

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je izvorna različica doktorske disertacije.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University  
of Ljubljana  
Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is an original PDF file of doctoral thesis.

When citing, please refer as follows:

Kregar, K. 2016. Optimizacija postopkov terestričnega laserskega skeniranja za meritve visoke natančnosti. = Optimization of terrestrial laser scanner procedures for high accuracy measurements. Doctoral dissertation. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (Mentor Kogoj, D.)

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/6135/>

Datum arhiviranja / Archiving Date: 15-11-2016

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta *za gradbeništvo  
in geodezijo*



DOKTORSKI ŠTUDIJSKI  
PROGRAM III. STOPNJE  
GRAJENO OKOLJE

Kandidat:

**KLEMEN KREGAR**

**OPTIMIZACIJA POSTOPKOV TERESTRIČNEGA  
LASERSKEGA SKENIRANJA ZA MERITVE VISOKE  
NATANČNOSTI**

Doktorska disertacija številka: 43/GO

**OPTIMIZATION OF TERRESTRIAL LASER SCANNER  
PROCEDURES FOR HIGH ACCURACY MEASUREMENTS**

Doctoral thesis No.: 43/GO

Komisija za doktorski študij je na 28. seji, 26. maja 2012,  
po pooblastilu s 30. seje Senata Univerze v Ljubljani z dne 20. januarja 2009,  
dala soglasje k temi doktorske disertacije.

Za mentorja je bil imenovan izr. prof. dr. Dušan Kogoj.

Ljubljana, 11. november 2016



**Komisijo za oceno ustreznosti teme doktorske disertacije v sestavi:**

- izr. prof. dr. Dušan Kogoj,
- izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič,
- znan. sod. dr. Tatjana Veljanovski, ZRC SAZU,

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na 28. seji, 29. februarja 2012.

**Poročevalce za oceno doktorske disertacije v sestavi:**

- izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič,
- doc. dr. Mojca Kosmatin Fras,
- znan. sod. dr. Tatjana Veljanovski, ZRC SAZU,

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na 29. seji, 8. junija 2016.

**Komisijo za zagovor doktorske disertacije v sestavi:**

- prof. dr. Matjaž Mikoš, dekan UL FGG, predsednik,
- izr. prof. dr. Dušan Kogoj, mentor,
- izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič,
- doc. dr. Mojca Kosmatin Fras,
- znan. sod. dr. Tatjana Veljanovski, ZRC SAZU,

je imenoval Senat Fakultete za gradbeništvo in geodezijo na 32. seji, 26. oktobra 2016.



## IZJAVE

Spodaj podpisani študent **KLEMEN KREGAR**, univ. dipl. inž. geod, vpisna številka 26700044, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: **Optimizacija postopkov terestričnega laserskega skeniranja za meritve visoke natančnosti**

### IZJAVLJAM

1. da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija, le da ima elektronska več prilog in nekatere 3D izrise.
3. da sem pridobil vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V Ljubljani, 11. novembra 2016

Podpis študenta:



## BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

<b>UDK:</b>	528.5-187:528.02:(043)
<b>Avtor:</b>	Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod.
<b>Mentor:</b>	izr. prof. dr. Dušan Kogoj
<b>Naslov:</b>	Optimizacija postopkov terestričnega laserskega skeniranja za meritve visoke natančnosti
<b>Tip dokumenta:</b>	doktorska disertacija
<b>Obseg in oprema:</b>	131 str., 24 pregl., 44 sl., 123 en., 9 pril. [195 str.]
<b>Ključne besede:</b>	Terestrično lasersko skeniranje, kalibracija, strojno učenje, deformacijska analiza

### Izvleček

V disertaciji se ukvarjamo z optimizacijo postopkov terestričnega laserskega skeniranja, ker želimo povečati natančnost in zanesljivost rezultatov ter zmanjšati čas in stroške za izvedbo postopka. Glavni namen je kalibracija laserskega skenerja, ki jo želimo nadgraditi s postopki strojnega učenja.

Za izvedbo kalibracije vzpostavimo postopek preciznega določanja centrov tarč iz skenogramov. Predlagamo robusten postopek visoke natančnosti, s katerim ovrednotimo tudi natančnost meritev s skenerjem.

Vzpostavili smo dve kalibracijski bazi, v katerih smo položaje točk določili s klasično geodetsko metodologijo z najvišjo dosegljivo natančnostjo. Izdelali smo lasten program za izravnavo samokalibracije z izvirnim načinom zagotovitve geodetskega datuma. Na kalibracijskih bazah smo kalibrirali dva terestrična laserska skenerja. Rezultate samokalibracije smo uporabili za določanje dodatnih sistematičnih pogreškov meritev, pri čemer smo uporabili klasično analizo z izravnavo krivulj ter strojno učenje.

