří bezesporu špatný vliv na životní prostředí. Také nemůžeme opomenout zničení několika vesnic, před jejichž existencí dostala těžba hnědého uhlí přednost.

V následujících kapitolách se snažím nastínit něco málo z historie, současnosti a předpokládané budoucnosti celé severočeské těžební oblasti i samotného lomu Chabařovice.

2.1 TĚŽBA HNĚDÉHO UHLÍ

Příroda vybavila podkrušnohorský úval nesmírným bohatstvím mohutné hnědouhelné sloje a historie těžby uhlí zde má dlouholetou tradici. Dokládá jí i záznam v Městské knize duchcovské o těžbě uhlí na dole v Pomezním lese v roce 1403. Obrovské zásoby uhlí v severočeské hnědouhelné pánvi výrazně ovlivnily zdejší rozvoj průmyslu i dopravy a zájem o uhlí neustále stoupal. S rostoucí poptávkou byly hlubinné doly nahrazovány povrchovými lomy. V roce 1945 bylo v prostoru severočeské hnědouhelné pánve 34 hlubinných a 24 povrchových lomů. Povrchová těžba vzrůstala a hlubinné doly zanikaly.

V současnosti probíhá v celých Severních Čechách útlum těžby. Otázka budoucího rozvoje není jednoduchá, jelikož nejde dost dobře vážně mluvit o ekonomickém, sociálním a ekologickém rozvoji Ústecka, aniž by se zároveň prosadil útlum povrchových velkolomů a hnědouhelných elektráren.

2.2 LOM CHABAŘOVICE

Nejvýchodnější část severočeské hnědouhelné pánve zasahuje až do těsné blízkosti města Ústí n.L. Proto se na Ústecku, a to již od 18. století uhlí průmyslově těžilo, nejdříve hlubinným způsobem a později povrchově.

Těžba uhlí v lomu Chabařovice začala roku 1977 s tím, že jeho činnost bude ukončena po vytěžení všech uhelných zásob. Důvodem jeho otvírky bylo především zabezpečení kvalitního uhlí pro Tlakovou plynárnu Úžín (Ústí n. L.) a energetického uhlí pro elektrárnu (později teplárnu) Trmice. Uhlí v této lokalitě se vyznačovalo výjimečně nízkým obsahem síry (0,35 %).

Po roce 1989 závisel další postup lomu na likvidaci Ocelárny Chabařovice a města Chabařovice. Avšak Usnesení vlády České republiky ze dne 11. září 1991 stanovilo závaznou linii těžby, rozhodlo zachovat město Chabařovice, Ocelárnu Chabařovice a odepsat uhelné zásoby vázané stanovenou hranicí. Od 1. ledna 1994 byla zahájena etapa útlumu s následnou likvidací lomu Chabařovice.

Likvidací lomu Chabařovice tak skončila těžba uhlí ve východní části severočeské hnědouhelné pánve. Lom Chabařovice ukončil těžbu a odbyt uhlí v roce 1997. Skrývka nadložních zemin byla ukončena 17. března 2000.

Původní stav a funkce krajiny v prostoru lomu Chabařovice

Charakteristickým znakem původní krajiny lomu Chabařovice bylo ploché údolí Modlanského potoka. Od původního koryta tohoto potoka směrem jižním na poměrně příkrých svazích jsou situovány vnější výsypky lomu (Žichlická, Lochočická), a to až k zalesněným úpatím kopců Rovný, Jedovina a Rač. Směrem severním, na mírnějších svazích, postupovala těžba.

Původní lesní porosty nebyly postupem lomu prakticky narušeny. Nacházejí se v těsné blízkosti vnějších výsypek, a to za jejich jižním okrajem. Jedná se o již zmíněné vrcholy kopců Rovný, Jedovina a Rač. Jde o smíšené porosty.

Území dotčené těžbou bylo dříve převážně využíváno k zemědělským účelům. Nejvyšší bonita půdy byla v prostoru bývalé obce Lochočice, ovocnářství bylo rozvinuto v obci Žichlice, ztratilo však svůj význam po 2. světové válce. Dřívější prosperita území byla zajišťována rovněž těžbou uhlí v řadě místních hlubinných dolů. Hlubinná těžba zasáhla podstatnou část území a po jejím ukončení (důl Prokop Holý v Tuchomyšli v roce 1962) zde zanechala řadu negativních vlivů na krajinu – poklesy území, zamokřená území. Ty byly postupně rekultivační činností odstraňovány.

Charakter území dlouhodobě ovlivňovaný těžební činností nevytvářel vhodné podmínky pro běžné využívání krajiny.

Sledovaný svah

Svah Rabenov se nachází na vulkanického vrchu Rovný (376m. n. m.). Zájmové území je vyznačeno na následujícím leteckém snímku (obr. 2).

Svah je dlouhodobě narušen sesuvy půdy, které se projevovaly už při těžebních činnostech. příčinou byla geomechanická vlastnost hornin a zemin, spolu se zastavením zdroje pitné vody pro zrušenou vesnici Tluchomyšl.

Ukončením těžby došlo k předčasnému zastavení těžební činnosti v nejhorších báňsko – technologických a hydrogeologických podmínkách a následnými usneseními ke stanovení nových závazných těžebních linií. Z tohoto důvodu nedošlo k vytěžení původně projektovaných a plánovaných lokalit a současně ani k plánovanému založení vnitřních výsypek, které měly plnit funkci stabilizačního prvku ve vztahu ke skrývkovým svahům.

Podle původní báňské koncepce měly být svahy Rabenov podepřeny etážemi vnitřní výsypky až do úrovně mezi 255 a 270 m n. m., kdy horní stavba by byla podepřena zemním tělesem a tím by byla takto problematická část svahu zajištěna. Ve skutečnosti

se po předčasném ukončení těžby projevily deficit výsypkových zemin, nedošlo k dosypání etází do projektované úrovně ani na náhradní úroveň 215 m n. m., která měla podle báňsko – technologického návrhu snížit výšku nezabezpečeného svahu. Časem nastal rozvoj svahových pohybů.

Zátrh v terénu a sesuv půdy jsou patrné na následujících obrázcích (obr. 3, obr. 4).



Obr. 2: Letecký snímek s vyznačenou zájmovou oblastí



Obr. 3: Zátroh v terénu



Obr. 4: Sesuv půdy

Rekultivace a revitalizace území

Rekultivace znamená obnovu a tvorbu půdního fondu v oblasti zasáhnuté průmyslovou činností. Jde o velmi složitý proces, podmíněný několika zásadními

požadavky respektující přírodní, sociální i ekonomické podmínky života v dané oblasti. Jde např. o ekologickou vyváženost krajiny, ekonomické a efektivní zastoupení forem zemědělských kultur, zdravotní požadavky, zastoupení zdánlivě nedůležitých bakterií, hub a ostatních mikroorganismů, estetický požadavek aj.

V rámci zahlazování následků těžební činnosti se v prostoru bývalého hnědouhelného lomu provádějí sanační (obr. 5) a rekultivační práce, řízené podle „Generelu rekultivací do ukončení komplexní revitalizace území dotčeného těžební činností PKÚ, s. p.“, který byl schválen rozhodnutím MŽP ČR v dubnu 1999.

Území, které bylo narušeno těžbou a zakládáním vnějších výsypek představuje téměř 1500 ha. Koncepce sanačních a rekultivačních prací, jejíž cílem je obnovit funkci krajiny v těžbou narušeném území, a to jak její přírodní, tak i sociálně ekonomické složky, je založena na hydrické rekultivaci zbytkové jámy po těžbě. Tím vznikne jezero o ploše téměř 250 ha s průměrnou hloubkou kolem 15 m a objemem vody více než 35 mil. m³. Ve srovnání s řadou jezer a přehradních nádrží se jedná o poměrně rozsáhlou vodní plochu. V rámci podkrušnohorských revírů se uvažuje s postupným zatopením celkem osmi zbytkových jam, z nichž však bude chabařovická nejmenší. Největší plochu by mělo mít jezero lomů Jiří – Družba v Sokolovském revíru, a to více než 1 300 ha. Největší objem vody jezero lomu Bílina téměř 650 mil. m³. Tato jezero by mělo být i nejhlubší s maximální hloubkou více než 150 m.

U jezera zbytkové jámy lomu Chabařovice se předpokládá jeho mnohostranné využití, a to nejen pro rekreaci a sport, ale i pro sportovní rybolov. Velmi významná bude jeho funkce ekologická, krajinně estetická, především potom při spojení rekultivovaného území lomu a výsypek s okolní těžbou nenarušenou krajinou.

Komplexní sanace a rekultivace je navržena s rozdílným využitím jednotlivých částí území přiléhajícího k jezeru. Byla vyčleněna a následně upravována morfologie terénu v severovýchodní části vyhovující budoucímu cílovému zaměření a to pro rekreaci a sport (koupání, sportoviště, dětská hřiště a jejich zázemí).

V červnu 2001 bylo zahájeno napouštění zbytkové jámy lomu vodou. Vzhledem k tomu, že k napouštění je možno využívat pouze vodu z krušnohorských potoků, vodu z povodí zbytkové jámy a částečně vodu důlní stařinovou, bude konečné kóty hladiny dosaženo nejdříve za 5 – 6 let.



Obr. 5: Sanace svahů jezera

Lom Chabařovice je prvním z velkých povrchových dolů v rámci ČR, u kterých po ukončení těžby dospěly sanační a rekultivační práce do stadia, kdy zbytková jáma po těžbě je již zaplavována vodou (obr. 6). Tím se zákonitě stává modelovou lokalitou, na níž je upřena zvýšená pozornost a kdy bude podle výsledků dosažených na tomto lomu hodnocen záměr komplexního využití těžbou devastovaného území, jehož dominantou je jezero zbytkové jámy. Proto je této lokalitě věnována všestranná pozornost a jsou průběžně vytvářeny příznivé podmínky pro optimální zvládnutí komplexní problematiky, která s tímto procesem souvisí.



Obr. 6: Jezero Chabařovice

Realizace návrhů, které jsou předmětem zpracované dokumentace, má velkou měrou přispět k vytvoření v málo vzdáleném okolí města Ústí n. L. atraktivního území, které bude sloužit všestrannému využití, a to jako místo pro rekreaci, oddych, turistiku, sport, sportovní rybolov. Zároveň bude plnit významnou funkci krajinně estetickou i ekologickou.

Významný by mohl být i přínos pro region v oblasti sociálně ekonomické zvýšením zaměstnanosti při činnostech souvisejících se sportovně rekreačními aktivitami, především v oblasti služeb.

3 GEODETICKÉ MĚŘENÍ

V této kapitole jsem čerpala převážně z [1], [2] a [5]

3.1 MÍSTNÍ MĚŘICKÁ SÍŤ

Místní síť byla vybudována v létě roku 2002 v rámci grantového projektu GA ČR 103/02/116 „Výzkum a verifikace metod sledování svahových pohybů“.

Geodetická prostorová měřická síť Rabenov je tvořena třemi inklinometrickými vrty, označenými Rab01, Rab02, Rab03 (obr.7). Vrty mají zapuštěnou kombinovanou pažnici o hloubce 24m a podle předpokladu zasahují až do stabilního podloží. Tyto body byly navrženy ve spolupráci s geofyziky v místech, kde se předpokládá stabilita svahu. Takto vystrojené vrty umožňují provádět geotechnická měření pomocí inklinometrů. V průběhu sledování svahu se však zjistilo, že i takto stabilizované body mají tendenci se pohybovat a tudíž nejsou pevné.

Čtvrtým stanoviskovým bodem Rab04 je nastřelovací hřeb umístěný na betonové patce zrušeného sloupu elektrického vedení. Na tomto bodě proběhlo měření naposledy během 8. etapy a nadále bylo od měření na tomto bodě upuštěno. Důvodem byla špatná viditelnost na ostatní stanoviskové a podrobné body, díky rozrůstající se vegetaci. Dalším důvodem bylo také to, že dlouhodobým měřením byla zjištěna stabilita této horní lokality.

Posledním bodem sítě je bod Rab05, který byl zaměřen v 8. etapě a v následující použít jako bod stanoviskový. Do následující etapy byl Rab05 zničen, tudíž byla znemožněna veškerá další měření na tomto bodě.



Obr. 7: Stabilizace bodu se zasunutým centračním přípravkem

Stabilizace podrobných charakteristických bodů terénu je provedena ocelovou tyčí o průměru 0,06m a délce 1,25m s vnitřním závitem na horním konci, který je chráněn krytkou (obr. 8). Na podrobné body se měřilo v 0.- 4. etapě a v 7. etapě. V 10. etapě byly některé body využity k centraci při testování vlivů zacílení na různé typy hranolů.



Obr. 8: Stabilizace podrobného bodu

3.2 PŘÍSTROJE A POMŮCKY

Při geodetickém měření na svahu Rabenov byly použity univerzální elektronické dálkoměry Leica TC 1700 a 1800 švýcarské firmy Leica – Geosystems. Oba přístroje mají téměř stejnou konstrukci. Liší v přesnosti a svým softwarovým vybavením.

Dálkoměr je světelný impulsový. Přesnost měření délky je 2+2ppm u obou přístrojů. Leica TC 1700 umožňuje měření úhlů s přesností 0,5mgon. Přesnost přístroje Leica TC 1800 je 0,3mgon. Zvětšení dalekohledu je u obou typů třicetinásobné.

Integrovaný software dokáže určit osové chyby teodolitu. Následně software zavede automatické korekce. Automaticky se opravují chyby: kolimační, točné osy dalekohledu, indexová, indexová chyba kompenzátoru, z excentricity děleného kruhu, z nesvislosti vertikální osy. Při měření byla využita možnost zavádět fyzikální redukci přímo softwarem. Pro výpočet této redukce bylo nutné do přístroje zadat aktuální hodnoty atmosférické teploty a tlaku.



Obr. 9. Leica TC 1800

Přístroj se skládá z třínožky, alhidády a dalekohledu. Měření zenitových úhlů a směrů probíhá pomocí dvou hlavních kruhů, vertikálního a horizontálního.

Pro měření byly použity odrazné hranoly značky Leica. Na cílený hranol Leica GPR1 (obr. 10) probíhalo měření s i bez pomocného terče. Všesměrný hranol Leica GRZ4 (obr. 11) slouží k efektivnímu měření bez nutnosti otáčet odrazové zrcadlo proti přístroji. V 10. etapě byl využit hranol Leica GPR121 (obr. 12). Tento odrazný hranol má výraznou červenou barvu a nesnímatelný pomocný terč.



Obr. 10: *Leica GPR1*

Obr. 11: *Leica GRZ4*

Obr. 12: *Leica GPR121*

Pomůckou pro měření byl mosazný centrační prvek (obr. 13). Tato pomůcka slouží k centrování bodů Rab01, Rab02, Rab03 a Rab05. Centrační přípravek se pomalu spustí do příslušného otvoru na stanoviskovém bodě.



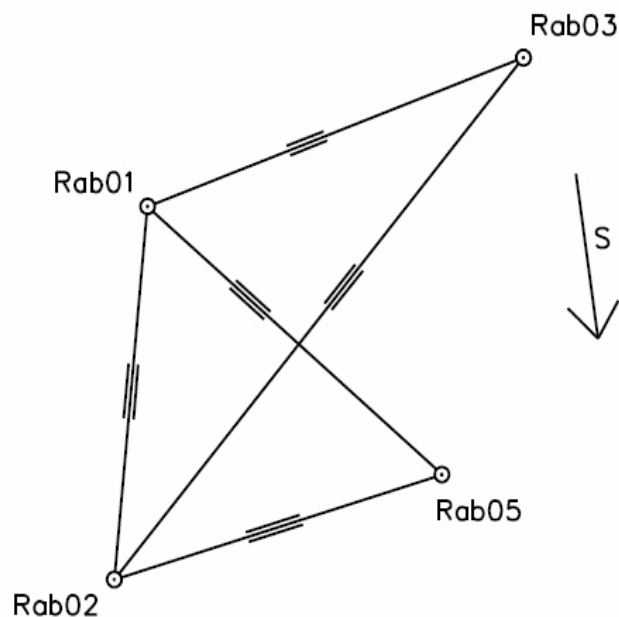
Obr. 13: *Centrační prvek pro dostředění na vrtu*

Dalšími pomůckami byly třínožky Leica GDF122 s optickým centrovačem, stativy, teploměr a tlakoměr nutné pro zavedení fyzikální redukce.

3.3 POSTUP MĚŘENÍ

9. etapa

Dne 14.4.2007 proběhla 9. etapa terestrického měření na svahu Rabenov. Při této etapě byla přeměřena pouze místní síť. Podrobné body se během této etapy neměřily. Terestrické měření se uskutečnilo na bodech Rab01, Rab02, Rab03 a Rab 05. Bod Rab04 již nebyl předmětem měření. Následující schéma (obr. 14) ukazuje přibližné umístění bodů.



Obr. 14: Přibližné schéma místní sítě

Celkem proběhlo sedm terestrických měření. První měření bylo v neredukovaném stavu ze všech čtyř stanoviskových bodů. Toto měření provedli Doc. Ing. Pavel Hánek, Csc. na bodě Rab01, Ing. Ilona Janžurová na bodech Rab03, Rab05 a Ing. Pavel Hánek zaměřil místní síť ze stanoviska Rab02. Jelikož mezi body Rab02 a Rab05 není viditelnost, neměřilo se mezi nimi. Při měření v neredukovaném stavu tedy vznikly dva trojúhelníky Rab01,02,03 a Rab01,02,05. Všechny délky, pokud to konfigurace sítě dovolila, byly měřeny protisměrně.

Následujících šest měření v redukovaném stavu bylo měřeno třemi studenty. Pro redukovaný stav byly vybrány body Rab01 a Rab02. Každý student měřil na obou

stanoviscích. Pomocí cílených hranolů se měřilo v jedné skupině. Ve dvou skupinách proběhlo měření na všesměrné hranoly.

Měřené hodnoty, vodorovné směry, zenitové úhly a šikmé vzdálenosti byly průběžně zaznamenány do příslušných zápisníků. Tento postup umožnil okamžitou kontrolu a vyloučení hrubých chyb. Aktuální hodnoty atmosférické teploty a tlaku byly vloženy do přístroje pro zajištění automatické fyzikální redukce.

V této etapě proběhlo měření GPS pomocí soupravy Trimble 5700.

10.etapa

Ve dnech 15. a 16. srpna 2007 se uskutečnila 10. etapa měření. Měření sítě proběhlo ze tří stanoviskových bodů Rab01, Rab02 a Rab03. Bod Rab05 byl vlivem nestability podloží poničen a tudíž se znemožnilo měření na něm. Měřická síť se zaměřila s využitím cílených hranolů ve dvou skupinách.

V 10. etapě proběhlo testování různých hranolů. Byly zvoleny body přibližného profilu svahu, na kterých byl postaven stativ. Profil byl zvolen z důvodu zohlednění nejen vzdálenosti, ale i sklonu záměry.

Pokud byl nalezen podrobný bod terénu, byly hranoly centrovány na přibližné středy stabilizačních značek. Nicméně většina podrobných bodů byla poničena, nebo vůbec nenalezena.