Prikazana sta dva praktična primera uporabe terestričnega laserskega skeniranja za naloge, kjer je zahtevana visoka natančnost meritev in rezultatov. V termoelektrarni Brestanica preverjamo odklon visokih dimnikov od navpičnice, na pregradi Melje na Dravi pa preizkušamo zaznavanje spremembe oblike ali položaja prelivne stene z inovativno metodo statističnega testiranja sprememb parametrov ravnine.





## BIBLIOGRAFIC – DOKUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 528.5-187:528.02:(043)  
Author: Klemen Kregar, univ. dipl. inž. geod.  
Supervisor: Assoc. Prof. Dušan Kogoj, Ph.D.  
Title: Optimization of terrestrial laser scanning for high precision measurements  
Document type: Ph.D. Thesis  
Scope and tools: 131 p., 24 tab., 44 fig., 123 eq. 9 app. [195 p.]  
Key words: Terrestrial laser scanning, calibration, machine learning,  
deformation analysis

### Abstract

The thesis deals with the optimization of terrestrial laser scanning procedures in terms of increasing the accuracy and reliability of the results and reducing the time and cost of the procedure. The main intent of the dissertation is to calibrate the laser scanner and upgrade it with machine learning procedures.

In order to carry out the calibration, we need to establish the procedure for precisely determining the target centers from the scans. We propose a robust high precision process with which we also verified the accuracy of the scanner.

Two calibration fields were established and within them we determined the positions of the points with the classical geodetic methodology with the highest achievable accuracy. We developed self-calibration software with an original method for defining geodetic datum. Two terrestrial laser scanners were calibrated on the calibration fields. The self-calibration results were used to determine the additional systematic errors of the measurements at which we used the classical analysis with curve adjustment as well as machine learning.

Two practical examples of the application of the terrestrial laser scanning for tasks that require high accuracy measurements and results are shown. In the thermal power plant Brestanica we determined the inclination of its high chimneys. On the high barrier on the Drava River we tried to detect changes in the shape or position of the overflow wall with the use of an innovative method of statistically testing the changes of the plane parameters.



*Tjažu, Ažbetu in Tevžu.  
“Ne pride daleč, kdor gre kar naravnost ...”  
(Mali princ)*





## Zahvale

Končno sem pri pisanju najlepšega dela te disertacije, ki se nanaša na stvari, ki so mi v življenju v resnici pomembne.

Najprej hvala dobremu Bogu za vse.

Takoj za Njim je mentor. Dušan, hvala za vso pomoč in podporo pri nastajanju tega dela. Poleg strokovnih nasvetov, pomoči pri merjenju gradbene jame (Slika 3.10) ..., sem najbolj hvaležen za to, da imamo na katedri zdrave odnose in brez pomislekov zagotovljeno vso opremo, ki jo potrebujemo za delo. V času študija sem se od tebe naučil mnogo več kot samo geodezije.

Hvala sodelavcem na katedri: Tomaž, pri gradbeni jami si se angažiral, kot da bi šlo za tvoj projekt, ne pa za pomoč meni, hvala. Simona in Aleš, na "vajinih terenih" smo naredili praktične primere za to disertacijo, tudi sicer boglonaj, ker smo prijatelji. Gašper, zate sploh ne bom izgubljal besed. Veš, da ne bi ves čas visela skupaj, če te ne bi imel rad. Hvala! Hvala tudi bivšima KG-jevcema Bojanu in Sonji za prijateljstvo in sodelovanje.

Prva leta doktorskega študija, ko se bolj kot z raziskovanjem ukvarjaš s študijem in seminarskimi nalogami smo preživeli skupaj z Anjo in Tilmom. Hvala obema za posvete, debate in konec koncev članek ☺.

Rad bi se zahvalil vsem sodelavcem z oddelka za geodezijo s katerimi smo sodelovali še posebej izrecno pa Oskarju in Dejanu. Oskar, že na dodiplomskem študiju si mi pokazal, da se da celo *izravnavo* razumeti in sprogramirati, potem se je pa vse samo še nadaljevalo v linearno algebro in singularnosti in programiranje in  $\text{\TeX}$ ... Hvala za vse posvete ob kavi in  $\text{\TeX}$ predlogo za doktorat. Dejan, hvala za slikovno ujemanje.

Lektorici Kristini Jamšek, za delo, ki ga po navadi nihče ne opazi.

Hvala podjetju DFG consulting d.o.o. Brez vašega skenerja bi bilo tega doktorata bolj malo. Hvala predvsem Roku in Robertu za vse sodelovanje in pomoč na terenih.

Hvala Termoelektrarni Brestanica in Dravskim elektrarnam Maribor, da so se strinjali z uporabo meritev njihovih objektov v raziskovalne namene.