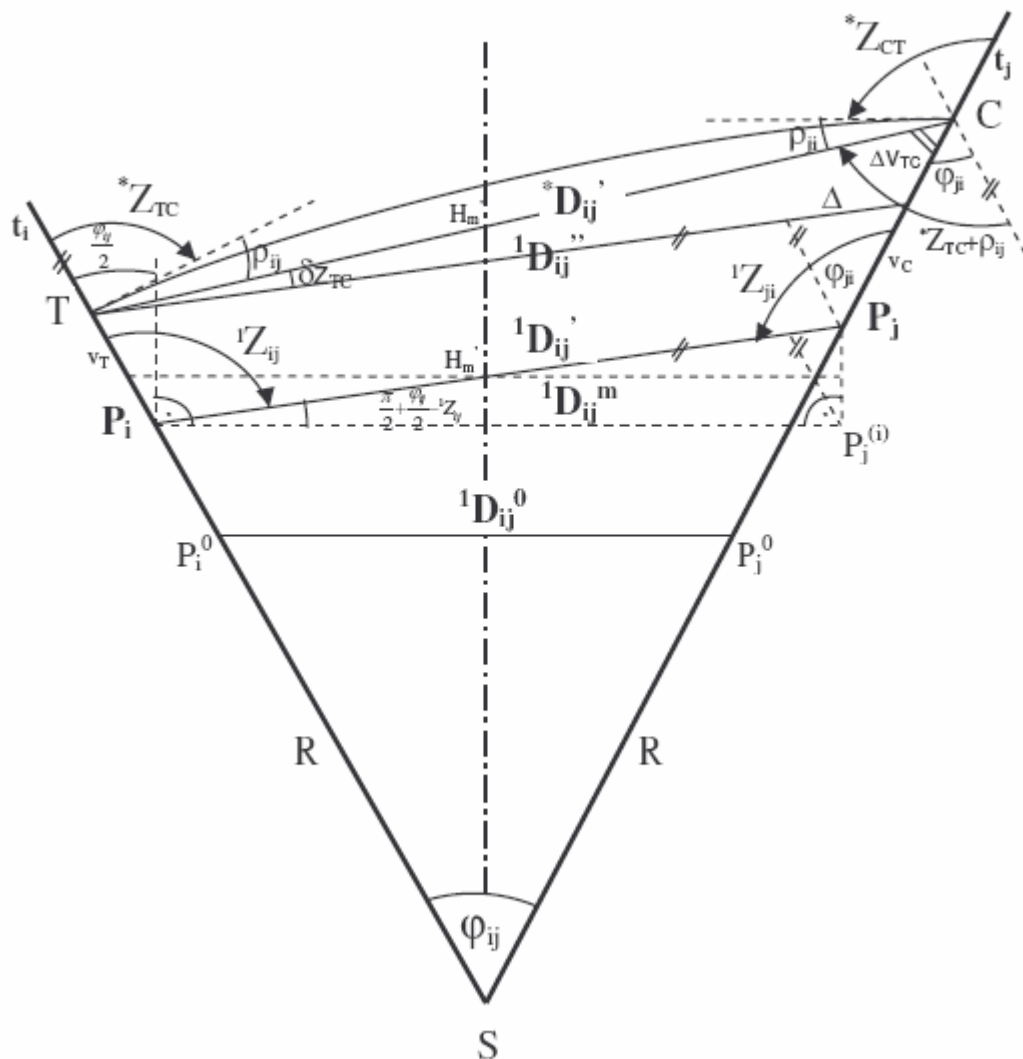
Měření GPS v této etapě neproběhlo.

Instrumentarium a jeho příprava jsou na každém ze stanovisek v každé etapě identické, stativy s horizontovanými a centrovanými podložkami se během měření nepřenašejí. Tím je téměř vyloučen vliv přístrojových systematických chyb.

4 POČETNÍ ZPRACOVÁNÍ MĚŘENÝCH HODNOT

Informace pro tuto kapitolu jsem čerpala z [6], [7] a [8].

Do úprav měřených veličin před výpočty patří problematika redukce. Výška jednotlivých stanovisek a cílů není stejná, proto je nutné opravit naměřené veličiny o příslušné korekce. Je nutno zavést redukce měřených veličin, zenitových úhlů a šikmých délek na spojnici stabilizačních značek.



Obr. 15: Redukce délek a zenitových úhlů

Níže uvedené vzorce vycházejí z předešlého obrázku (obr. 15). Pro lepší orientaci uvádím nejprve veškerou symboliku, která se ve vzorcích objevuje.

Použitá symbolika:

$^*D'_{ij}$	šikmá délka (měřená),
$^1D''_{ij}$	šikmá délka (redukovaná na rovnoběžku se spojnicí stabilizačních značek),
$^1D'_{ij}$	šikmá délka (redukovaná na spojnicí stabilizačních značek),
$^1D^m_{ij}$	vodorovná délka (v průměrné nadmořské výšce H'_m),
$^1D^0_{ij}$	vodorovná délka (v nulovém horizontu),
$^*Z_{TC}$	zenitový úhel (měřený),
$^1Z_{ij}$	zenitový úhel (redukovaný k rovnoběžce se spojnicí stabilizačních značek),
R	poloměr referenční koule,
H_i / H_j	nadmořská výška bodu P_i / P_j ,
v_T / v_C	výška stroje / cíle,
H_T / H_C	nadmořská výška bodu T / C ,
H_m	střední (průměrná) výška bodů T a C ,
φ_{ij}	úhel sbíhavosti tížnic,
k	Gaussův koeficient refrakce ($k = 0,1306$)
ρ_{ij}	refrakční úhel,
δZ_{TC}	oprava zenitového úhlu z nestejně výšky stroje a cíle,
Δv_{TC}	rozdíl výšky cíle a výšky stroje,
Δ	oprava délky na vlastní spojnicí stabilizačních značek,
H'_m	střední (průměrná) výška bodů P_i a P_j .

4.1 REDUKCE DÉLEK

a) Fyzikální redukce délek

Při měření byla fyzikální redukce provedena automaticky softwarem přístroje. Délky měřené elektronickým dálkoměrem byly opraveny o vliv aktuálního stavu prostředí. Před měřením byly v přístroji nastaveny hodnoty tlaku, teploty a vlhkosti. Jakákoli změna těchto parametrů musí být v přístroji opětovně nastavena.

b) Matematická redukce

Vliv zakřivení Země na měřené délky se projevuje jako rozdíl mezi délkou ve skutečném horizontu a délkou ve zdánlivém horizontu a jako změna délky promítnuté do nulového horizontu.

Matematickou redukcí rozumíme převod měřené šikmé délky na spojnicí stabilizačních značek. Tuto hodnotu je možné následně převést na vodorovnou délku v průměrné výšce, popř. na vodorovnou délku v nulovém horizontu. Výpočet probíhá v několika krocích. Před samotným postupem matematické redukce uvádím výpočet refrakčního úhlu a úhlu sbíhavosti tížnic.

Vliv refrakce:

Paprsky se šíří přímočaře pouze ve vakuu, v atmosféře dochází při průchodu paprsku různě hustými vzduchovými vrstvami k lomu světla, tzv. refrakci. Paprsky přicházející z cíle k měřiči jsou odkloněny od geometricky přímé spojnice. Odchylna paprsku ve smyslu vertikálním je poměrně značná a projevuje se při měření svislých úhlů. Odchylna paprsku ve směru horizontálním je podstatně menší.

V přízemních vrstvách jsou větší teplotní rozdíly a tedy také větší horizontální refrakce. Ve větších výškách se teploty vyrovnávají, vzduch je stejnorodější a refrakce podstatně menší. Prospěšný je mírný vítr, protože přemísťuje vzduchové sloupce různé teploty, promíchává je a tím ruší nebo alespoň zmenšuje jejich systematický vliv.

Na území České republiky se pohybuje refrakce v rozmezí 0,08 - 0,18.

K výpočtu refrakčního úhlu slouží dva vzorce. Vzorec pro oboustranně měřené zenitové úhly (1), zjednodušený vzorec pro jednostranně měřené zenitové úhly (2).

$$\rho_{ij} = \frac{\pi}{2} + \frac{\varphi_{ij}}{2} - \frac{{}^*Z_{TC} + {}^*Z_{CT}}{2}, \quad (1)$$

$$\rho_{ij} = k \cdot \frac{\varphi_{ij}}{2}. \quad (2)$$

Úhel sbíhavosti tížnic:

Vlivem sbíhavosti tížnic je délka v určité nadmořské výšce větší či menší než na nulovém horizontu.

Úhel sbíhavosti tížnic počítáme ze vzorce:

$$\varphi_{ij} = \frac{{}^*D'_{ij}}{R + H_m}, \quad (3)$$

$$\text{kde: } H_m = \frac{H_T + H_C}{2}; \quad H_T = H_i + v_T; \quad H_C = H_j + v_C \quad \text{a } R = 6378 \text{ km}.$$

1. Převod na rovnoběžku se spojnicí stabilizačních značek:

$${}^1D''_{ij} = \sqrt{\left({}^*D'_{ij}\right)^2 + \Delta v_{TC}^2 - 2 \cdot {}^*D'_{ij} \cdot \Delta v_{TC} \cdot \cos\left({}^*Z_{TC} + \rho_{ij} - \varphi_{ij}\right)}, \quad (4)$$

$$\text{kde: } \Delta v_{TC} = v_C - v_T.$$

2. Převod na vlastní spojnicí stabilizačních značek

$${}^1D'_{ij} = {}^1D''_{ij} - \Delta, \quad (5)$$

kde: Δ ... oprava ${}^1D''_{ij}$ na spojnicí stabilizačních značek,

$$\Delta = \varphi_{ij} \cdot v_T = \frac{{}^1D''_{ij}}{R + H_m} \cdot v_T. \quad (6)$$

Po dosazení do vzorce (5) dostaneme konečnou podobu pro výpočet délky na spojnicí stabilizačních značek:

$${}^1D'_{ij} = {}^1D''_{ij} \cdot \left(1 - \frac{v_T}{R + H_m}\right). \quad (7)$$

4.2 REDUKCE ZENITOVÝCH ÚHLŮ

Z důvodu nestejně výšky přístroje a cíle je nutné redukovat měřený zenitový úhel. Jedná se o redukci naměřeného zenitového úhlu k rovnoběžce na spojnici stabilizačních značek. Zenitový úhel se také opravuje o vliv refrakce, který byl vysvětlen v kapitole 4.1.

Z obrázku (obr.15) je patrné zenitový úhel se vztahuje ke každé rovnoběžce se spojnicí stabilizačních značek a vyplývá z něj vzorec:

$${}^1Z_{ij} = {}^*Z_{TC} + \rho_{ij} + \delta Z_{TC}, \quad (8)$$

$$\text{kde: } \delta Z_{TC} = \arctg \frac{\Delta v_{TC} \cdot \sin({}^*Z_{TC} + \rho_{ij} - \varphi_{ij})}{{}^*D'_{ij} - \Delta v_{TC} \cdot \cos({}^*Z_{TC} + \rho_{ij} - \varphi_{ij})}. \quad (9)$$

Vzorec pro protisměrně měřené zenitové úhly:

$${}^1Z_{ji} = {}^*Z_{CT} + \rho_{ij} - \delta Z_{TC}. \quad (10)$$

Výsledné zredukované hodnoty se použily pro následný výpočet měřické sítě. Zredukované délky a zenitové úhly jsou uvedeny v tabulkách v příloze této práce.

4.3 URČENÍ PŘESNOSTI MĚŘENÝCH VELIČIN

V této části jsem čerpala z [6] a [9].

Rozbory přesnosti provádíme pomocí směrodatných odchylek. Obecně je směrodatná odchylka v teorii pravděpodobnosti a statistice často používanou mírou určitého rozptylu. Jedná se o kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru. Zhruba řečeno vypovídá o tom, jak moc se od sebe navzájem liší typické případy v souboru zkoumaných čísel. Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti. Směrodatná odchylka je nejužívanější míra variability.

4.3.1 Směrodatné odchylky šikmých délek

Apriorní směrodatná odchylka měřených délek je dána výrobcem použitých teodolitů jako:

$$\sigma_d = 2\text{mm} + 2\text{ppm}. \quad (11)$$

Hodnota 2mm je konstantní pro všechny měřené délky a druhá hodnota 2ppm udává střední kilometrovou chybu, závislou na měřené délce.

Ve výpočtu zohledňujeme také odchylku z centrace přístroje $\sigma_c = 0,1\text{mm}$, z matematické redukce $\sigma_m = 0,5\text{mm}$ a odchylku při odečítání veličin pro fyzikální redukci délek $\sigma_f = 0,3\text{mm}$.

Směrodatná odchylka měřených šikmých délek se při uplatnění zákona o hromadění středních chyb spočte jako:

$$\sigma_{D1} = \sqrt{\sigma_d^2 + \sigma_c^2 + \sigma_f^2 + \sigma_m^2}. \quad (12)$$

Směrodatná odchylka oboustranně měřených šikmých délek se vypočítá jako:

$$\sigma_{D2} = \frac{\sigma_{D1}}{\sqrt{2}}, \quad (13)$$

kde: $\sigma_{d_{ij}}$... směrodatná odchylka jednostranně měřené vzdálenosti.

4.3.2 Směrodatné odchylky vodorovných směrů

Apriorní, nebo-li požadovaná či očekávaná, směrodatná odchylka měřeného vodorovného směru je udávána výrobcem viz. kap. 3.2. Odchylky jsou pro oba přístroje uvedeny v tabulce (tab. 1.).

Tab. 1. Úhlová přesnost totálních stanic

	Leica TC 1700	Leica TC 1800
úhlová přesnost [mgon]	0,5	0,3

Postupy pro výpočet přesnosti vodorovných směrů závisí na způsobu zaměření sítě. Pro redukovanou a neredukovanou síť platí odlišné vzorce. Dále je nutné rozlišit, zda byly směry měřeny pouze v jedné či ve dvou polohách dalekohledu. konkrétní vzorce pro výpočet směrodatných odchylek jsou uvedeny níže.

a) Redukovaný stav sítě

Měření redukované sítě provedli studenti (David Macho, Eliška Dvořáková a Jiří Gresl) na bodech Rab01 a Rab02. Jedno měření bylo s využitím všesměrných hranolů ve dvou skupinách. Druhé probíhalo pouze v jedné skupině s použitím cílených hranolů.

1. měření v jedné skupině (cílené hranoly)

Směrodatnou odchylku vodorovného směru ve dvou polohách v jedné skupině se spočte jako:

$$\sigma_{\psi_1} = \frac{\sigma_{\psi}}{\sqrt{2}}, \quad (14)$$

kde: σ_{ψ} ... apriorní odchylka udávaná výrobcem.

2. měření ve dvou skupinách (všesměrné hranoly)

Pro měření ve dvou skupinách využijí aposteriorní směrodatnou odchylku měřeného vodorovného směru.

Odhad směrodatné odchylky vyrovnané hodnoty ${}^1\psi_i$, určené aritmetickým průměrem se vypočítá pomocí vzorce:

$$\sigma_{\psi_i} = \sqrt{\frac{w_{i1}^2 + w_{i2}^2 + \dots + w_{is}^2}{s \cdot (s - 1)}} \quad (15)$$

kde: w_{ij} ... opravy redukovaných směrů,

$$w_{ij} = {}^1\psi_i - \psi_{ij}. \quad (16)$$

Symbolika uvedená ve vzorcích (15) a (16) představuje:

$$i = 2, \dots, k,$$

$$j = 1, \dots, s,$$

kde: k ... počet měřených směrů,

s ... počet skupin.

Charakteristika přesnosti měření ve dvou skupinách byla vypočtena dle vzorce pro výpočet kvadratického průměru ze směrodatných odchylek řádkového průměru:

$$\sigma_{\psi S} = \sqrt{\frac{(\sigma_{\psi 1}^2 + \dots + \sigma_{\psi k}^2)}{k-1}}, \quad (17)$$

kde: $\sigma_{\psi i}$... střední chyba řádkového průměru.

Výslednou směrodatnou odchylku na stanovisku Rab01, popř. Rab02 udává kvadratický průměr směrodatných odchylek jednotlivých stanoviskách.

b) Neredukovaný stav sítě

Změřením sítě na všech čtyřech bodech, tzn. v neredukovaném stavu, vzniknou dva trojúhelníky (Rab01 - Rab02 - Rab03, Rab01 - Rab02 - Rab05). Při měření v 10. etapě zůstal pouze jeden trojúhelník (Rab01 - Rab 02 - Rab03). Grafické znázornění sítě je na schématu (obr. 13). Směrodatná odchylka měřeného vodorovného směru se pak spočítá z Ferrerova vzorce:

$$\sigma_{\psi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{6n}}, \quad (18)$$

kde: U_i ... trojúhelníkové uzávěry,

n ... počet trojúhelníků.

Hodnota vystihuje vnější přesnost měření, tj. s uvážením viditelnosti, refrakce, vibrací ovzduší, změn osvětlení a mikrozměn postavení, ovšem bez vlivu centrace.

4.3.3 Směrodatné odchylky zenitových úhlů

Pro charakteristiku přesnosti měřených zenitových úhlů byly aplikovány směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů.

4.3.4 Hodnoty směrodatných odchylek

Výsledné hodnoty směrodatných odchylek šikmých délek a vodorovných směrů jsou uvedeny v následujícím textu a tabulkách. Veškeré výpočty jsou dle vzorců z kapitoly 4.3.2. V této kapitole je vysvětlena i symbolika použitá níže.

9. etapa

Směrodatné odchylky měřených šikmých délek.

Tab. 2. Směrodatné odchylky vzdáleností, 9. etapa.

mezi body	přibližné délky	σ_d	σ_{d_y}	σ_D
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]
Rab 01-02	368	2,7	2,8	2,0
Rab 01-03	419	2,8	2,9	2,1
Rab 01-05	405	2,8	2,9	2,1
Rab 02-03	666	3,3	3,4	2,4
Rab 02-05	354	2,7	2,8	2,0

Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů.

a) Redukovaný stav sítě

1. měření v jedné skupině (cílené hranoly)

Pro přístroj Leica TC 1700: $\sigma_\psi = 0,5mgon$

$$\sigma_{\psi_1} = 0,35mgon$$

Pro přístroj Leica TC 1800: $\sigma_\psi = 0,3mgon$

$$\sigma_{\psi_1} = 0,21mgon$$

2. měření ve dvou skupinách (všesměrné hranoly)

Tab. 3. Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů,

David Macho, stanovisko Rab01

směr	1. skupina	2. skupina	průměr	w_1	w_2	σ_{ψ_i}	σ_ψ
	[gon]	[gon]	[gon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]
Rab 01-03	229,4926	229,4931	229,4928	0,2	-0,3	0,25	0,94
Rab 01-05	297,2165	297,2158	297,2162	-0,3	0,4	0,35	
Rab 01-02	358,1916	358,1891	358,1904	-1,2	1,3	1,25	

Tab. 4. Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů,*David Macho, stanoviško Rab02*

směr	1. skupina	2. skupina	průměr	w_1	w_2	σ_{w_i}	σ_w
	[gon]	[gon]	[gon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]
Rab 02-01	148,1612	148,1604	148,1608	-0,4	0,4	0,40	0,97
Rab 02-03	186,6068	186,6042	186,6055	-1,3	1,3	1,30	
Rab 02-05	223,5019	223,5022	223,5021	0,2	-0,1	0,16	

Tab. 5. Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů,*Eliška Dvořáková, stanoviško Rab01*

směr	1. skupina	2. skupina	průměr	w_1	w_2	σ_{w_i}	σ_w
	[gon]	[gon]	[gon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]
Rab 01-03	271,2985	271,2982	271,2984	-0,1	0,2	0,16	1,07
Rab 01-05	339,0241	339,0212	339,0227	-1,4	-1,5	1,45	
Rab 01-02	399,9996	399,9988	399,9992	-0,4	0,4	0,40	

Tab. 6. Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů,*Eliška Dvořáková, stanoviško Rab02*

směr	1. skupina	2. skupina	průměr	w_1	w_2	σ_{w_i}	σ_w
	[gon]	[gon]	[gon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]
Rab 02-01	148,3679	148,3665	148,3672	-0,7	0,7	0,70	0,50
Rab 02-03	186,8101	186,8102	186,8102	0,1	0,0	0,07	
Rab 02-05	223,7106	223,7106	23,7106	0,0	0,0	0,00	

Tab. 7. Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů,*Jiří Gresl, stanoviško Rab01*

směr	1. skupina	2. skupina	průměr	w_1	w_2	σ_{w_i}	σ_w
	[gon]	[gon]	[gon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]
Rab 01-03	16,6131	16,6140	16,6136	0,5	-0,4	0,45	0,80
Rab 01-05	84,3396	84,3383	84,3390	-0,6	0,7	0,65	
Rab 01-02	145,3135	145,3151	145,3143	0,8	-0,8	0,80	

Tab. 8. Směrodatné odchylky měřených vodorovných směrů,*Jiří Gresl, stanoviško Rab02*

směr	1. skupina	2. skupina	průměr	w_1	w_2	σ_{w_1}	σ_{w_2}
	[gon]	[gon]	[gon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]	[mgon]
Rab 02-01	148,3936	148,3924	148,3930	-0,6	0,6	0,60	0,77
Rab 02-03	186,8377	186,8378	186,8378	0,1	0,0	0,07	
Rab 02-05	223,7364	223,7346	223,7355	-0,9	0,9	0,90	

Pomocí kvadratického průměru směrodatných odchylek na obou stanovišcích byla vypočtena výsledná směrodatná odchylka vodorovného směru měřeného na všesměrné hranoly a ve dvou polohách. Hodnoty těchto odchylek jsou uvedeny v tabulce 9.

Tab. 9. Výsledné směrodatné odchylky

měřič	σ_{w_1}
	[mgon]
David Macho	0,95
Eliška Dvořáková	0,83
Jiří Gresl	0,78

Konkrétní dosažené hodnoty směrodatných odchylek vodorovných směrů můžeme analyzovat. Použijeme test významnosti, který je nástrojem rozboru výsledků. výchozím předpokladem testování často bývá nulová hypotéza, která předpokládá, že rozdíl mezi hodnocenými soubory je statisticky nevýznamný.

Pro výpočet jsem zvolila test shody přesnosti dvou souborů (F-test). Princip testu spočívá v tom, že máme dány dva soubory s n_1 a n_2 pozorováními, charakterizované směrodatnými odchylkami σ_1 a σ_2 , se stupni volnosti $n_1' = (n_1 - 1)$ a $n_2' = (n_2 - 1)$. Soubory jsou řazeny a indexovány tak, aby platilo:

$$\sigma_1^2 > \sigma_2^2.$$

Položíme nulovou hypotézu shody přesnosti obou souborů a vypočteme tzv. testovací kritérium:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}.$$

Pro testování použijí největší a nejmenší směrodatnou odchylku měřeného vodorovného směru pro dvě polohy a dvě skupiny. V našem případě jsou to odchylky $0,95\text{mgon}$ a $0,75\text{mgon}$. Výsledek testovacího kritéria je 1,48.

Na zvolené významnost $\alpha = 5\%$ je kritická hodnota F_α 5,9. Následuje samotné testování

$$F > F_\alpha.$$

Pokud je splněna nerovnost, nelze nulovou hypotézu zamítnout - oba soubory jsou výběry téhož základního souboru stejné přesnosti. Můžeme prohlásit, že všechny přesnosti jsou ze stejného souboru pozorování.

b) Neredukovaný stav sítě

Směrodatná odchylka se vypočte z úhlových uzávěrů: $-1,6\text{mgon}$ (pro trojúhelník Rab01 - Rab02- Rab03) a $+0,9\text{mgon}$ (pro trojúhelník Rab01 - Rab02 - Rab05).

Mezní hodnota uzávěru je dána vzorcem:

$$d_{\max} = u \cdot \sigma_{\omega_2} \sqrt{3}, \quad (19)$$

kde: u ... koeficient spolehlivosti,

σ_{ω_2} ... směrodatná odchylka vodorovného směru (měření ve 2 skupinách).

Směrodatná odchylka vodorovného směru byla empiricky určena z 0.-4. etapě. Její hodnota je $0,72\text{mgon}$ pro měření v jedné skupině. Ve dvou skupinách dosahuje hodnoty $0,51\text{mgon}$. Dosazením do vzorce (19) jsem vypočítala mezní hodnotu úhlového uzávěru $2,21\text{mgon}$. Vzájemným porovnáním mezní hodnoty úhlového uzávěru a dosažených uzávěrů v 9. etapě můžeme prohlásit, že měření vyhovují.

Koeficient spolehlivosti byl zvolen 2,5, jelikož při měření byly zaznamenány vibrace.

Výsledná směrodatná odchylka je:

$$\sigma_{\psi_1} = 0,53\text{mgon}.$$

10. etapa

Směrodatné odchytky měřených šikmých délek.

Tab. 10. Směrodatné odchytky vzdáleností, 10. etapa.

mezi body	přibližné délky	σ_a	σ_{a_y}	σ_D
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]
Rab 01-02	368	2,7	2,8	2,0
Rab 01-03	419	2,8	2,9	2,1
Rab 02-03	666	3,3	3,4	2,4

Směrodatné odchytky měřených vodorovných směrů.

V 10. etapě byla síť zaměřena v neredukovaném stavu na bodech Rab01 - Rab02 - Rab03. Z tohoto měření vzniknul jeden trojúhelník a byla vypočítaná směrodatná odchytky pomocí Ferrerova vzorce (18). Hodnota úhlového uzávěru vyšla $-1,9\text{mgon}$.

Dosažená hodnota úhlového uzávěru nepřesahuje mezní hodnotu, tudíž měření opět vyhovuje.

Směrodatná odchytky vodorovného směru v neredukovaném stavu je:

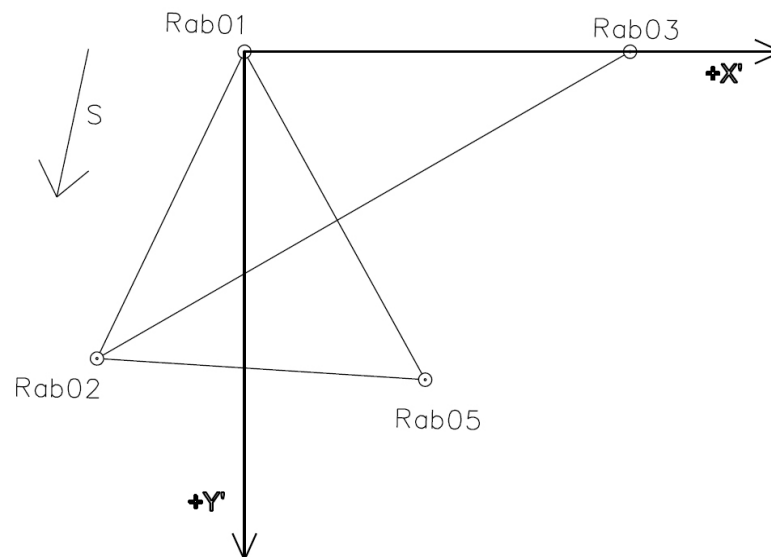
$$\sigma_{\psi_1} = 0,78\text{mgon} .$$

5 VYROVNÁNÍ PROSTOROVÉ SÍTĚ

Zdrojem informací k vyrovnávacímu počtu byly [10], [11] a [12].

Místní prostorovou síť jsem vyrovnávala jako volnou s pevným bodem a daným směrem. Pevným bodem je Rab01 a určující směr je vložen z bodu Rab01 na Rab03, do tohoto směru je vložena souřadnicová osa $+X'$ (obr.16). Souřadnice bodu Rab01 ($Y'=1000$, $X'=5000$, $Z'=250$) byly zvoleny tak, aby všechny souřadnice bodů měly kladné hodnoty.

Volba souřadnicového systému není náhodná. Je volená v souladu s průběhem terénu a je totožná s předchozími etapami. V takto zvolené souřadnicové soustavě osa $+X'$ jde po horizontále a osa $+Y'$ jde přibližně ve směru spádu terénu.



Obr. 16. Náčrt místní sítě Rabenov

5.1 TEORIE VYROVNÁNÍ

K vyloučení hrubých chyb a ke zvýšení přesnosti konečného výsledku měření opakujeme měření neznámé veličiny nebo měříme další veličiny, které jsou s neznámými veličinami ve známém vzájemném vztahu. Jestliže je hledaná (určovaná) veličina měřena několikrát za různých podmínek, tzn. že je měřena různými metodami, různě přesnými přístroji a pomůckami, měří různí pozorovatelé nebo se liší vnější podmínky při měření, nejsou výsledky jednotlivých měření stejně přesné.

Otázkou zůstává jaká je pravá hodnota měřené veličiny. Jestliže bylo v rámci geodetické úlohy změřeno více veličin než je nutný počet pro určení neznámých je možné řešit úlohu pomocí vyrovnání. V důsledku působení nahodilých chyb nelze ze všech měření získat jednoznačný výsledek. Aby všechna měření odpovídala jedinému výsledku, je nutné měření změnit (opravit). Možností těchto změn je prakticky neomezené množství a pro jedno konkrétní řešení je nutné svázat měření nějakou podmínkou. Vyrovnání pak znamená vypočítat takové změny (opravy), které vyhovují dané podmínce.

Způsoby vyrovnání můžeme zhruba rozdělit do čtyř skupin:

a) *vyrovnání měření přímých,*

kde jediná neznámá veličina byla nezávisle měřena vícekrát za sebou,

b) *vyrovnání měření zprostředkujících,*

kde se více neznámých veličin nepřímo „měří“ prostřednictvím přímého měření jiných veličin, které jsou s neznámými ve známém funkčním vztahu,

c) *vyrovnání měření podmínkových,*

kde se jednotlivé veličiny měří přímo, avšak současně mají splnit předem danou matematickou nebo geometrickou podmínku.

d) *složitější, kombinované způsoby.*

Vzhledem k tomu, že souřadnice nejsou v geodézii měřeny přímo (s výjimkou např. digitalizace), jsou pro vyrovnání geodetických úloh rozhodující dva způsoby vyrovnání, a sice vyrovnání zprostředkujících a vyrovnání podmínkových měření. Oba způsoby vyrovnání dají stejné hodnoty vyrovnání měření, počet normálních rovnic je u obou způsobů odlišný. U vyrovnání zprostředkujících se rovná počtu určovaných souřadnic, u podmínkových je stejný jako počet nadbytečných měření. Výsledky vyrovnání neboli vektory získané řešením normálních rovnic jsou u obou způsobů různé.

Pro vyrovnání se v drtivé většině případů v geodézii užívá metoda nejmenších čtverců (MNČ). Právě časté a téměř výlučné užívání této metody vede k představě o její univerzálnosti. MNČ má však vedle svých nesporných výhod i určité nevýhody, na které je dobré při jejím užívání pamatovat.

Výhody MNČ:

- jednoduchý výpočet, který vede k lineárním rovnicím,
- nepřipouští příliš velké opravy a výsledky se tedy příliš neodlišují od měření,
- všeobecná znalost daná častým používáním.

Nevýhody MNČ:

- „rovnoměrný charakter“ oprav neumožňuje odhalit odlehlá měření,
- rozdělení oprav může být v rozporu s přesností měřených veličin i v rozporu s geodetickou zkušeností.

5.1.1 Podstata metody nejmenších čtverců

Nejspolehlivější hodnoty neznámých (hledaných) veličin jsou podle MNČ ty, které mají nejmenší matematickou pravděpodobnost. Vyrovnanou (nejpravděpodobnější) hodnotu měřené veličiny označme x . Opravy v , to jsou rozdíly mezi nejpravděpodobnější hodnotou x a naměřenými výsledky, jsou:

$$v_1 = x - l_1, v_2 = x - l_2 \dots v_n = x - l_n$$

Hodnota x určuje velikost oprav v_1, v_2 (se změnou x dojde i ke změně oprav v). Má-li být x nejpravděpodobnější hodnotou, musí být nejpravděpodobnější i opravy v . Za nejpravděpodobnější opravy v_i považujeme takové opravy v , pro které platí vztah:

$$p_1 v_1^2 + p_2 v_2^2 + \dots + p_n v_n^2 = \min$$

Toto je základní podmínka vyrovnání metodou nejmenších čtverců, kterou stručně zapisujeme:

$$[p_{vv}] = \min$$

Metoda nejmenších čtverců umožňuje získat nejpravděpodobnější hodnoty neznámých, mají-li měřické chyby normální rozdělení. Předpokládáme tedy, že systematické složky chyb byly eliminovány a měření je zatíženo pouze náhodnými chybami.

5.1.2 Váhy měření

Při vyrovnání geodetické úlohy vstupují do vyrovnání různorodé veličiny měřené s různou přesností. Říkáme, že jednotlivá měření nemají stejnou váhu. Jestliže počítáme hledanou veličinu z různě přesných měření, musíme váhy jednotlivých měření zavádět do výpočtu. Při vyrovnání je dobré o vahách vědět:

1. umožňují zohlednit různou přesnost jednotlivých měření,
2. umožňují vyrovnávat společně úhly a délky.

Váhy jsou poměrná čísla, která kvalitativně hodnotí dosažený výsledek měření. Chceme, aby přesnější měření se ve vyrovnané veličině uplatnila více. Proto je zřejmá závislost na směrodatné odchylce. Váhy definujeme:

$$p_i = \frac{K}{\sigma_i^2}, \quad (20)$$

kde: K . . . vhodně zvolená konstanta.

Z definice vyplývá vztah, že součin váhy a čtverce střední chyby je v řadě měření konstantní. Když do tohoto vztahu teoreticky zavedeme takové měření, pro které $p_0 = 1$ říkáme, že tomuto měření odpovídá tzv. jednotková směrodatná odchylka σ_0 .

Obecný vztah pro volbu vah je:

$$p_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}, \quad (21)$$

kde: p_i ... váha měřené veličiny,

σ_i ... směrodatná odchylka měřené veličiny,

σ_0 ... směrodatná odchylka jednotková.

Volba vah sice ovlivňuje výsledky vyrovnaní, ale u běžných konfigurací sítí a rozumných přesností měření není toto ovlivňování nijak dramatické. malá změna jednotlivé váhy neovlivní výsledek, protože váhy ovlivňují vyrovnaní svým poměrem. Váhy nezachrání přesnost měření. Představa, že méně přesné měření se „vylepší“ pomocí vah, je mylná.

Při výpočtu napřed zvolíme vhodnou jednotkovou váhu tak, aby ostatní váhy nebyla čísla příliš velká nebo malá.

5.2 VYROVNÁNÍ MÍSTNÍ SÍTĚ RABENOV

K vyrovnaní sítě byl využit software GNU GaMa/Rocinante. Tento program je vytvořený v rámci projektu GNU General Public Licence. Projekt je věnovaný vyrovnaní geodetických volných sítí (akronym Gama je vytvořen ze slov geodézie a mapování). GNU Gama je napsána v C++ a v současnosti podporuje pouze vyrovnaní v lokální kartézské soustavě. Na projektu se začalo pracovat v roce 1998 na katedře kartografie a mapování, stavební fakulty ČVUT v Praze. Program je volně přístupný.

Po spuštění programu a založení nového souboru se rozhodneme mezi 3D sítí (prostorovou), 2D sítí (rovinnou) a 1D sítí (nivelace - pouze výškové rozdíly) nebo pouze protokol.

Program umožňuje následující funkce:

- vytváření, nahrávání a ukládání sítě,
- přidávání, editaci a mazání bodů, přičemž bod můžeme nastavit jako pevný, volný nebo opěrný
- přidávání, editaci a mazání měření,
- je možné vložit měření: směr (direction)
 - vodorovnou vzdálenost (distance)
 - úhel (angle)
 - šikmá vzdálenost (s-distance)
 - zenitový úhel (z-angle)
 - souřadnicové rozdíly (dh)
- nastavení parametrů sítě,
- výsledný protokol řešení sítě.

V našem případě použijí způsob vyrovnání zprostředkujících měření, protože změřené hodnoty jsou s neznámými souřadnicemi bodů ve vzájemném vztahu. Vstupními hodnotami vstupující do vyrovnání jsou měřené veličiny, redukované na spojnici stabilizačních značek, jejich směrodatné odchylky a přibližné souřadnice bodů sítě.

Program řeší vyrovnání sítě na základě zlinearizovaného modelu, který je daný vztahem:

$$D \cdot v = w = A \cdot h - l, \quad (22)$$

za platnosti podmínky MNČ:

$$v^T \cdot P v \leftrightarrow w^T P w = \min.$$

Model se řeší za doplňujících podmínek na opravu přibližné konfigurace, které je možno zapsat ve tvaru:

$$G \cdot h = 0.$$

Je-li počet doplňujících podmínek roven počtu nutných podmínek pro umístění sítě v E_3 , jedná se o řešení tzv. volné sítě. V případě, že je počet větší, jde o tzv. síť vázanou.

Symbolika uvedená v předešlých rovnicích bude postupně vysvětlena v této kapitole.

1. Matice A (m,n)

Matice A je Jacobiho matice zvaná modelová matice lineárního vztahu mezi zprostředkujícími (m) a konfiguračními (n) parametry. Prvky matice A jsou derivace zprostředkujících veličin (vyjádřených pomocí konfiguračních veličin) podle jednotlivých konfiguračních veličin. Matice je tvořena blokově ze submatic prostorových délek A_D , zenitových úhlů A_Z a prostorových úhlů A_U .

$$A = \begin{bmatrix} A_D \\ A_Z \\ A_U \end{bmatrix}. \quad (23)$$

2. Vektor absolutních členů l (m,1)

Zápis blokového vektoru l má obdobnou strukturu jako matice A, m je počet zprostředkujících parametrů.

$$l = \begin{bmatrix} l_D \\ l_Z \\ l_U \end{bmatrix}. \quad (24)$$

Zprostředkující parametry uvedené v matici jsou dány vztahy:

$$l_D = {}^*d_{ij} - {}^{\circ}d_{ij} \text{ [mm]}, \quad (25)$$

kde: ${}^*d_{ij}$... měřená délka,

${}^{\circ}d_{ij}$... délka vypočtená z přibližných souřadnic.

$$l_Z = {}^*Z_{ij} - {}^{\circ}Z_{ij} \text{ [0,0001gon]}, \quad (26)$$

kde: ${}^*Z_{ij}$... měřený zenitový úhel,

${}^{\circ}Z_{ij}$... zenitový úhel vypočtený z přibližných souřadnic.

$$l_U = {}^*\Omega_{ijk} - {}^{\circ}\Omega_{ijk} \text{ [0,0001gon]}, \quad (27)$$

kde: ${}^* \Omega_{ijk}$... prostorový úhel vypočtený z měřených parametrů,
 ${}^o \Omega_{ijk}$... prostorový úhel vypočtený z přibližných souřadnic.

3. Matice D (m, r)

Jedná se o Jacobiho matici vztahů mezi parametry měřenými (r) a zprostředkujícími (m). Prvky matice D jsou tedy derivace zprostředkujících veličin (vyjádřených pomocí měřených veličin) podle jednotlivých měřených veličin.

Modelová matice má tvar:

$$D = \text{diag.}(E_D, E_Z, D_U). \quad (28)$$

Submatice E_D (m_1, r_1) a rovněž E_Z (m_2, r_2) jsou jednotkového typu. Hodnoty $m_1 = r_1$ a $m_2 = r_2$ jsou dány počtem měřených délek a zenitových úhlů.

Submatice D_U (m_3, r_3) má následující diagonální tvar:

$$D_U = \text{diag.}(D_{U1}, \dots, D_{UK}). \quad (29)$$

Prvky této matice jsou derivace zprostředkujících prostorových úhlů, podle měřených geometrických parametrů, vodorovných směrů a zenitových vzdáleností na jednotlivých bodech sítí.

4. Matice vah

a) Matice vah měřených geometrických parametrů ${}^* P$ (r, r)

Matice vah měření je diagonální, kde těmito diagonálními prvky jsou váhy měření (předpokládáme, že výsledek měření jednoho prvku nezávisí na výsledku dalšího měření - měření jsou nezávislá). Měřené prvky nejsou obecně homogenními veličinami, proto se provádí homogenizace měření přiřazením vah každému měřenému prvku. Váhy se určí ze vztahu (20).

b) Matice vah zprostředkujících parametrů P (m, m)

Matice je dána zákonem přenášení vah podle vzorce:

$$P = (D \cdot {}^* P^{-1} \cdot D^T)^{-1}. \quad (30)$$

Prvky matice, se zřetelem na tvar Jacobiho matice D a diagonální tvar matice ${}^* P$, mají tvar:

$$P = \text{diag.}({}^* P_D, {}^* P_Z, P_{U1}, \dots, P_{UK}).$$

Submatice *P_D a *P_Z jsou tvaru (m_1, m_1) , resp. (m_2, m_2) , kde m_1 a m_2 je počet měřených délek, resp. měřených zenitových úhlů. Submatice P_{Us} , $s \in \langle 1, k \rangle$, je typu (m_{3s}, m_{3s}) , kde m_{3s} je počet prostorových úhlů na bodě s .