Doktorski študij je delno financiral Evropski socialni sklad s projektom Inovativna shema za sofinanciranje doktorskega študija, za kar se mu lepo zahvalim.

V tej zahvali na zadnjem mestu, v mojem življenju pa na prvem. Hvala mojim Tevžu, Ažbetu, Tjažu in Nini. Če bi moral izbirati med vami in "dohoratam" bi bil verjetno kar lepo inženir ... Potem pa še staršem za gene, vzgojo in podporo (očitno ravno prava kombinacija), bratom, kar jih je ostalo in vsem Nininim. Zares mi je v čast živeti med vami.



# Kazalo

IZJAVE	III
BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	IV
BIBLIOGRAFIC – DOKUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	V
Zahvale	VII
Kazalo	VIII
Kazalo preglednic	X
Kazalo slik	XI
List of tables	XIII
List of figures	XIV
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
1.1 Opis področja	1
1.1.1 Direktno georeferenciranje	2
1.1.2 Kalibracija laserskega skenerja	2
1.1.3 Strojno učenje	3
1.1.4 Izrednotenje centra tarč	3
1.1.5 Naloge visoke natančnosti	4
1.2 Nameni in cilji	4
1.3 Zgradba disertacije	5
<b>2 TARČE</b>	<b>7</b>
2.1 Postopek določitve centra tarče	8
2.1.1 Referenčna ravnina	9
2.1.2 Projekcija točk na ravnino	9
2.1.3 Rasterizacija	10
2.1.4 Slikovno ujemanje	11
2.1.5 Transformacija centra	13
2.1.6 Povzetek postopka	13
2.2 Točnost in pravilnost rezultatov	14
2.3 Ponovljivost in natančnost določitve centra tarče	16
2.3.1 Natančnost polarnih koordinat	19
2.4 Razdalje med črno in belo	25
2.4.1 Test adicijskih konstant	26
2.4.2 Vpliv dolžine in vpadnega kota	27
<b>3 KALIBRACIJA</b>	<b>30</b>
3.1 Sistematični pogoški	31
3.1.1 Relevantnost komponent za uporabljena skenerja	33
3.2 Izravnava samokalibracije	34
3.2.1 Funkcionalni model samokalibracije	35
3.2.2 Variante samokalibracije	40
3.2.3 Stohastični model samokalibracije	41
3.2.4 Geodetski datum	42
3.2.5 Rešitev izravnave	45
3.3 Kalibracijska polja	46
3.3.1 Testno kalibracijsko polje	46
3.3.2 Kalibracijsko polje – Gradbeno jama	53
3.4 Izračuni in analize	61



3.4.1	Samokalibracija na Testnem kalibracijskem polju . . . . .	62
3.4.2	Samokalibracija na kalibracijskem polju Gradbena jama . . . . .	67
3.4.3	Analiza transformacijskih parametrov . . . . .	71
3.4.4	Določanje dodatnih sistematičnih pogreškov . . . . .	75
3.4.5	Umetna inteligenca . . . . .	78
<b>4</b>	<b>PRAKTIČNE IZVEDBE</b>	<b>82</b>
4.1	Nevertikalnost dimnikov v Termoelektrarni Brestanica . . . . .	83
4.1.1	Zagotovitev koordinatnega sistema . . . . .	83
4.1.2	Meritve in georeferenciranje skenogramov . . . . .	85
4.1.3	Izravnava valjev . . . . .	86
4.1.4	Rezultati izravnave in nekatere dodatne analize . . . . .	88
4.2	Deformacijska analiza prelivne stene Melje . . . . .	92
4.2.1	Zagotovitev koordinatnega sistema . . . . .	92
4.2.2	Meritve in georeferenciranje skenogramov . . . . .	93
4.2.3	Izravnava ravnin . . . . .	95
4.2.4	Deformacijska analiza . . . . .	99
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>104</b>
5.1	Tarče . . . . .	104
5.2	Kalibracija . . . . .	105
5.3	Praktične izvedbe . . . . .	107
5.4	Razprava . . . . .	108
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	<b>110</b>
6.1	Tarče . . . . .	111
6.2	Kalibracija . . . . .	112
6.3	Praktične izvedbe . . . . .	113
6.4	Zaključek . . . . .	115
<b>7</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>117</b>
7.1	Targets . . . . .	118
7.2	Calibration . . . . .	119
7.3	Practical implementation . . . . .	121
7.4	Conclusion . . . . .	122
	<b>LITERATURA IN VIRI</b>	<b>125</b>
	<b>PRILOGE</b>	<b>132</b>
A	Navadna izravnava geodetske mreže – po metodi najmanjših kvadratov . . . . .	132
B	Izravnava mreže za določitev črne in bele ploskve . . . . .	136
C	Izravnava geodetske mreže Testnega kalibracijskega polja . . . . .	143
D	Skenirani centri tarč Testnega kalibracijskega polja . . . . .	165
E	Izravnave geodetske mreže Gradbena jama . . . . .	173
F	Skenirani centri tarč Gradbena Jama . . . . .	250
G	Rezultati samokalibracije za poskuse C, D in E . . . . .	270
G.1	Poskus C: Samo Leica modre tarče . . . . .	270
G.2	Poskus D: Samo črno-bele tarče . . . . .	273
G.3	Poskus E: Črno-bele in Leica modre tarče v skupni izravnavi, vendar vsak tip kot svoje stojišče . . . . .	276
H	Izravnava mreže TE Brestanica . . . . .	281
I	Izravnava mreže MELJE . . . . .	290