5. Podmínková matice G (p,n)

Matice G je Jacobiho maticí soustavy $G \cdot h = 0$. V jednotlivých řádcích matice jsou buď koeficienty lineárních funkcí, nebo, pokud funkce nejsou lineární, koeficienty jejich lineárních rozvojų. Hodnota p vyjadřuje počet podmínek na opravu přibližné konfigurace. Pomocí podmínkové matice G můžeme umístit síť v prostoru. Minimální počet podmínek jsou čtyři.

Podmínkovou matici lze realizovat různými způsoby. Často se v geodézii užívá Helmertova transformace přibližné konfigurace na konfiguraci vyrovnanou.

6. Vektor oprav souřadnic h

Vektor oprav konfiguračních parametrů se určí ze vztahu:

$$h = N^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot l. \quad (31)$$

Inverzní matice N^{-1} soustavy normálních rovnic je dána vztahem:

$$N^{-1} = (A^T \cdot P \cdot A + G^T \cdot G)^{-1}.$$

Z přibližných souřadnic bodů sítě a vektoru oprav se pak určí vyrovnané souřadnice:

$${}^1x = {}^0x + h. \quad (32)$$

7. Výpočet oprav zprostředkujících parametrů w

Opravy zprostředkujících parametrů se vypočtou ze vztahu:

$$w = A \cdot h - l. \quad (33)$$

Druhý, kontrolní výpočet oprav se vypočítá z rozdílů vyrovnaných a přibližných parametrů:

$$w = {}^1s - {}^*s,$$

kde: 1s ... vektor zprostředkujících parametrů vypočtený z vyrovnaných souřadnic,

*s ... vektor zprostředkujících parametrů vypočtený z měření.

8. Výpočet oprav měřených geometrických parametrů v

Opravy jsou dány vztahem:

$$v = {}^*P^{-1} \cdot D^T \cdot P \cdot (A \cdot h - l). \quad (34)$$

Na základě oprav ze vzorce (49) můžeme spočítat vyrovnané měřené geometrické parametry podle vzorce:

$${}^1t = {}^*t + v. \quad (35)$$

9. Výpočet aposteriorní jednotkové směrodatné odchylky

Lze ji vypočítat ze znalosti vektoru oprav, a to podle vzorce:

$$m_0 = \sqrt{\frac{v^T \cdot {}^*P \cdot v}{m - n + p}}, \quad (36)$$

kde: m ... počet zprostředkujících veličin,

n ... počet neznámých,

p ... počet podmínek na opravu přibližné konfigurace.

10. Kovarianční matice měřených geometrických parametrů *M_t (r, r)

Kovarianční matice je typu (r, r) , na hlavní diagonále najdeme kvadráty směrodatných odchylek měřených geometrických parametrů. Matici je možné zapsat ve tvaru:

$${}^*M_t = \sigma^2 \cdot {}^*P^{-1}. \quad (37)$$

11. Kovarianční matice vyrovnaných konfiguračních parametrů *M_x

Při znalosti kovarianční matice *M_t je tato matice je dána vztahem:

$${}^1M_x = \sigma_0^2 \cdot (K \cdot {}^*P^{-1} \cdot K^T), \quad (38)$$

kde: $K = N^{-1} \cdot A^T \cdot P$.

12. Kovarianční matice vyrovnaných měřených parametrů 1M_t

Matice je dána vztahem:

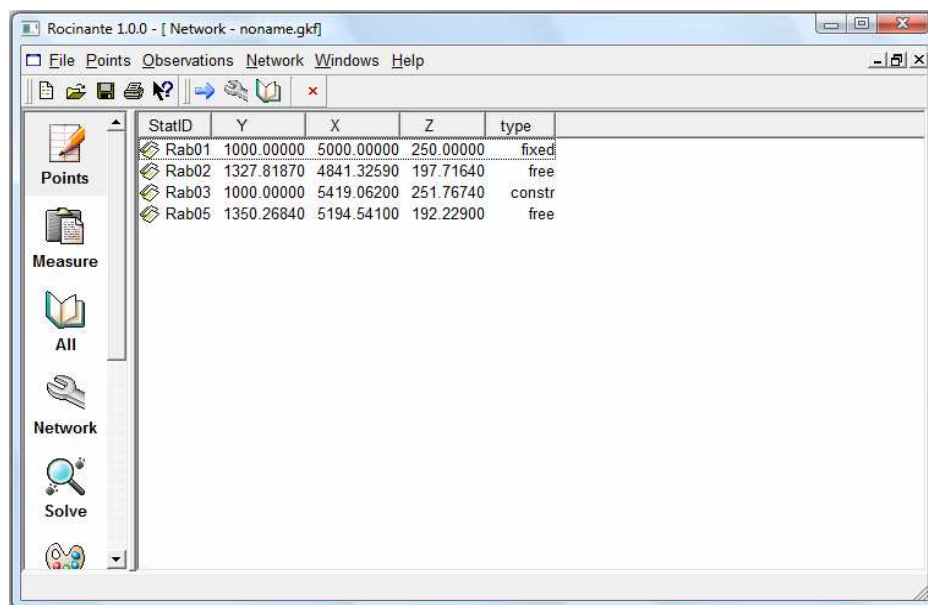
$${}^1M_t = \sigma_0^2 \cdot (L \cdot P^{-1} \cdot L^T), \quad (39)$$

kde: $L = E_T - P^{-1} \cdot D^T \cdot (D - A \cdot K)$,

E_T je jednotková matice typu (r, r) .

Z variací diagonálních prvků kovariančních matic *M_X a 1M_t je možné určit směrodatné odchylky vyrovnaných souřadnic bodů prostorové sítě, resp. vyrovnaných měřených parametrů.

Vyrovnaní jsem provedla pomocí zmiňovaného softwaru Rocinante. Po otevření nového souboru jsem zvolila 3D prostorovou síť. Zadala jsem přibližné souřadnice bodů Rab01, Rab02, Rab03 a Rab05 (obr. 17). V okně měření jsem vložila stanoviskové body a postupně zadala měřené veličiny převedené na rovnoběžku se spojnici stabilizačních značek a jejich směrodatné odchylky z kapitoly 4.3.4 (obr. 18).



Obr. 17. Vstup bodů do softwaru Rocinante

From	To	type	value	stdDev
StandPoint	Rab01			
Rab01	Rab02	Direction	145.317800	4.8
Rab01	Rab02	S_Distance	367.93560	2.8
Rab01	Rab02	Z_Angle	109.077100	4.8
Rab01	Rab03	Direction	16.619600	4.8
Rab01	Rab03	S_Distance	419.06680	2.9
Rab01	Rab03	Z_Angle	99.731500	4.8
Rab01	Rab05	Direction	84.344000	4.8
Rab01	Rab05	S_Distance	404.81170	2.9
Rab01	Rab05	Z_Angle	109.116400	4.8
StandPoint	Rab02			
Rab02	Rab01	Direction	148.278800	4.8
Rab02	Rab01	S_Distance	367.93460	2.8
Rab02	Rab01	Z_Angle	90.930800	4.8
Rab02	Rab03	Direction	186.724500	4.8
Rab02	Rab03	S_Distance	666.45870	3.4
Rab02	Rab03	Z_Angle	94.835500	4.8
Rab02	Rab05	Direction	223.621000	4.8
Rab02	Rab05	S_Distance	353.97610	2.8
Rab02	Rab05	Z_Angle	100.990400	4.8
StandPoint	Rab03			
Rab03	Rab01	Direction	362.447400	4.8

Obr. 18. Vstup měření do softwaru Rocinante

V 9. etapě byla síť zaměřena 1x v nerukovaném stavu, 3x v redukovaném stavu na všesměrné hranoly a 3x v redukovaném stavu na cílené hranoly. Každé měření bylo vyrovnáno samostatně. V 10. etapě byly vstupem do vyrovnání hodnoty zaměřené z bodů Rab01, Rab02 a Rab03.

Výsledné vyrovnané souřadnice terestrického měření jsou uvedeny v tabulce (tab. 11 a tab. 12). Výsledné souřadnice z 9.etapy a jejich směrodatné odchylky jsem

spočetla jako vážený kvadratický průměr s váhou $P_i = \frac{1}{\sigma_{x_i}}$.

$$X = \sqrt{\frac{\sum_1^i (X_i^2 + P_i^2)}{\sum_1^i (P_i^2)}}, \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_1^i (\sigma_{x_i}^2 + P_i^2)}{\sum_1^i (P_i^2)}}.$$

Tab. 11. Vyrovnané souřadnice a jejich směrodatné odchylky 9.etapa

bod	9.etapa	
	souřadnice [m]	směrodatná odchylka [mm]
$X_{Ra\delta 01}$	5000,0000	-
$Y_{Ra\delta 01}$	1000,0000	-
$Z_{Ra\delta 01}$	250,0000	-
$X_{Ra\delta 02}$	4841,3248	3,0
$Y_{Ra\delta 02}$	1327,8213	2,5
$Z_{Ra\delta 02}$	197,7426	2,2
$X_{Ra\delta 03}$	5419,0622	2,2
$Y_{Ra\delta 03}$	1000,0000	-
$Z_{Ra\delta 03}$	251,7706	3,2
$X_{Ra\delta 05}$	5194,5461	3,3
$Y_{Ra\delta 05}$	1350,2684	2,6
$Z_{Ra\delta 05}$	192,2356	2,7

Tab. 12. Vyrovnané souřadnice a jejich směrodatné odchylky 10. etapa

bod	10. etapa	
	souřadnice [m]	směrodatná odchylka [mm]
$X_{Ra\delta 01}$	5000,0000	-
$Y_{Ra\delta 01}$	1000,0000	-
$Z_{Ra\delta 01}$	250,0000	-
$X_{Ra\delta 02}$	4841,3210	3,3
$Y_{Ra\delta 02}$	1327,8234	2,8
$Z_{Ra\delta 02}$	197,7322	2,9
$X_{Ra\delta 03}$	5419,0619	1,9
$Y_{Ra\delta 03}$	1000,0000	-
$Z_{Ra\delta 03}$	251,7628	3,1

6 POROVNÁNÍ ETAPOVÝCH MĚŘENÍ

Potřebné informace a výsledky předchozích etap jsem čerpala z [1] a [2].

Po výpočtu obou etap v programu Rocinante získávám vyrovnané souřadnice stanoviskových bodů. Porovnávám hodnoty souřadnic v lokální síti s 0. a předcházející etapou. Jelikož byl bod Rab01 při výpočtu vyrovnaní sítě použit v každé etapě jako pevný, jeho souřadnice se nemění (nevyrovňávají se). Podobně to platí i pro y-ovou souřadnici bodu Rab03.

V následujících tabulkách jsou uvedené vyrovnané souřadnice a jejich porovnání s ostatními etapami.

a) Porovnání 8. a 9. etapy

Tab. 13. Porovnání 8. a 9. etapy

bod	8. etapa	9. etapa	rozdíl mezi 8. a 9. etapou
	[m]	[m]	[mm]
X_{Rab02}	4841,3516	4841,3248	-26,8
Y_{Rab02}	1327,8351	1327,8213	-13,8
Z_{Rab02}	197,7575	197,7426	-14,9
X_{Rab03}	5419,0830	5419,0622	-20,8
Z_{Rab03}	251,7644	251,7706	6,2
X_{Rab05}	5194,5811	5194,5461	-35,0
Y_{Rab05}	1350,2400	1350,2684	28,4
Z_{Rab05}	191,7144	192,2356	-521,2

Velký rozdíl v Z souřadnici bodu Rab05 byl pravděpodobně způsoben nesprávným změřením výšky stanoviska a cíle v jedné z etap. Na obrázku (obr. 19) je zdokumentovaný bod Rab05 v 9. etapě. Dle fotografie se domnívám, že výška přibližně 0,585m byla změřena k vršku novodurové trubky. Kdežto v předchozí 8. etapě byla tato výška změřena k betonovému základu.



Obr. 19. Stabilizace bodu Rab05

b) Porovnání 0. a 9. etapy

Tab. 14. Porovnání 0. a 9. etapy

bod	0. etapa	9. etapa	rozdíl mezi 0. a 9. etapou
	[m]	[m]	[mm]
X_{Rab02}	4841,3709	4841,3248	-46,1
Y_{Rab02}	1327,7972	1327,8213	24,1
Z_{Rab02}	197,7200	197,7426	22,6
X_{Rab03}	5419,0434	5419,0622	18,8
Z_{Rab03}	251,8493	251,7706	-78,7
X_{Rab05}	bod neměřen	5194,5461	-
Y_{Rab05}		1350,2684	-
Z_{Rab05}		192,2356	-

c) Porovnání 9. a 10. etapy

Tab. 15. Porovnání 9. a 10. etapy

bod	9. etapa	10. etapa	rozdíl mezi 0. a 9. etapou
	[m]	[m]	[mm]
X_{Rab02}	4841,3248	4841,3210	-3,8
Y_{Rab02}	1327,8213	1327,8234	2,1
Z_{Rab02}	197,7426	197,7322	-10,4
X_{Rab03}	5419,0622	5419,0619	-0,3
Z_{Rab03}	251,7706	251,7628	-7,8
X_{Rab05}	5194,5461	bod poničen	-
Y_{Rab05}	1350,2684		-
Z_{Rab05}	192,2356		-

d) Porovnání 0. a 10. etapy

V 0. etapě nebyl bod Rab05 zbudován. Mezi 9. a 10. etapou došlo k poničení tohoto bodu, proto na něm již nebudou probíhat měření. V tomto vyrovnání tudíž bod Rab05 neuvádím.

Tab. 16. Porovnání 0. a 10. etapy

bod	0. etapa	10. etapa	rozdíl mezi 0. a 9. etapou
	[m]	[m]	[mm]
X_{Rab02}	4841,3709	4841,3210	-49,9
Y_{Rab02}	1327,7972	1327,8234	25,9
Z_{Rab02}	197,7200	197,7322	12,2
X_{Rab03}	5419,0434	5419,0619	18,5
Z_{Rab03}	251,8493	251,7628	-86,5

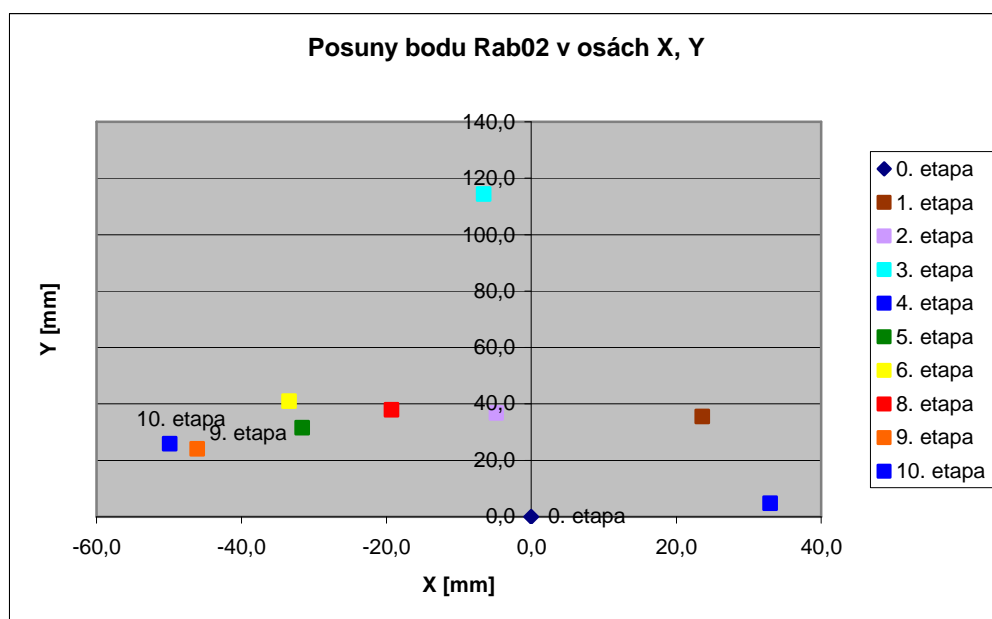
e) Posuny bodů vzhledem k základní (nulté) etapě

Poloha bodu Rab01 je pevná, tudíž se jeho poloha nemění. V následující tabulce jsou uvedeny posuny bodů Rab02 a Rab03.

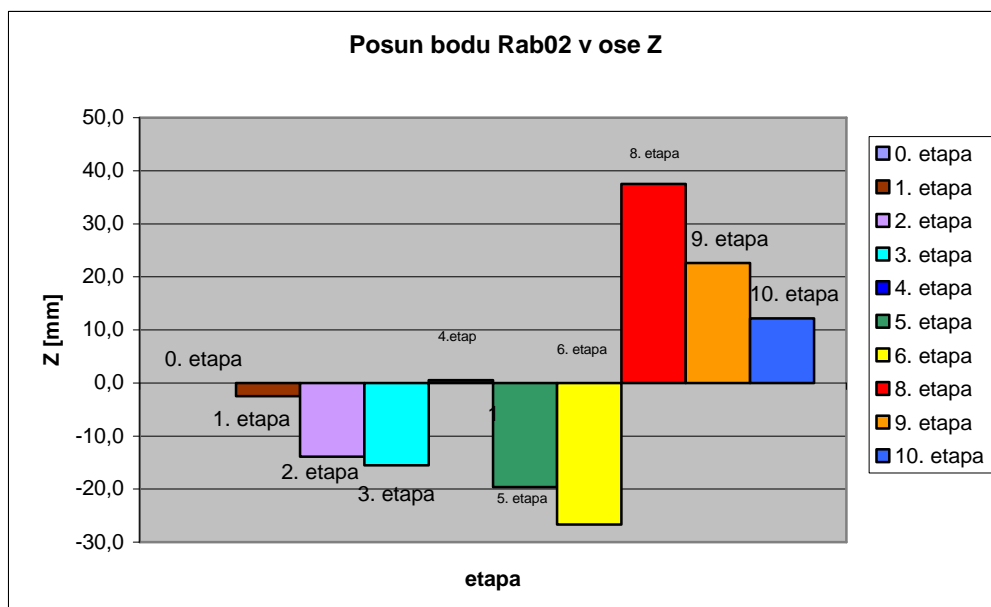
Tab. 17. Posuny bodů vzhledem k nulté etapě

etapa	Rab02			Rab03		
	Δx	Δy	Δz	Δx	Δy	Δz
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1. etapa	23,6	35,5	-2,5	2,6	0,0	-1,9
2. etapa	-4,8	36,8	-13,9	12,6	0,0	-51,7
3. etapa	-6,6	114,4	-15,5	35,3	0,0	-66,7
4. etapa	33,0	4,8	0,5	35,0	0,0	-61,5
5. etapa	-31,6	31,5	-19,6	32,6	0,0	-61,9
6. etapa	-33,4	41,0	-26,7	41,3	0,0	-77,4
8. etapa	-19,3	37,9	37,5	39,6	0,0	-84,9
9. etapa	-46,1	24,1	22,6	18,8	0,0	-78,7
10. etapa	-49,9	25,9	12,2	18,5	0,0	-86,5

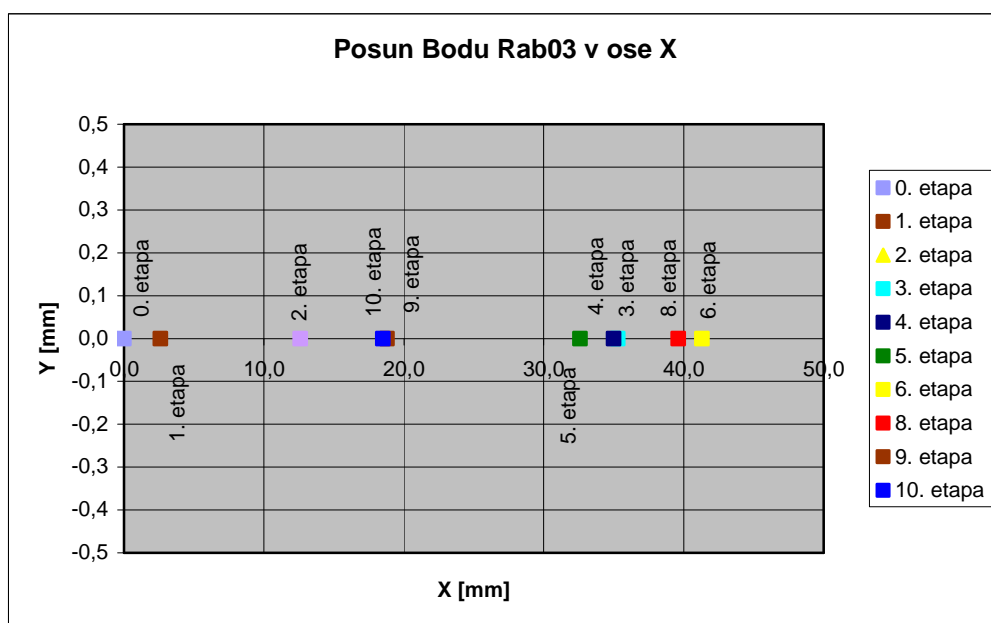
V grafech jsou vyneseny posuny bodů Rab02 a Rab03 v osách X a Y a zvlášť v ose Z. Zdrojová data grafů jsou uvedena v tabulce 17.



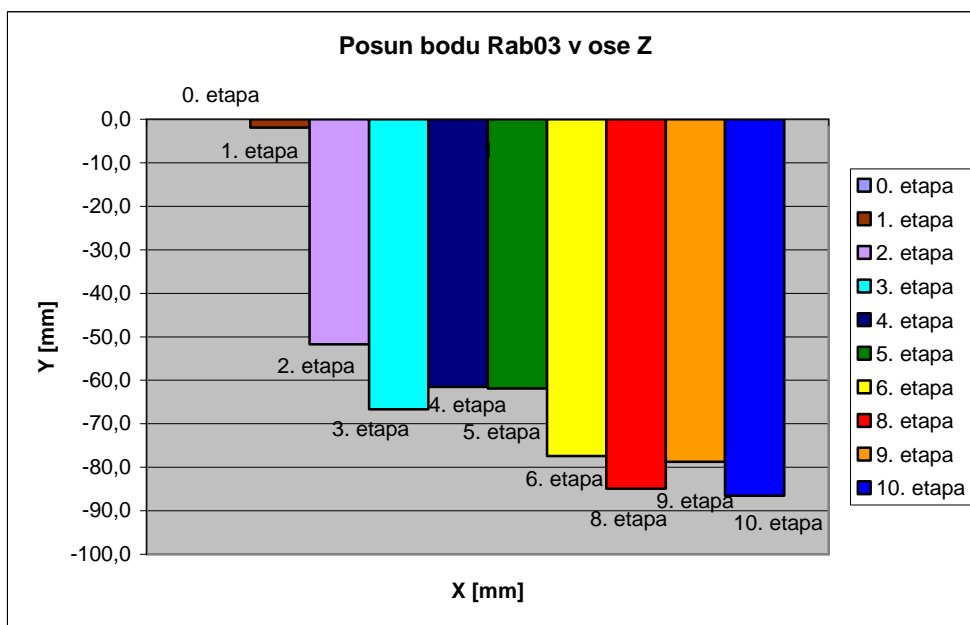
Obr. 20. Posuny bodu Rab02 v osách X,Y vzhledem k nulté etapě



Obr. 21. Posun bodu Rab02 v ose Z vzhledem k nulté etapě



Obr. 22. Posun bodu Rab03 v ose X vzhledem k nulté etapě



Obr. 23. Posun bodu Rab03 v ose Z vzhledem k nulté etapě

Posuny stanoviskových bodů vzhledem k nulté etapě jednoznačně dokazují nestabilitu území. Z tabulky rozdílů souřadnic mezi etapami jsou výrazné zejména rozdíly v souřadnicích Z, tedy ve výškách.

Na obr. 21 je graficky vyjádřen posun bodu Rab02. Je patrné, že nejprve docházelo k poklesu bodu, kromě 4. etapy. Po sanačních pracích v dolní části svahu, kdy byla přemístěna zemina do spodní části svahu, došlo evidentně k zvednutí bodu v 8. etapě. Nicméně na grafu můžeme nadále sledovat pokles bodu Rab02 od 9. etapy.

Neustálý pokles bodu Rab03 je zjevný na obr. 23. Z grafu vývoje výšky je patrný nejprve pokles výšky stanoviskového bodu, ke kterému došlo v průběhu jarních měsíců. V říjnu je již vidět opětové navracení výšek zpět. Tento jev byl zřejmě způsoben letním vysycháním půdy.

7 GPS OBSERVACE

Čerpáno z [6].

Globální družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System, GNSS) je služba umožňující za pomoci družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím. Nejčastěji využívaným a plně funkčním polohovým systémem je NAVSTAR - GPS provozovaný armádou USA. Jako běžné označení tohoto systému se vžilo zkrácené označení GPS.

Global Positioning System (GPS) je systém umělých družic Země vysílajících neustále radiové signály, a systém pozemních přijímacích a kontrolních stanic. Slouží k určování polohy, rychlosti a času pevných i pohyblivých objektů na zemském povrchu i v zemské atmosféře. GPS byl původně určen primárně k vojenským účelům. Část služeb tohoto systému s omezenou přesností je volně k dispozici i civilním uživatelům. V současnosti je nejrozšířenějším globálním pozičním (navigačním) systémem na Zemi.

Systém je tvořen třemi segmenty: kosmickým, kontrolním a uživatelským.

a) kosmický segment

Kosmický segment se skládá z 24 družic, z nichž 3 jsou označovány jako záložní. Tyto družice obíhají Zemi na šesti téměř kruhových drahách ve výšce 20 200km. Dráhy družic svírají s rovinou zemského rovníku úhel 55° . Konfigurace družic je zvolena tak, aby byla zajištěna viditelnost 4 až 8 družic. Družice jsou vybaveny radiovým vysílačem, velmi přesnými atomovými hodinami a dalšími potřebnými přístroji, potřebných k zabezpečení fungování systému.

b) kontrolní segment

Kontrolní segment se skládá z pěti pozemních monitorovacích stanic, z nichž stanice v Colorado Springs je hlavní řídicí stanicí. Hlavními úkoly segmentu jsou sledování družic na drahách, sledování palubních hodin jednotlivých družic, časová synchronizace družic a vysílání datových zpráv na družice. Hlavní kontrolní stanice shromažďuje data z monitorovacích stanic a zpracovává je za účelem určení efemerid (tj. souřadnic předpovídaných oběžných drah jednotlivých družic).

c) uživatelský segment

Tento sektor tvoří jednotlivé druhy aparatur a jejich způsoby využití.

Metoda GPS si v dnešní době získala velkou popularitu svojí relativně nízkou časovou náročností a jednoduchostí při práci v terénu a zároveň poměrně vysokou dosahovanou přesností pro použití v běžné geodézii.

7.1 VYUŽITÍ GPS PŘI MĚŘENÍ SÍTĚ RABENOV

Na základě terestrických měření v 0. - 2. etapě měření bylo vysloveno podezření na nestabilitu stanoviskových bodů, proto bylo nutno lokální síť připojit do geodetického referenčního systému, resp. do velké regionální sítě. Jelikož není ze svahu přímá viditelnost na žádný bod o známých souřadnicích v S-JTSK, připojení na základě terestrického měření by bylo velmi obtížné.

GPS měření sítě Rabenov je prováděno od 3. etapy. V červenci 2007 a v dubnu 2006 (7. etapa) byla síť zaměřena pouze pomocí GPS. Během 10. etapy observace GPS neproběhla.

Ve všech etapách měření se používala rychlá statická metoda měření GPS. Metoda Real Time Kinematic (RTK) se využila při 4. etapě pro měření na podrobné body. Následující odstavce stručně popisují použité metody.

Rychlá statická metoda: Jde o obdobu statické metody, ale je zde výrazně zkrácena doba měření. Určuje se poloha bodu vzhledem k referenčnímu bodu se známými geocentrickými souřadnicemi. Doba observace trvá 10-30 minut, což se liší podle typu přístroje, vzdálenosti mezi přijímači a konfigurace družic. Tato metoda se používá zejména pro zhušťování bodových polí.

Metoda RTK : Jde o metodu měření dvoufrekvenčními přijímači GPS, které jsou vybaveny pro realizaci diferenčního fázového měření v reálném čase. Referenční stanice při měření předává, pomocí vysílačky, přijímačům buď pozorovací data nebo korekce měřených vzdáleností. Při vzdálenostech do 10 km od referenční stanice má tato metoda centimetrovou přesnost, pokud je zaručena viditelnost minimálně pěti stejných družic z referenční stanice i z pohybuujícího se přijímače. Metoda je vhodná pro měření pro katastrální účely pro vytyčování a pro úlohy v geografických informačních systémech (GIS).

7.1.1 Použité přístroje

Pro měření byly použity aparatury GPS Trimble 5700 firmy Nikon – Trimble. Střední souřadnicová chyba byla určena jako 10 mm a přesnost určení výšek je 23 mm. Přístroj se skládá z antény (obr. 24), přijímače a řídicí jednotky.



Obr. 24. Anténa ZephyrTM Geodetic

7.1.2 Transformace terestrického měření do měření GPS

Při transformaci sítě s vyšší přesností než sítě, do které transformujeme, nastává problém s výběrem vhodné transformace.

Často používaná transformace prostorových sítí je Helmertova sedmiprvková transformace. Při této transformaci dochází k současné transformaci X , Y a Z souřadnic. Pro úspěšné sestavení transformačního klíče je potřebné znát 7 parametrů - 3 parametry rotace, 3 parametry posunutí a 1 pro změnu měřítka. Pro určení parametrů jsou potřeba více než dva identické body. V sítích s malým množstvím bodů nemáme téměř žádné nadbytečné parametry, pomocí kterých by bylo možné sestavit spolehlivý transformační klíč.

Během transformace nastává vzájemné ovlivnění polohových souřadnic X , Y a výškových souřadnic Z . Tudíž při volbě transformace nastává otázka, zda řešit síť jako polohovou a výškovou odděleně. Výběr vhodné transformace ovlivní i změna měřítka při transformaci. Jako přirozený požadavek se ukazuje přání nezměnit během transformace přesnější síť do méně přesné sítě měřítka původní sítě.

Samotný výpočet transformace místní sítě Rabenov do není předmětem této práce.

8 TESTOVÁNÍ HRANOLŮ

V 10. etapě jsme provedli testování hranolů uvedených v kapitole 3.2. Pro objektivní zhodnocení přesnosti hranolů byly zvoleny různé délky záměr. Měření probíhalo přibližně v profilu svahu, aby mohl být posouzen i vliv sklonu záměry na přesnost. Na každém zvoleném bodě byl horizontován stativ a postupně vyměřovány hranoly.

Jako vztažný hranol byl zvolen Leica s pomocným cílovým terčem (obr. 10). Z výsledků měření byly zjištěny rozdíly měřených vodorovných směrů, zenitových úhlů a převýšení od hodnot změřených na zvolený vztažný hranol. Dosažené rozdíly jsou uvedeny v příloze 6.

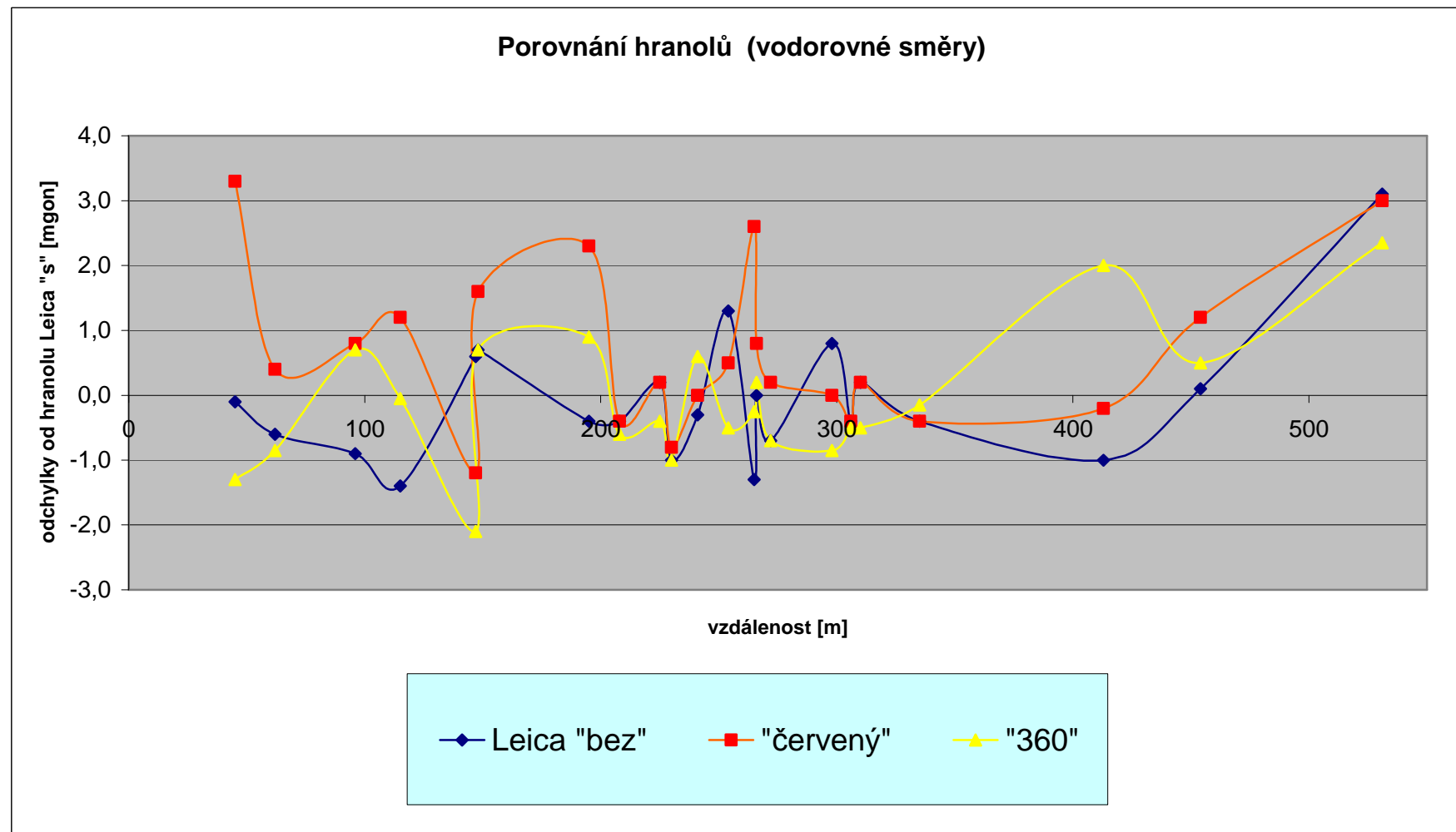
Na základě rozdílů mezi jednotlivými hranoly a vztažným hranolem byly pro lepší názornost vytvořeny grafy. Grafy jsou sestrojeny zvlášť pro vodorovné směry, zenitové úhly a převýšení.

Symbolika uvedená v grafech a tabulkách rozdílů (příloha 6) je následující:

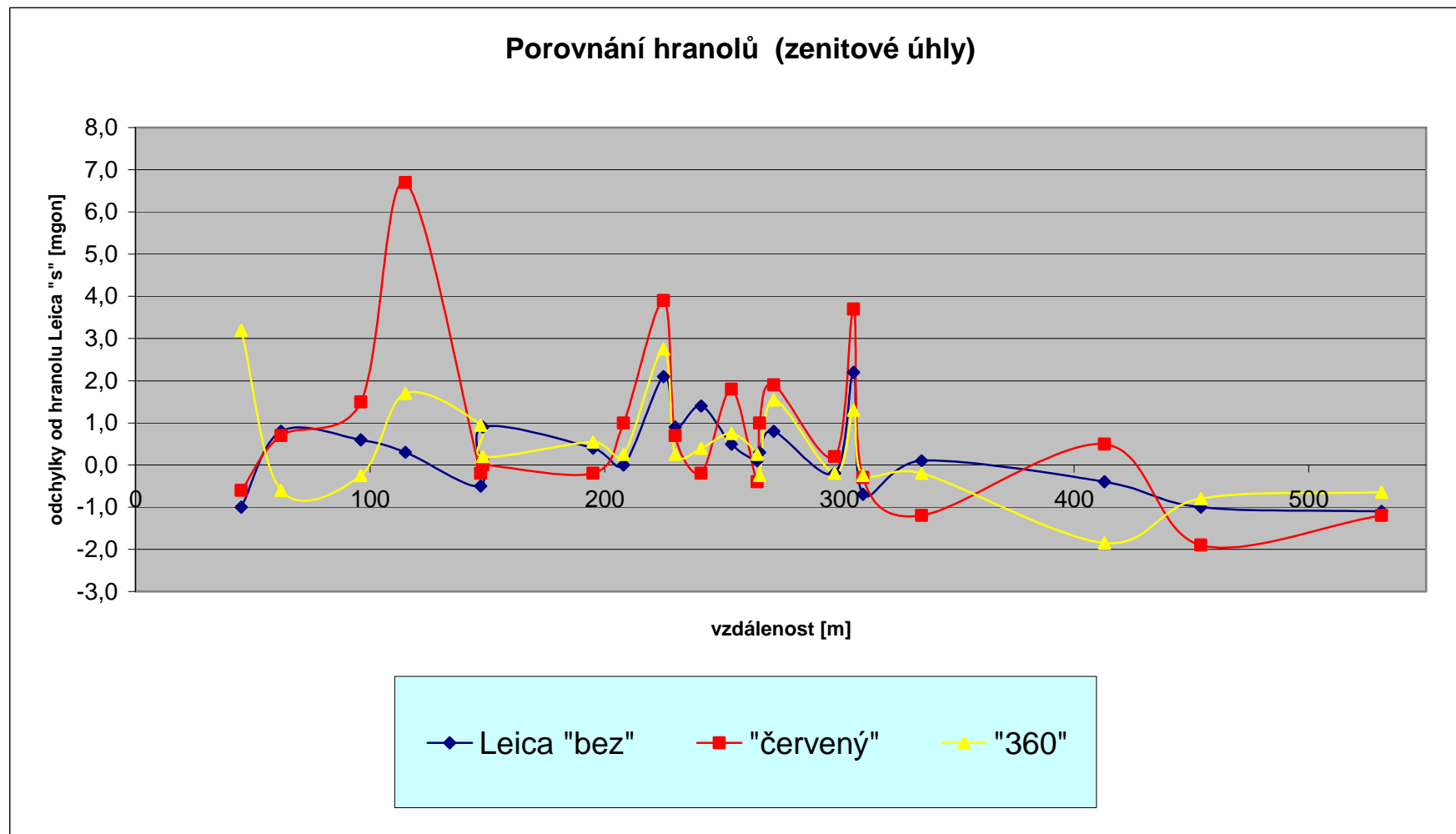
- Leica „s“ . . . hranol s pomocným cílovým terčem (Leica GPR1),
- Leica „bez“ . . . hranol bez pomocného cílového terče (Leica GPR1),
- „červený“ . . . hranol řady Basic (Leica GPR121),
- „360“ . . . všesměrný hranol (Leica GRZ4).

Po vyhodnocení grafů jednotlivých rozdílů nelze říci, že by mezi jednotlivými testovanými hranoly byly jednoznačně definovatelné zákonitosti. Nicméně je zřejmé, že měření vykazují různé odlišnosti. Největších rozdílů od vztažného hranolu dosahovaly hodnoty na červený hranol Leica GRZ4, což odpovídá jeho nejnižší pořizovací ceně v porovnání s ostatními.

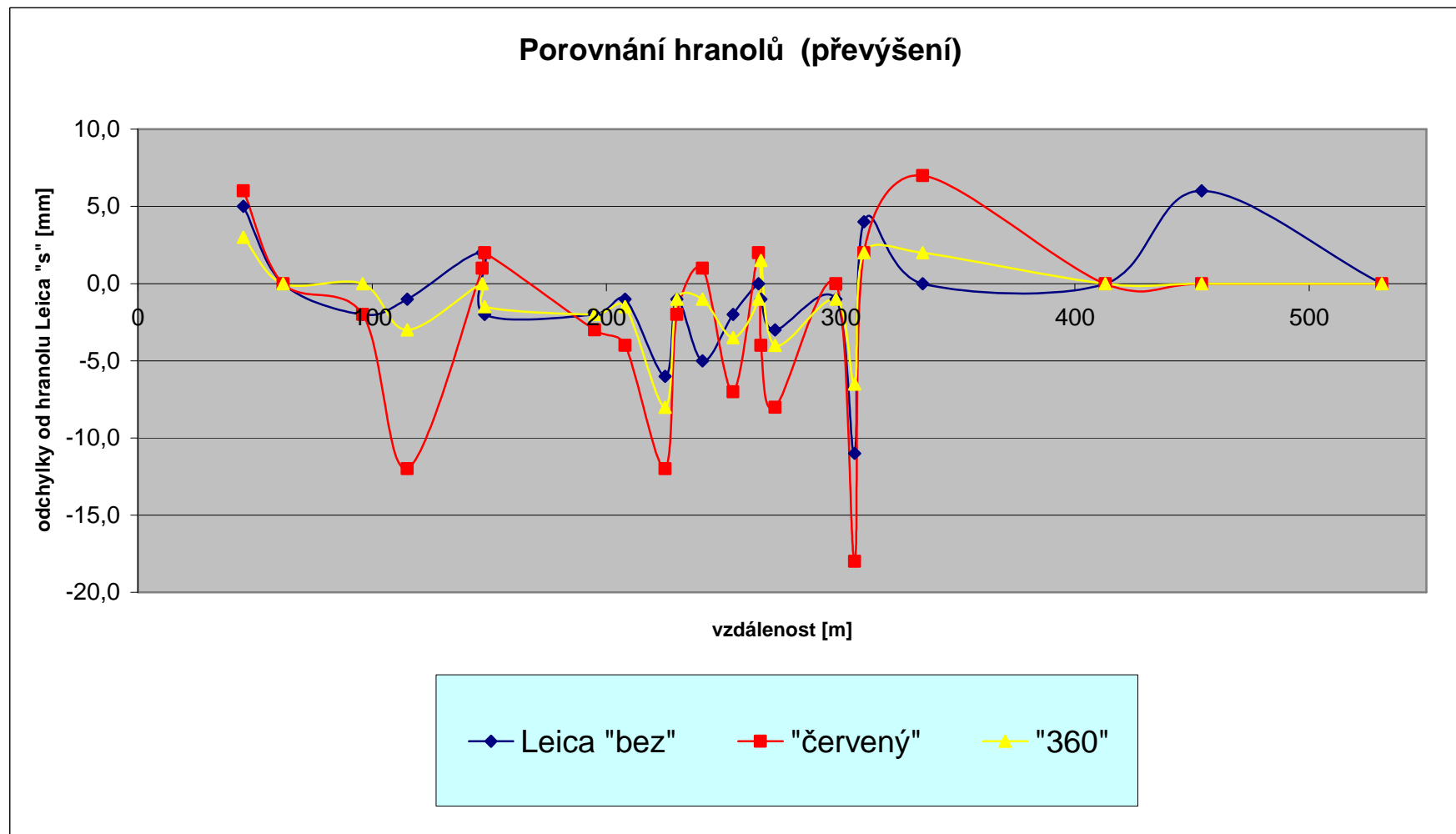
Využití všesměrného hranolu pro měření v místní síti Rabenov se jeví jako postačující. Lze ho použít při všech měřických činnostech inženýrské geodézie, které nepodléhají vysoké přesnosti. Více informací a hodnocení všesměrného hranolu uvádí [1].



Obr. 25. Graf testovaných hranolů - závislost rozdílů vodorovných směrů



Obr. 26. Graf testovaných hranolů - závislost rozdílů zenitových úhlů



Obr. 27. Graf testovaných hranolů - závislost rozdílů převýšení

9 ZÁVĚR

Vliv povrchové i podpovrchové těžby na oblast severních Čech je znatelný. Těžba výrazně ovlivnila strukturu a ráz krajiny. S útlumem těžby nastala otázka rekultivace území směřující k tvorbě nové kulturní krajiny. Cílená rekultivace se snaží o co nejlepší navrácení krajiny do stavu, kde je možné další využití.

Tato diplomová práce se zabývá lokalitou bývalého povrchového lomu Chabařovice. Předčasným ukončením lomu došlo k předčasnému zastavení těžební činnosti v nejhorsších báňsko - technologických a hydrogeologických podmínkách.

Terestrická měření probíhají na svahu Rabenov již od roku 2003. Pro geodetické je užívána lokální geodetická síť tvořena původně body Rab01, Rab02, Rab03 a Rab04. Oblast bodu Rab04 byla prohlášena za stabilní, tudíž se tento bod od 8. etapy nevyužívá. V roce 2006 byl vybudován bod Rab05, na kterém proběhlo měření pouze v 9. etapě, jelikož byl při rekultivačních pracích poničen.

Předešlá etapová měření dokázala, že dochází k posunům i na stanoviskových bodech. Výsledky této práce prokazují neustálý pohyb bodů, a to ve všech směrech.

Jelikož terestrických měření je možné zjistit pouze posuny mezi jednotlivými body, není možné určit posun místní sítě jako celku, začalo se od třetí etapy měřit metodou GPS. GPS observace umožní transformaci místní sítě do sítě S-JTSK.

V poslední době byla přesunuta část zeminy do spodní části dané lokality. To zapříčinilo odlehčení horní části svahu a jeho mírné zvednutí. Jak bylo zjištěno na základě měření v 9. a 10. etapě, dochází k pohybům i po vybudování opěrných zdí, které ovšem leží mimo stanoviskové body. Protože bylo prokázáno, že stále dochází k posunům svahu, doporučovala bych svah nadále sledovat a tím monitorovat funkčnost sanačních opatření.

Při měření byly použity cílené i všesměrné hranoly při jejich vzájemném testování jsem došla k závěru, že cílené hranoly vykazují lepší přesnost. Nicméně všesměrné hranoly jsou svou přesností pro měření plně vyhovující. Jejich použití je výhodné z časových a ekonomických důvodů.

Část práce byla prezentována na X. ročníku Studentské vědecké odborné činnosti Zemědělské fakulty v Českých Budějovicích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TŘEŠŇÁK, T. *Vyhodnocení etapových měření 2006 v místní prostorové síti Rabenov*. [s.l.], 2006. 108 s. ČVUT. Diplomová práce.
- [2] GRESL, J. *Vyhodnocení etapových měření v síti Rabenov za rok 2007* [s.l.], 2007. 58 s. ČVUT. Diplomová práce.
- [3] Palivový kombinát Ústí, s. p. [online]. Dostupný z WWW: <http://www.pku.cz/site.php?location=1>.
- [4] Ústecký kraj - oficiální internetové stránky [online]. Dostupný z WWW: <http://www.kr-ustecky.cz/>.
- [5] Opti-cal Survey Equipment Ltd - Survey and Laser [online]. Dostupný z WWW: <http://www.surveyequipment.com>.
- [6] HÁNEK, P., HÁNEK JR., P., MARŠÍKOVÁ, M. *Geodézie pro obor pozemkové úpravy a převody nemovitostí*. České Budějovice, JČU, 2007. 88 s. ISBN 978-80-7040-971-8.
- [7] BLAŽEK, R., JANDOUREK, J. *Geodézie (Úpravy měřených veličin a výškopis)*. Praha, ČVUT, 1994. 164 s. ISBN 80-01-00611-5.
- [8] BLAŽEK, R., SKOŘEPA, Z. *Geodézie 30 : Výškopis*. Praha : ČVUT, 1997. 93 s. ISBN 80-01-01598-X.
- [9] BAJER, M., PROCHÁZKA, J. *Inženýrská geodézie 10, 20 : Návody ke cvičením*. Praha : ČVUT, 1997. 192 s. ISBN 80-01-01673-0.
- [10] HAMPACHER, M., RADOUCH, V. *Teorie chyb a vyrovnávací počet 10*. Praha : ČVUT, 2000. 159 s. ISBN 80-01-01704-4.
- [11] TYRNER, M., ŠTĚPÁNKOVÁ, H. *Vyrovňovací počet*. Ostrava : Vysoká škola báňská, 1993. 133 s. ISBN 80-7078-182-3.
- [12] KABELÁČ, J. *Geodetické metody vyrovnání : Metoda nejmenších čtverců*. Plzeň : Západočeská univerzita, 2003. 98 s. ISBN 80-7043-260-8.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.	Mapový výřez se zákresem lokality	9
Obr. 2.	Letecký snímek s vyznačenou zájmovou oblastí	12
Obr. 3.	Zátrh v terénu	13
Obr. 4.	Sesuv půdy	13
Obr. 5.	Sanace svahů jezera	15
Obr. 6.	Jezero Chabařovice	15
Obr. 7.	Stabilizace bodu se zasunutým centračním přípravkem	18
Obr. 8.	Stabilizace podrobného bodu	18
Obr. 9.	Leica TC 1800	19
Obr. 10.	Leica GPR1	20
Obr. 11.	Leica GRZ4	20
Obr. 12.	Leica GPR121	20
Obr. 13.	Centrační prvek pro dostředění na vrtu	20
Obr. 14.	Přibližné schéma místní sítě	21
Obr. 15.	Redukce délek a zenitových úhlů	23
Obr. 16.	Náčrt místní sítě Rabenov	36
Obr. 17.	Vstup bodů do softwaru Rocinante	45
Obr. 18.	Vstup měření do softwaru Rocinante	46
Obr. 19.	Stabilizace bodu Rab05	49
Obr. 20.	Posuny bodu Rab02 v osách X,Y vzhledem k nulté etapě	51
Obr. 21.	Posun bodu Rab02 v ose Z vzhledem k nulté etapě	52
Obr. 22.	Posun bodu Rab03 v ose X vzhledem k nulté etapě	52
Obr. 23.	Posun bodu Rab03 v ose Z vzhledem k nulté etapě	53
Obr. 24.	Anténa Zephyr TM Geodetic	56
Obr. 25.	Graf testovaných hranolů - závislost rozdílů vodorovných směrů	58
Obr. 26.	Graf testovaných hranolů - závislost rozdílů zenitových úhlů	59
Obr. 27.	Graf testovaných hranolů - závislost rozdílů převýšení	60

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.	Úhlová přesnost totálních stanic	28
Tab. 2.	Směrodatné odchyly vzdáleností, 9. etapa	31
Tab. 3.	Směrodatné odchyly měřených vodorovných směrů, David Macho, stanovisko Rab01	31
Tab. 4.	Směrodatné odchyly měřených vodorovných směrů, David Macho, stanovisko Rab02	32
Tab. 5.	Směrodatné odchyly měřených vodorovných směrů, Eliška Dvořáková, stanovisko Rab01	32
Tab. 6.	Směrodatné odchyly měřených vodorovných směrů, Eliška Dvořáková, stanovisko Rab02	32
Tab. 7.	Směrodatné odchyly měřených vodorovných směrů, Jiří Gresl, stanovisko Rab01	32
Tab. 8.	Směrodatné odchyly měřených vodorovných směrů, Jiří Gresl, stanovisko Rab02	33
Tab. 9.	Výsledné směrodatné odchyly	33
Tab. 10.	Směrodatné odchyly vzdáleností, 10. etapa	35
Tab. 11.	Vyrovnané souřadnice a jejich směrodatné odchyly 9. etapa	47
Tab. 12.	Vyrovnané souřadnice a jejich směrodatné odchyly 10. etapa	47
Tab. 13.	Porovnání 8. a 9. etapy	48
Tab. 14.	Porovnání 0. a 9. etapy	49
Tab. 15.	Porovnání 9. a 10. etapy	50
Tab. 16.	Porovnání 0. a 10. etapy	50
Tab. 17.	Posuny bodů vzhledem k nulté etapě	51
Tab. 18. - Tab. 33.	Redukce délek a zenitových úhlů, 9. etapa	Příloha 3
Tab. 34. - Tab. 36.	Redukce délek a zenitových úhlů, 10. etapa	Příloha 4
Tab. 37. - Tab. 48.	Rozdíly testovaných hranolů	Příloha 6

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1** Ukázka zápisníků užitých v 9. etapě (měření na síť na orientované a všesměrné odrazné hranoly).
- Příloha 2** Ukázka zápisníků užitých v 10. etapě (měření sítě na orientované odrazné hranoly, měření při zkoušce hranolů na podrobné body).
- Příloha 3** Výsledky redukce délek a zenitových úhlů pro 9. etapu.
- Příloha 4** Výsledky redukce délek a zenitových úhlů pro 10. etapu.
- Příloha 5** Ukázka výstupního souboru při vyrovnání v programu GNU GaMa/Rosinante.
- Příloha 6** Tabulky rozdílů testovaných hranolů.

PŘÍLOHA 1

Ukázka zápisníků užitých v 9. etapě (měření na sítě na orientované a všesměrné odrazné hranoly).

Polygonový pořad č.

Při profilování:
stanovisko: *centrické*
cíl: *centrický*
Měří: *Dvořůvova E.*
dne *14.4.20 07*

počasi: *jásno, slunečno*

Situace:

Teodolit:
Leica TC 1700
v.č. 413 845
teplota: 25,2 °C

Inv. lat. m. č.
Pásmo m. č.
Latě m. č.

Zapsal:
Kontroloval:
Poznamka:

všesměrné hranoly

str.: E.D.-2

Stavisko číslo (1)	výška stroje (2)	Směr na bod číslo (3)	Vodorovné směry				Zenitové vzdálenosti z				Šikmá délka				Převýšení 1. sk. 2. sk. (21) (22) (23)			
			1. skupina g c cc (4)	2. skupina g c cc (7)	Průměr průhy redukovaný (6)	Příměr průhy redukovaný (8)	(6) + (8) 2 (9)	Výška známký (10)	Polož. (11)	1. skupina g c cc (12)	2. skupina g c cc (15)	Z (16)	Z (17)	(13) + (16) 2 (18)		1. sk. 2. sk. (19) (20)		
<i>Rab 1304</i>		<i>počátek</i>	I 0 00 03	00 18	100 00 01	00 06												
<i>02</i>			II 200 00 32	00 00	300 00 10	00 00												
		<i>Rab 01</i>	I 148 37 00	36 97	218 36 72	36 71												
			II 246 36 24	36 79	148 36 69	36 65	148 36 72											
		<i>Rab 03</i>	I 186 81 18	81 19	286 81 07	81 08												
			II 386 81 19	81 01	86 81 08	81 02	186 81 02											
		<i>Rab 05</i>	I 223 71 21	71 24	323 71 12	71 12												
			II 23 71 21	71 06	123 71 13	71 06	223 71 06											
		<i>počátek</i>	I 0 00 16	00 16	100 00 00	00 00												
			II 200 00 15	99 98	300 00 18	00 03	0 00 01											
			I															
			II															
			I															
			II															
			I															
			II															
			I															
			II															
			I															
			II															

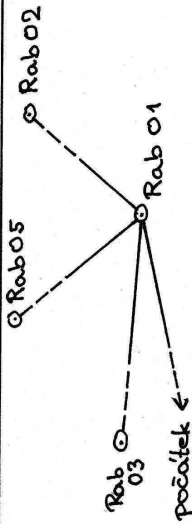
DV6 BKFD 1.1 - 2007
Výškový DV6 Multimedia, Dvořůvova, Dvořůvova

Zápisník vodorovných směrů, zenitových vzdáleností, šikmých délek a převýšení

Str.: E.D.-4

Polygonový pořad č.
 Při profilování:
 stanoviško: **centrické**
 cíl: **centrický**
 Měřil: **DVOŘÁKOVÁ E.**
 dne: **4.4.2007**
 počasí: **jasno, slunečno**

Situace:



Teodolit:
Leica TC 1700
v.č. 413 790
teplota: 22,7 °C

Inv. lat' m č.
 Pásmo m č.
 Latě m č.
 Zapsal:
 Vypočetl:
 Kontroloval:
 Poznámka:

Cíle: hranolý

Stanoviško číslo (1)	Směr na bod číslo (3)	Vodorovné směry				Zenitové vzdálenosti z				Šikmá délka		Převýšení					
		1. skupina g c cc (5)	Průměr prostý redukovaný (6)	2. skupina g c cc (7)	Průměr prostý redukovaný (8)	(6)+(8) z (9)	Výška cílové značky (10)	1. skupina g c cc (11)	z (12)	2. skupina g c cc (14)	z (15)	(13)+(16) z (17)	1. sk. (18)	2. sk. (19)	20 (21)	22 (23)	
Rab 1, 173	počátek	I 0 01 54 01 55				0 00 00											
		II 200 01 56 00 00															
Rab 03		I 16 62 83 62 84				16 61 29	1,221	I 28 72 17 93 72 15						419,064	I 41,814		
		II 216 62 84 61 29						II 190 27 187 200 27 188						419,064	II 41,815		
Rab 05		I 84 35 12 35 05				84 33 50	0,585	I 203 20 61 209 20 65						404,895	I 58,396		
		II 284 34 07 33 50						II 290 79 92 290 79 95						404,895	II 58,394		
Rab 02		I 145 32 74 32 49				145 30 94	1,304	I 109 05 08 109 05 19						367,915	I 52,121		
		II 345 32 28 30 94						II 290 94 74 290 94 81						367,915	II 52,121		
počátek		I 0 01 58 01 60				0 00 05		I 109 05 19						109,0519			
		II 200 01 62 00 05						II 998 938 79 1000 100 00									
		I						I									
		II						II									
		I						I									
		II						II									
		I						I									
		II						II									
		I						I									
		II						II									
		I						I									
		II						II									

PŘÍLOHA 2

Ukázka zápisníků užitých v 10. etapě (měření sítě na orientované odrazné hranoly, měření při zkoušce hranolů na podrobné body).

Zápisník vodorovných směrů, zenitových

Situace: měření sítě reálné.

Polygonový počet č.:
 PR provádění:
 stanoviště: centricke
 cíl: centricity
 MĚŘÍ: MARTIN PAVEL
 15.8.2007 dne 20
 počasi: poloprázno i slabě oblač.

Staniční číslo (1)	výška stojce (2)	Směr na bod číslo (3)	Vodorovné směry				Průměr průřez redokovaný (6)	Průměr průřez redokovaný (7)	(6) + (8) 2 (8)
			1. skupina (5)	Průměr průřez redokovaný (6)	2. skupina (7)	Průměr průřez redokovaný (8)			
03 1733		02	I 00 00 41 00 39	95 32 38 32 42					
			II 200 00 37 00 00	275 32 45 00 00	00 00 00 00				
		01	I 32 86 09 86 17	188 18 12 18 13					
			II 232 86 24 85 78	328 18 13 85 71	32 85 35				
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						
			I						
			II						

RSG 002 el.01 - 2002
 Geodézie č. 4, 106 - 1870

vzdálenosti, dálkoměrných úhlů a délek

Sr.: 1

Leidit: Leica TC 1700
 v.c.: 413045

Inv. lat. m. č.
 Pásmo m. č.
 Latě m. č.

Zapsal: Procháza
 Vypočetl: DUDERKOVÁ
 Kontroloval: DUDERKOVÁ
 Poznámka:

Výška cibule zrcítek (10)	Zemřka z Zápis (12)	lat (14)	Dálkoměrné úhly δ				Vodorovné vzdálenosti catg δ/2 (18)
			Měření 1 2 3 4 (15)	1 (16)	2 (17)	3 (18)	
I 105	15 21 105	15 21	105 15 12	666,446	666,446	-53,846	
II 294	84 69	26 p	294 84 82	666,445	666,446	-53,857	
Σ	399 99 70	15 p-1	399 99 94				
I 100	25 16 100	25 34	100 25 23	419,066	419,065	-1,044	
II 299	74 60	28 p	299 74 46	419,066	419,065	-1,060	
Σ	599 99 76	39 p-1	599 99 69				
I		I					
II		p					
Σ		p-1					
I		I					
II		p					
Σ		p-1					
I		I					
II		p					
Σ		p-1					
I		I					
II		p					
Σ		p-1					
I		I					
II		p					
Σ		p-1					
I		I					
II		p					
Σ		p-1					

Vysoká škola Strojní, Realina - Exopolis

Zápisník vodorovných směrů, zenitových vzdáleností, šikmých délek a převýšení

Str.:

Polygonový pořad č.		Situace:		Teodolit:		Inv. lat' m č. Pásmo m č. Latě m č.		Převýšení							
Měřil: staniovník: Macho David		Při prolnání:		Leica TC1800		Zapsal:		1. sk. 2. sk.							
cíl: centricky		Měří: staniovník: centricky		víc. 443982		Vypočetl:		1. sk. 2. sk.							
počasí:		dne 16.8. 20 07				Kontroloval:		1. sk. 2. sk.							
Poznámka:						Poznámka:		1. sk. 2. sk.							
Staniovník číslo (1)	výška stroje (2)	Směr na bod číslo (3)	Vodorovné směry				Zenitové vzdálenosti z				Šikmá délka		Převýšení		
			1. skupina g c cc (4)	Průměr prosy redukovány (6)	2. skupina g c cc (7)	Příměr prosy redukovány (8)	(9) + (8) 2 (9)	Výška cílové značky (10)	1. skupina g c cc (11)	Z (13)	2. skupina g c cc (14)	Z (15)	(13) + (16) 2 (17)	1. sk. 2. sk. (18) (19) (20) (21) (22) (23)	1. sk. 2. sk. (24) (25)
01	1,344	P8 23 360°	I 28 35 187 05 104 II 203 16 02 05 86					28 05 86	I 405 167 154 II 294 132 178 Σ 200 100 172	105 177 68 k = 44			I 106 316 915 II Σ 265 926 0	I -22,154 24,3 II Σ -22,237	I -32,084 49,5 II Σ
		P8 22	I 46 33 123 30 133 II 206 130 42 39 30					46 33 30	I 408 143 173 II 294 156 177 Σ 300 100 182	108 43 84 k = 5	108 43 84		I 309 741 II Σ 309 741	I -39,486 II Σ	I 49,5 49,5 II Σ
		P8 22 bez	I 46 33 123 30 136 II 206 130 45 39 28					46 33 28	I 408 142 174 II 294 155 179 Σ 300 100 183	108 43 89 k = 4,8			I 309 740 II Σ 309 740	I -39,488 II Σ	I 49,5 49,5 II Σ
		P8 22 = V<	I 46 33 127 40 133 II 206 130 45 39 30					46 33 30	I 408 142 175 II 294 156 182 Σ 300 100 183	108 43 82 k = 6			I 309 740 II Σ 309 740	I -39,484 II Σ	I 49,5 49,5 II Σ
		P8 22 centv.	I 46 33 127 30 136 II 206 130 40 39 28					46 33 28	I 408 142 176 II 294 156 183 Σ 300 100 183	108 43 85 k = 6			I 309 741 II Σ 309 741	I -39,486 II Σ	I 49,5 49,5 II Σ
		P8 22 360°	I 46 33 127 30 148 II 206 130 54 39 40					46 33 40	I 408 141 176 II 294 156 184 Σ 300 100 182	108 43 85 k = 5			I 309 741 II Σ 309 741	I -39,486 II Σ	I 49,5 49,5 II Σ
		P8 21	I 59 14 183 14 185 II 250 101 37 44 77					59 41 77	I 408 147 194 II 291 182 185 Σ 300 100 189	108 17 59 k = 4	108 17 59		I 454 048 047 II Σ 454 048	I -56,636 4,3 II Σ	I 6,94 6,94 II Σ
		P8 21 bez	I 59 14 171 44 184 II 250 101 31 44 73					59 41 73	I 408 147 185 II 291 183 194 Σ 300 100 189	108 17 56 k = 4	108 17 59		I 454 048 047 II Σ 454 048	I -56,684 II Σ	I 6,94 6,94 II Σ
		P8 21 = V<	I 59 14 175 44 182 II 250 101 33 44 74					59 41 74	I 408 147 190 II 291 183 193 Σ 300 100 183	108 17 46 k = 6			I 454 047 047 II Σ 454 047	I -56,683 6,92 II Σ	I 6,94 6,94 II Σ

PŘÍLOHA 3 Tabulky výsledků redukce délek a zenitových úhlů pro 9. etapu.

Tab. 18. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviště Rab01 ($vT = 1,173$ m), všesměrné hranoly, David Macho

$H_i = 253,304$ m $H_T = 254,477$ m

mezi body	$*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,066	1,221	0,048	99,7238	255,069	256,290	255,384	0,004183	0,000273	0,007292	99,7314
01-05	404,896	0,585	-0,588	109,2083	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091506	109,1171
01-02	367,917	1,304	0,131	109,0536	201,062	202,366	228,422	0,003672	0,000240	0,022438	109,0763

mezi body	${}^1D'_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,066	0,004906	419,0657	254,187	419,062	419,045
01-05	404,812	0,004739	404,8116	224,162	400,669	400,655
01-02	367,936	0,004308	367,9355	227,183	364,204	364,191

Tab. 19. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviště Rab01 ($vT = 1,173$ m), cílené hranoly, David Macho

mezi body	$*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,065	1,221	0,048	99,7232	255,069	255,069	254,773	0,004183	0,000273	0,007292	99,7308
01-05	404,896	0,585	-0,588	109,2076	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091506	109,1164
01-02	367,917	1,304	0,131	109,0538	201,062	202,366	228,422	0,003672	0,000240	0,022438	109,0765

mezi body	${}^1D'_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,065	0,004906	419,0647	254,187	419,061	419,044
01-05	404,812	0,004739	404,8116	224,162	400,670	400,656
01-02	367,936	0,004308	367,9355	227,183	364,204	364,191

Tab. 20. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab02 ($vT = 1,304$ m), všesměrné hranoly, David Macho

$H_i = 201,062$ m $H_T = 202,366$ m

mezi body	$*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,915	1,173	-0,131	90,9532	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9310
02-03	666,452	1,221	-0,083	94,8453	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8378
02-05	353,988	0,585	-0,719	101,1181	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129291	100,9890

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9336	0,004789	367,9335	227,183	364,205	364,192
02-03	666,4587	0,008674	666,4586	228,066	664,266	664,242
02-05	353,9761	0,004607	353,9761	198,041	353,934	353,923

Tab. 21. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab02 ($vT = 1,304$ m), cílené hranoly, David Macho

mezi body	$*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,914	1,173	-0,131	90,9516	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9294
02-03	666,449	1,221	-0,083	94,8429	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8354
02-05	353,988	0,585	-0,719	101,1201	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129291	100,9910

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9326	0,004789	367,9325	227,183	364,203	364,190
02-03	666,4557	0,008674	666,4556	228,066	664,261	664,237
02-05	353,9761	0,004607	353,9760	198,041	353,933	353,922

Tab. 22. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab01 ($vT = 1,173$ m), všesměrné hranoly, Eliška Dvořáková

$H_i = 253,304$ m $H_T = 254,477$ m

mezi body	${}^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	${}^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,066	1,221	0,048	99,7253	255,069	256,290	255,384	0,004183	0,000273	0,007292	99,7329
01-05	404,896	0,585	-0,588	109,2082	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091506	109,1170

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0658	0,004906	419,0657	254,187	419,062	419,045
01-05	404,8117	0,004739	404,8116	224,162	400,669	400,655

Tab. 23. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab01 ($vT = 1,173$ m), cílené hranoly, Eliška Dvořáková

mezi body	${}^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	${}^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,064	1,221	0,048	99,7215	255,069	256,290	255,384	0,004183	0,000273	0,007292	99,7291
01-05	404,895	0,585	-0,588	109,2065	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091507	109,1153
01-02	367,915	1,304	0,131	109,0519	201,062	202,366	228,422	0,003672	0,000240	0,022438	109,0746

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0638	0,004906	419,0637	254,187	419,060	419,043
01-05	404,8107	0,004739	404,8106	224,162	400,670	400,656
01-02	367,9336	0,004308	367,9335	227,183	364,203	364,190

Tab. 24. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab02 ($vT = 1,304$ m), všesměrné hranoly, Eliška Dvořáková

$H_i = 201,062$ m $H_T = 202,366$ m

mezi body	$*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,916	1,173	-0,131	90,9532	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9310
02-03	666,454	1,221	-0,083	94,8468	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8393
02-05	353,989	0,585	-0,719	101,1182	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129291	100,9891

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9346	0,004789	367,9345	227,183	364,206	364,193
02-03	666,4607	0,008674	666,4606	228,066	664,269	664,245
02-05	353,9771	0,004607	353,9771	198,041	353,934	353,924

Tab. 25. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab02 ($vT = 1,304$ m), cílené hranoly, Eliška Dvořáková

mezi body	$*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,917	1,173	-0,131	90,9524	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9302
02-03	666,453	1,221	-0,083	94,8454	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8379
02-05	353,990	0,585	-0,719	101,1204	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129290	100,9913

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9356	0,004789	367,9355	227,183	364,206	364,193
02-03	666,4597	0,008674	666,4596	228,066	664,267	664,243
02-05	353,9781	0,004607	353,9780	198,041	353,935	353,924

Tab. 26. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab01 ($vT = 1,173$ m), všesměrné hranoly, Jiří Gresl

$H_i = 253,304$ m $H_T = 254,477$ m

mezi body	${}^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	${}^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,068	1,221	0,048	99,7233	255,069	256,290	255,384	0,004183	0,000273	0,007292	99,7309
01-05	404,898	0,585	-0,588	109,2077	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091506	109,1165
01-02	367,918	1,304	0,131	109,0538	201,062	202,366	228,422	0,003672	0,000240	0,022438	109,0765

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0678	0,004906	419,0677	254,187	419,064	419,047
01-05	404,8137	0,004739	404,8136	224,162	400,672	400,658
01-02	367,9366	0,004308	367,9365	227,183	364,205	364,192

Tab. 27. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab01 ($vT = 1,173$ m), cílené hranoly, Jiří Gresl

mezi body	${}^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	${}^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,064	1,221	0,048	99,7230	255,069	256,290	255,384	0,004183	0,000273	0,007292	99,7306
01-05	404,895	0,585	-0,588	109,2067	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091506	109,1155
01-02	367,915	1,304	0,131	109,0518	201,062	202,366	228,422	0,003672	0,000240	0,022438	109,0745

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0638	0,004906	419,0637	254,187	419,060	419,043
01-05	404,8107	0,004739	404,8106	224,162	400,670	400,656
01-02	367,9336	0,004308	367,9335	227,183	364,203	364,191

Tab. 28. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab02 ($vT = 1,304$ m), všesměrné hranoly, Jiří Gresl

$H_i = 201,062$ m $H_T = 202,366$ m

mezi body	$^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	$^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,914	1,173	-0,131	90,9538	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9316
02-03	666,450	1,221	-0,083	94,8412	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8337
02-05	353,987	0,585	-0,719	101,1176	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129292	100,9885

mezi body	$^1D''_{ij}$	Δ	$^1D'_{ij}$	H'_m	$^1D^m_{ij}$	$^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9326	0,004789	367,9325	227,183	364,204	364,191
02-03	666,4567	0,008674	666,4566	228,066	664,260	664,237
02-05	353,9751	0,004607	353,9751	198,041	353,933	353,922

Tab. 29. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab02 ($vT = 1,304$ m), cílené hranoly, Jiří Gresl

mezi body	$^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	$^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,914	1,173	-0,131	90,9512	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9290
02-03	666,449	1,221	-0,083	94,8436	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8361
02-05	353,988	0,585	-0,719	101,1194	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129291	100,9903

mezi body	$^1D''_{ij}$	Δ	$^1D'_{ij}$	H'_m	$^1D^m_{ij}$	$^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9326	0,004789	367,9325	227,183	364,202	364,189
02-03	666,4557	0,008674	666,4556	228,066	664,262	664,238
02-05	353,9761	0,004607	353,9761	198,041	353,933	353,922

Tab. 30. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviško Rab01 ($vT = 1,173$ m), orientované hranoly, Doc. Hánek

$H_i=253,304$ m $H_T=254,477$ m

mezi body	$^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	$^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,067	1,221	0,048	99,7239	255,069	256,290	255,384	0,004183	0,000273	0,007292	99,7315
01-05	404,896	0,585	-0,588	109,2076	195,019	195,604	225,041	0,004041	0,000264	-0,091506	109,1164
01-02	367,917	1,304	0,131	109,0544	201,062	202,366	228,422	0,003672	0,000240	0,022438	109,0771

mezi body	$^1D''_{ij}$	Δ	$^1D'_{ij}$	H'_m	$^1D^m_{ij}$	$^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0668	0,004906	419,0667	254,187	419,063	419,046
01-05	404,8117	0,004739	404,8116	224,162	400,670	400,656
01-02	367,9356	0,004308	367,9355	227,183	364,203	364,190

Tab. 31. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviško Rab02 ($vT = 1,304$ m), orientované hranoly, Pavel Hánek

$H_i=201,062$ m $H_T=202,366$ m

mezi body	$^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	$^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,916	1,173	-0,131	90,9530	253,304	254,477	228,422	0,003672	0,000240	-0,022438	90,9308
02-03	666,452	1,221	-0,083	94,8430	255,069	256,290	229,328	0,006652	0,000434	-0,007902	94,8355
02-05	353,988	0,585	-0,719	101,1195	195,019	195,604	198,985	0,003533	0,000231	-0,129291	100,9904

mezi body	$^1D''_{ij}$	Δ	$^1D'_{ij}$	H'_m	$^1D^m_{ij}$	$^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0668	0,004906	419,0667	254,187	419,063	419,046
01-05	404,8117	0,004739	404,8116	224,162	400,670	400,656
01-02	367,9356	0,004308	367,9355	227,183	364,203	364,190

Tab. 32. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab03 ($vT = 1,221$ m), orientované hranoly, Ing. Janžurová

$H_i = 255,069$ m $H_T = 256,290$ m

mezi body	${}^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	${}^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
03-02	666,452	1,304	0,083	105,1632	201,062	202,366	229,328	0,006652	0,000434	0,007902	105,1715
03-01	419,066	1,173	-0,048	100,2812	253,304	254,477	255,384	0,004183	0,000273	-0,007292	100,2742

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
03-02	666,4587	0,008122	666,4586	228,066	664,264	664,240
03-01	419,0658	0,005107	419,0657	254,187	419,062	419,045

Tab. 33. Redukce délek a zenitových úhlů, stanovisko Rab05 ($vT = 0,585$ m), orientované hranoly, Ing. Janžurová

$H_i = 195,019$ m $H_T = 195,604$ m

mezi body	${}^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	${}^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
05-02	353,987	1,304	0,719	98,8866	201,062	202,366	198,985	0,003533	0,000231	0,12929	99,0161
05-01	404,894	1,173	0,588	90,7982	253,304	254,477	225,041	0,004041	0,000264	0,09151	90,8900

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
05-02	353,9751	0,002067	353,9751	198,041	353,933	353,922
05-01	404,8097	0,002364	404,8097	224,162	400,670	400,656

PŘÍLOHA 4 Tabulky výsledků redukce délek a zenitových úhlů pro 10. etapu.

Tab. 34. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviško Rab01 ($vT = 1,363$ m), orientované hranoly, David Macho

$H_i = 253,304$ m $H_T = 254,667$ m

mezi body	$^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
01-03	419,066	1,257	-0,106	99,7521	255,069	256,326	255,497	0,004183	0,000273	-0,016103	99,7363
01-02	367,929	1,440	0,077	109,0648	201,062	202,502	228,585	0,003672	0,000240	0,013188	109,0782

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
01-03	419,0664	0,005701	419,0663	254,187	419,063	419,046
01-02	367,9399	0,005006	367,9399	227,183	364,207	364,194

Tab. 35. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviško Rab02 ($vT = 1,440$ m), všesměrné hranoly, Jiří Gresl

$H_i = 201,062$ m $H_T = 202,502$ m

mezi body	$^*D'_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$^*Z_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	${}^1Z_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
02-01	367,929	1,363	-0,077	90,9423	201,062	202,425	202,464	0,003672	0,000240	-0,013188	90,9294
02-03	666,445	1,257	-0,183	94,8556	253,304	254,561	228,532	0,006652	0,000434	-0,017423	94,8386

mezi body	${}^1D''_{ij}$	Δ	${}^1D'_{ij}$	H'_m	${}^1D^m_{ij}$	${}^1D^0_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
02-01	367,9399	0,005288	367,9398	201,062	364,210	364,198
02-03	666,4598	0,009579	666,4597	227,183	664,268	664,244

Tab. 36. Redukce délek a zenitových úhlů, stanoviško Rab03 ($v_T = 1,257$ m), orientované hranoly, Martin Pavel

$H_i = 255,069$ m $H_T = 256,326$ m

mezi body	$\overset{*}{D}_{ij}$	v_C	Δv_{TC}	$\overset{*}{Z}_{TC}$	H_i / H_j	H_T / H_C	H_m	φ_{ij}	ρ_{ij}	δZ_{TC}	$\overset{1}{Z}_{ij}$
	[m]	[m]	[m]	[gon]	[m]	[m]	[m]	[gon]	[gon]	[gon]	[gon]
03-02	666,446	1,44	0,183	105,1520	201,062	202,502	229,414	0,006652	0,000434	0,017424	105,1699
03-01	419,066	1,363	0,106	100,2534	253,304	254,667	255,497	0,004183	0,000273	0,016103	100,2698

mezi body	$\overset{1}{D}_{ij}$	Δ	$\overset{1}{D}_{ij}$	$\overset{1}{H}_m$	$\overset{1}{D}_{ij}^m$	$\overset{1}{D}_{ij}^0$
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
03-02	666,4608	0,008362	666,4607	228,066	664,267	664,243
03-01	419,0664	0,005258	419,0663	254,187	419,063	419,046

PŘÍLOHA 5

Ukázka výstupního souboru při vyrovnání v programu GNU GaMa/Rosinante.

Vyrovnani mistni geodeticke site verze: 1.5.09-svd / win32-msvc

<http://gama.fsv.cvut.cz/gama/>

Redukovana pozorovani

stanovisko	cil	merena hodnota	redukovana [m/g]	rozd. dh [mm]
Rab01	Rab02 sikma	367.93560	367.95416	0.1310
	Rab03 sikma	419.06680	419.06652	0.0480
	Rab05 sikma	404.81170	404.72817	-0.5880
	Rab02 zenit	109.07710	109.099535	0.1310
	Rab03 zenit	99.73150	99.738792	0.0480
	Rab05 zenit	109.11640	109.024857	-0.5880
Rab02	Rab01 sikma	367.93460	367.95315	-0.1310
	Rab03 sikma	666.45870	666.46530	-0.0830
	Rab05 sikma	353.97610	353.96561	-0.7190
	Rab01 zenit	90.93080	90.908364	-0.1310
	Rab03 zenit	94.83550	94.827598	-0.0830
	Rab05 zenit	100.99040	100.861101	-0.7190
Rab03	Rab01 sikma	419.06580	419.06552	-0.0480
	Rab02 sikma	666.45870	666.46530	0.0830
	Rab01 zenit	100.27420	100.266908	-0.0480
	Rab02 zenit	105.17150	105.179402	0.0830
Rab05	Rab01 sikma	404.80970	404.72619	0.5880
	Rab02 sikma	353.97510	353.96465	0.7190
	Rab01 zenit	90.89000	90.981545	0.5880
	Rab02 zenit	99.01610	99.145400	0.7190

Popis site

Description of this site.

Zakladni parametry vyrovnani

Souradnice	xyz	xy	z
Vyrovnane :	3	0	0
Operne * :	1	0	0
Pevne :	1	0	0

Celkem : 4 0 0

Zenitove uhly : 10

Sikme delky : 10

Celkem pozorovani : 30

Pocet rovnic oprav : 30

Pocet nadbyt. pozorovani: 18

Pocet neznamych: 13

Defekt site : 1

m0 apriorni : 10.00

m0' aposteriorni: 52.68

[pvv] : 4.99454e+004

Pri statisticke analyze se pracuje

- s apriorni jednotkovou stredni chybou 10.00

- s konfidencni pravdepodobnosti 95 %

Maximalni normovana oprava 9.91 presahuje kritickou hodnotu 1.96

na hladine vyznamnosti 5 % pro pozorovani #7
 <z-angle from="Rab01" to="Rab02" val="109.0995" stdev="4.8" />
 Pevne body

bod	x	y	z
Rab01	5000.000	1000.000	250.000

Vyrovnane souradnice

i	bod	priblizna hodnota	korekce [m]	vyrovnana hodnota	str.ch. [mm]	konf.i. [mm]
Rab02						
2	x	4841.32590	0.00073	4841.32663	2.3	4.5
3	y	1327.81870	0.00396	1327.82266	2.0	4.0
8	z	197.71640	-0.10819	197.60821	1.5	3.0
Rab03						
4	X *	5419.06300	-0.00029	5419.06271	1.7	3.4
5	Y *	1000.00000	0.00000	1000.00000	0.0	0.0
9	Z *	251.76740	-0.03038	251.73702	1.9	3.8
Rab05						
6	x	5194.54530	0.00211	5194.54741	2.7	5.2
7	y	1350.26710	0.00141	1350.26851	2.1	4.1
10	z	192.23130	0.60672	192.83802	1.7	3.2

Stredni chyby a parametry elips chyb

bod	mp [mm]	mxy [mm]	stred. el. a [mm]	stred. el. b [mm]	chyb alfa [g]	konfid. el. a' [mm]	konfid. el. b' [mm]	chyb g
Rab02	3.1	2.2	2.7	1.5	42.0	6.6	3.6	0.9
Rab03	1.7	1.2	1.7	0.0	200.0	4.3	0.0	0.0
Rab05	3.4	2.4	3.0	1.7	165.1	7.2	4.1	0.6

Vyrovnana pozorovani

i	stanovisko	cil	merena hodnota	vyrovnana [m g]	str.ch. [mm cc]	konf.i.
1	Rab01	Rab02 smer	145.317800	145.317812	3.5	7.0
2		Rab03 smer	16.619600	16.620032	4.0	7.8
3		Rab05 smer	84.344000	84.343556	3.6	7.0
4		Rab02 sikma	367.95416	367.95356	1.5	3.0
5		Rab03 sikma	419.06652	419.06631	1.7	3.4
6		Rab05 sikma	404.72817	404.72689	1.7	3.3
7		Rab02 zenit	109.099535	109.095548	2.6	5.1
8		Rab03 zenit	99.738792	99.736121	2.9	5.8
9		Rab05 zenit	109.024857	109.021532	2.6	5.1
10	Rab02	Rab01 smer	148.278800	148.279093	3.3	6.5
11		Rab03 smer	186.724500	186.723849	3.4	6.6
12		Rab05 smer	223.621000	223.621359	3.7	7.2
13		Rab01 sikma	367.95315	367.95356	1.5	3.0
14		Rab03 sikma	666.46530	666.46575	1.8	3.6
15		Rab05 sikma	353.96561	353.96466	1.7	3.3
16		Rab01 zenit	90.908364	90.904452	2.6	5.1
17		Rab03 zenit	94.827598	94.823820	2.1	4.1
18		Rab05 zenit	100.861101	100.857965	2.8	5.5
19	Rab03	Rab01 smer	362.447400	362.447332	3.6	7.1
20		Rab02 smer	329.589800	329.589868	3.6	7.1

21		Rab01	sikma	419.06552	419.06631	1.7	3.4
22		Rab02	sikma	666.46530	666.46575	1.8	3.6
23		Rab01	zenit	100.266908	100.263879	2.9	5.8
24		Rab02	zenit	105.179402	105.176180	2.1	4.1
25	Rab05	Rab01	smer	192.038500	192.038689	3.8	7.4
26		Rab02	smer	128.355400	128.355211	3.8	7.4
27		Rab01	sikma	404.72619	404.72689	1.7	3.3
28		Rab02	sikma	353.96465	353.96466	1.7	3.3
29		Rab01	zenit	90.981545	90.978468	2.6	5.1
30		Rab02	zenit	99.145400	99.142035	2.8	5.5

Opravy a analyza pozorovani

i	stanovisko	cil	f[%]	v v'		e-mer. e-vyr.	
=====				[mm cc]		[mm cc]	
=====				=====		=====	
1	Rab01	Rab02 smer	26.1	0.119	0.0	0.3	0.1
2		Rab03 smer	16.6	4.317	1.6	14.2	9.9
3		Rab05 smer	25.4	-4.436	1.4	-10.0	-5.6
4		Rab02 sikma	44.8	-0.601	0.3	-0.9	-0.3
5		Rab03 sikma	39.7	-0.214	0.1	-0.3	-0.1
6		Rab05 sikma	42.7	-1.281	0.5	-1.9	-0.6
7		Rab02 zenit	45.5	-39.870	9.9 mk	-56.7	-16.8
8		Rab03 zenit	38.7	-26.707	7.0 k	-42.8	-16.1
9		Rab05 zenit	45.6	-33.247	8.3 k	-47.2	-14.0
10	Rab02	Rab01 smer	31.4	2.927	0.8	5.5	2.6
11		Rab03 smer	29.5	-6.514	1.9	-13.0	-6.4
12		Rab05 smer	23.7	3.587	1.2	8.6	5.0
13		Rab01 sikma	44.8	0.407	0.2	0.6	0.2
14		Rab03 sikma	46.6	0.446	0.2	0.6	0.2
15		Rab05 sikma	40.6	-0.957	0.4	-1.5	-0.5
16		Rab01 zenit	45.5	-39.125	9.7 k	-55.7	-16.5
17		Rab03 zenit	56.6	-37.782	8.7 k	-46.5	-8.8
18		Rab05 zenit	41.4	-31.355	8.1 k	-47.7	-16.4
19	Rab03	Rab01 smer	24.8	-0.681	0.2	-1.6	-0.9
20		Rab02 smer	24.8	0.681	0.2	1.6	0.9
21		Rab01 sikma	39.7	0.787	0.3	1.2	0.5
22		Rab02 sikma	46.6	0.446	0.2	0.6	0.2
23		Rab01 zenit	38.7	-30.293	8.0 k	-48.6	-18.3
24		Rab02 zenit	56.6	-32.217	7.4 k	-39.7	-7.5
25	Rab05	Rab01 smer	21.0	1.892	0.6	5.0	3.1
26		Rab02 smer	21.0	-1.892	0.6	-5.0	-3.1
27		Rab01 sikma	42.7	0.697	0.3	1.0	0.3
28		Rab02 sikma	40.6	0.010	0.0	0.0	0.0
29		Rab01 zenit	45.6	-30.770	7.6 k	-43.7	-12.9
30		Rab02 zenit	41.4	-33.650	8.7 k	-51.2	-17.6

Odlehla pozorovani

i	stanovisko	cil	f[%]	v v'		e-mer. e-vyr.	
=====				[mm cc]		[mm cc]	
=====				=====		=====	
7	Rab01	Rab02 zenit	45.5	-39.870	9.9 mk	-56.7	-16.8
16	Rab02	Rab01 zenit	45.5	-39.125	9.7 k	-55.7	-16.5
17		Rab03 zenit	56.6	-37.782	8.7 k	-46.5	-8.8
30	Rab05	Rab02 zenit	41.4	-33.650	8.7 k	-51.2	-17.6
9	Rab01	Rab05 zenit	45.6	-33.247	8.3 k	-47.2	-14.0
18	Rab02	Rab05 zenit	41.4	-31.355	8.1 k	-47.7	-16.4
23	Rab03	Rab01 zenit	38.7	-30.293	8.0 k	-48.6	-18.3
29	Rab05	Rab01 zenit	45.6	-30.770	7.6 k	-43.7	-12.9
24	Rab03	Rab02 zenit	56.6	-32.217	7.4 k	-39.7	-7.5
8	Rab01	Rab03 zenit	38.7	-26.707	7.0 k	-42.8	-16.1

Overeni normalniho rozdeleni homogenizovanych oprav

=====

Test Kolmogorov-Smirnov : 0.4 %

Cislo podmienenosti : 4.6e+000

PŘÍLOHA 6

Tabulky rozdílů testovaných hranolů.

a) rozdílly ve vodorovných směrech

Tab. 37. Stanovisko Rab01, 15. 8. 2007, David Macho

č. podrobného bodu		11	9	15
přibližná délka [m]		147	45	96
Leica s	[gon]	87,2259	83,5963	126,6697
Leica bez	[gon]	87,2253	83,5964	126,6706
červený	[gon]	87,2271	83,5930	126,6689
360 I.	[gon]	87,2285	83,5975	126,6689
360 II.	[gon]	87,2275	83,5977	126,6691
v_{bez}	[mgon]	0,6	-0,1	-0,9
$v_{červ.}$	[mgon]	-1,2	3,3	0,8
$v_I.$	[mgon]	-2,6	-1,2	0,8
$v_{II.}$	[mgon]	-1,6	-1,4	0,6

Tab. 38. Stanovisko Rab02, 15. 8. 2007, Jiří Gresl

č. podrobného bodu		11	9	15
přibližná délka [m]		265	335	272
Leica s	[gon]	21,7015	5,4705	0,7149
Leica bez	[gon]	21,7028	5,4709	0,7156
červený	[gon]	21,6989	5,4709	0,7147
360 I.	[gon]	21,7025	5,4699	0,7163
360 II.	[gon]	21,7010	5,4714	0,7149
v_{bez}	[mgon]	-1,3	-0,4	-0,7
$v_{červ.}$	[mgon]	2,6	-0,4	0,2
$v_I.$	[mgon]	-1,0	0,6	-1,4
$v_{II.}$	[mgon]	0,5	-0,9	0,0

Tab. 39. Stanovisko Rab01, 16. 8. 2007, David Macho

č. podrobného bodu		7	31	34	32	23	22	21	17
přibližná délka [m]		254	306	208	225	266	310	454	531
Leica s	[gon]	368,5657	2,9770	374,6662	0,3428	28,0592	46,3930	59,4174	71,5279
Leica bez	[gon]	368,5644	2,9774	374,6666	0,3426	28,0592	46,3928	59,4173	71,5248
červený	[gon]	368,5652	2,9774	374,6666	0,3426	28,0584	46,3928	59,4162	71,5249
360 I.	[gon]	368,5673	2,9774	374,6668	0,3435	28,0594	46,3930	59,4177	71,5256
360 II.	[gon]	368,5651	2,9776	374,6668	0,3429	28,0586	46,3940	59,4161	71,5255
$v_{b\bar{z}}$	[mgon]	1,3	-0,4	-0,4	0,2	0,0	0,2	0,1	3,1
$v_{\bar{c}sv.}$	[mgon]	0,5	-0,4	-0,4	0,2	0,8	0,2	1,2	3,0
$v_I.$	[mgon]	-1,6	-0,4	-0,6	-0,7	-0,2	0,0	-0,3	2,3
$v_{II.}$	[mgon]	0,6	-0,6	-0,6	-0,1	0,6	-1,0	1,3	2,4

Tab. 40. Stanovisko Rab03, 16. 8. 2007, Jiří Gresl (body 7 - 32), Martin Pavel (23 - 17)

č. podrobného bodu		7	31	34	32	23	22	21	17
přibližná délka [m]		230	115	241	195	62	148	298	413
Leica s	[gon]	35,0340	392,0198	21,8320	399,5988	175,8836	151,8816	131,6670	137,1940
Leica bez	[gon]	35,0350	392,0212	21,8323	399,5992	175,8842	151,8809	131,6662	137,1950
červený	[gon]	35,0348	392,0186	21,8320	399,5965	175,8832	151,8800	131,6670	137,1942
360 I.	[gon]	35,0354	392,0210	21,8310	399,5986	175,8847	151,8822	131,6685	137,1926
360 II.	[gon]	35,0346	392,0187	21,8318	399,5972	175,8842	151,8796	131,6672	137,1914
$v_{b\bar{z}}$	[mgon]	-1,0	-1,4	-0,3	-0,4	-0,6	0,7	0,8	-1,0
$v_{\bar{c}sv.}$	[mgon]	-0,8	1,2	0,0	2,3	0,4	1,6	0,0	-0,2
$v_I.$	[mgon]	-1,4	-1,2	1,0	0,2	-1,1	-0,6	-1,5	1,4
$v_{II.}$	[mgon]	-0,6	1,1	0,2	1,6	-0,6	2,0	-0,2	2,6

b) rozdíly v zenitových úhlech

Tab. 41. Stanovisko Rab01, 15. 8. 2007, David Macho

č. podrobného bodu		11	9	15
přibližná délka [m]		147	45	96
Leica s	[gon]	109,8797	111,8415	109,7454
Leica bez	[gon]	109,8802	111,8425	109,7448
červený	[gon]	109,8799	111,8421	109,7439
360 I.	[gon]	109,8786	111,8381	109,7457
360 II.	[gon]	109,8789	111,8385	109,7456
v_{bez}	[mgon]	-0,5	-1,0	0,6
$v_{červ.}$	[mgon]	-0,2	-0,6	1,5
v_I	[mgon]	1,1	3,4	-0,3
v_{II}	[mgon]	0,8	3,0	-0,2

Tab. 42. Stanovisko Rab02, 15. 8. 2007, Jiří Gresl

č. podrobného bodu		11	9	15
přibližná délka [m]		265	335	272
Leica s	[gon]	92,9260	91,6322	91,1859
Leica bez	[gon]	92,9259	91,6321	91,1851
červený	[gon]	92,9264	91,6334	91,1840
360 I.	[gon]	92,9252	91,6327	91,1837
360 II.	[gon]	92,9263	91,6321	91,1850
v_{bez}	[mgon]	0,1	0,1	0,8
$v_{červ.}$	[mgon]	-0,4	-1,2	1,9
v_I	[mgon]	0,8	-0,5	2,2
v_{II}	[mgon]	-0,3	0,1	0,9

Tab. 43. Stanovisko Rab01, 16. 8. 2007, David Macho

č. podrobného bodu		7	31	34	32	23	22	21	17
přibližná délka [m]		254	306	208	225	266	310	454	531
Leica s	[gon]	98,4294	100,8366	99,3755	101,0495	105,6764	108,4382	108,1746	108,1808
Leica bez	[gon]	98,4289	100,8344	99,3755	101,0474	105,6761	108,4389	108,1756	108,1819
červený	[gon]	98,4276	100,8329	99,3745	101,0456	105,6754	108,4385	108,1765	108,1820
360 I.	[gon]	98,4287	100,8348	99,3757	101,0473	105,6765	108,4384	108,1749	108,1812
360 II.	[gon]	98,4286	100,8358	99,3748	101,0462	105,6768	108,4385	108,1759	108,1817
v_{bez}	[mgon]	0,5	2,2	0,0	2,1	0,3	-0,7	-1,0	-1,1
$v_{červ.}$	[mgon]	1,8	3,7	1,0	3,9	1,0	-0,3	-1,9	-1,2
$v_I.$	[mgon]	0,7	1,8	-0,2	2,2	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4
$v_{II.}$	[mgon]	0,8	0,8	0,7	3,3	-0,4	-0,3	-1,3	-0,9

Tab. 44. Stanovisko Rab03, 16. 8. 2007, Jiří Gresl (body 7 - 32), Martin Pavel (23 - 17)

č. podrobného bodu		7	31	34	32	23	22	21	17
přibližná délka [m]		230	115	241	195	62	148	298	413
Leica s	[gon]	98,7622	103,2199	99,9331	101,7956	113,0645	112,8736	110,1022	108,7851
Leica bez	[gon]	98,7613	103,2196	99,9317	101,7952	113,0637	112,8727	110,1024	108,7855
červený	[gon]	98,7615	103,2132	99,9333	101,7958	113,0638	112,8736	110,1020	108,7846
360 I.	[gon]	98,7614	103,2192	99,9331	101,7944	113,0651	112,8733	110,1017	108,7882
360 II.	[gon]	98,7625	103,2172	99,9323	101,7957	113,0651	112,8735	110,1031	108,7857
v_{bez}	[mgon]	0,9	0,3	1,4	0,4	0,8	0,9	-0,2	-0,4
$v_{červ.}$	[mgon]	0,7	6,7	-0,2	-0,2	0,7	0,0	0,2	0,5
$v_I.$	[mgon]	0,8	0,7	0,0	1,2	-0,6	0,3	0,5	-3,1
$v_{II.}$	[mgon]	-0,3	2,7	0,8	-0,1	-0,6	0,1	-0,9	-0,6

c) rozdíly v převýšení

Tab. 45. Stanovisko Rab01, 15. 8. 2007, David Macho

č. podrobného bodu		11	9	15
přibližná délka [m]		147	45	96
Leica s	[m]	-21,324	-6,827	-13,228
Leica bez	[m]	-21,326	-6,832	-13,226
červený	[m]	-21,325	-6,833	-13,226
360 I.	[m]	-21,322	-6,830	-13,228
360 II.	[m]	x	-6,830	-13,228
v_{bez}	[mm]	2,0	5,0	-2,0
$v_{červ.}$	[mm]	1,0	6,0	-2,0
$v_I.$	[mm]	-2,0	3,0	0,0
$v_{II.}$	[mm]	x	3,0	0,0

Tab. 46. Stanovisko Rab02, 15. 8. 2007, Jiří Gresl

č. podrobného bodu		11	9	15
přibližná délka [m]		265	335	272
Leica s	[m]	27,427	41,708	35,318
Leica bez	[m]	27,427	41,708	35,321
červený	[m]	27,425	41,701	35,326
360 I.	[m]	27,430	41,704	35,326
360 II.	[m]	27,426	41,708	35,318
v_{bez}	[mm]	0,0	0,0	-3,0
$v_{červ.}$	[mm]	2,0	7,0	-8,0
$v_I.$	[mm]	-3,0	4,0	-8,0
$v_{II.}$	[mm]	1,0	0,0	0,0

Tab.47 . Stanovisko Rab01, 16. 8. 2007, David Macho

č. podrobného bodu		7	31	34	32	23	22	21	17
přibližná délka [m]		254	306	208	225	266	310	454	531
Leica s	[m]	7,700	-2,572	3,490	-2,258	-22,235	-39,484	-56,688	x
Leica bez	[m]	7,702	-2,561	3,491	-2,252	-22,234	-39,488	-56,694	x
červený	[m]	7,707	-2,554	3,494	-2,246	-22,231	-39,486	x	x
360 I.	[m]	7,703	-2,563	3,490	-2,252	-22,236	-39,486	x	x
360 II.	[m]	7,704	-2,568	3,493	-2,248	-22,237	-39,486	x	x
v_{bez}	[mm]	-2,0	-11,0	-1,0	-6,0	-1,0	4,0	6,0	x
$v_{červ.}$	[mm]	-7,0	-18,0	-4,0	-12,0	-4,0	2,0	x	x
$v_{I.}$	[mm]	-3,0	-9,0	0,0	-6,0	1,0	2,0	x	x
$v_{II.}$	[mm]	-4,0	-4,0	-3,0	-10,0	2,0	2,0	x	x

Tab. 48. Stanovisko Rab03, 16. 8. 2007, Jiří Gresl (body 7 - 32), Martin Pavel (23 - 17)

č. podrobného bodu		7	31	34	32	23	22	21	17
přibližná délka [m]		230	115	241	195	62	148	298	413
Leica s	[m]	2,271	-7,997	-1,943	-7,686	-14,754	-32,010	-49,220	x
Leica bez	[m]	2,272	-7,996	-1,938	-7,684	-14,754	-32,008	-49,219	x
červený	[m]	2,273	-7,985	-1,944	-7,683	-14,754	-32,012	-49,220	x
360 I.	[m]	2,274	-7,996	-1,944	-7,682	-14,754	-32,008	-49,216	x
360 II.	[m]	2,270	-7,992	-1,940	-7,686	-14,754	-32,009	-49,222	x
v_{bez}	[mm]	-1,0	-1,0	-5,0	-2,0	0,0	-2,0	-1,0	x
$v_{červ.}$	[mm]	-2,0	-12,0	1,0	-3,0	0,0	2,0	0,0	x
$v_{I.}$	[mm]	-3,0	-1,0	1,0	-4,0	0,0	-2,0	-4,0	x
$v_{II.}$	[mm]	1,0	-5,0	-3,0	0,0	0,0	-1,0	2,0	x