# Kazalo preglednic

2.1	Natančnosti vektorjev, ki napenjajo ravnino . . . . .	10
2.2	Tehnične specifikacije uporabljenih skenerjev . . . . .	14
2.3	Kritične vrednosti testa $\chi^2$ pri stopnji tveganja $\alpha = 1\%$ . . . . .	18
2.4	Rezultati testa ponovljivosti – teoretične natančnosti . . . . .	18
2.5	Polarne natančnosti dostikrat skeniranih tarč . . . . .	22
2.6	Rezultati testa ponovljivosti – empirične natančnosti . . . . .	24
2.7	Izravnane vrednosti adicijske in multiplikacijske konstante . . . . .	27
3.1	Parametri določitve tarč T1 in T9 pri različnih položajih plošče . . . . .	48
3.2	Osnovni tehnični podatki instrumenta Leica TCRP1201+ . . . . .	51
3.3	Tehnični podatki uporabljenih skenerjev . . . . .	51
3.4	Termini izmer . . . . .	55
3.5	Osnovni tehnični podatki instrumentov Leica TS30 in TC2003 . . . . .	55
3.6	Primerjava <i>TP</i> glede na tip tarče . . . . .	72
3.7	Primerjava <i>TP</i> glede na stojišče . . . . .	73
3.8	Odstopanja <i>TP</i> na istem stojišču glede na izmere . . . . .	74
3.9	Rezultati strojnega učenja . . . . .	81
4.1	Rezultati izravnave geodetske mreže TEB . . . . .	84
4.2	Centri skeniranih tarč . . . . .	85
4.3	Transformacijski parametri vseh treh skenerjev stojišč . . . . .	85
4.4	Rezultati izravnave valja in odklon dimnika od navpičnice . . . . .	88
4.5	Primerjava odklonov dimnikov, določenih po posameznih stojiščih . . . . .	90
4.6	Sprememba parametrov ob upoštevanju kalibracijskih parametrov . . . . .	91
4.7	Transformacijski parametri vseh skenerjev stojišč obeh izmer . . . . .	94
4.8	Statistična primerjava parametrov ravnin sektorjev prelivne stene Melje med dvema terminskima izmerama . . . . .	101

# Kazalo slik

2.1	Surov oblak točk obarvanih glede na intenziteto odboja . . . . .	10
2.2	Točke projicirane na referenčno ravnino . . . . .	11
2.3	“Šablona” in podoba korelacijskih koeficientov . . . . .	12
2.4	Štirje primeri določitve centra v ravnini tarče . . . . .	14
2.5	Rezultati analize pravilnosti za skener Riegl VZ-400 . . . . .	15
2.6	Rezultati analize pravilnosti za skener Leica C10 . . . . .	15
2.7	Stabilizacija tarč pri enem od poskusov . . . . .	17
2.8	Empirični standardni elipsoidi pogreškov . . . . .	19
2.9	Standardni elipsoidi pogreškov v polarnem koordinatnem sistemu . . . . .	20
2.10	Natančnosti polarnih koordinat . . . . .	23
2.11	Oddaljenost skeniranih točk od povprečne ravnine . . . . .	25
2.12	Shema mreže za določitev razdalj med črno in belo ravnino . . . . .	26
2.13	Mreža za določitev razdalj med črno in belo ravnino . . . . .	27
2.14	Razlike med $d_S$ in $d_T$ v odvisnosti od razdalje . . . . .	28
2.15	Odvisnost razdalje med črno in belo ravnino . . . . .	29
3.1	Vpliv dveh pogreškov v odvisnosti od višinskega kota . . . . .	32
3.2	Stabilizacija stojlišča v Testnem kalibracijskem polju . . . . .	46
3.3	Plošča s testnimi tarčami . . . . .	47
3.4	Položaji tarč v Testnem kalibracijskem polju . . . . .	49
3.5	Položaji točk v geodetski mreži . . . . .	50
3.6	Instrumenta in tarča . . . . .	52
3.7	Stabilizacija točk v kalibracijskem polju Gradbena jama . . . . .	53
3.8	Položaji točk v kalibracijskem polju Gradbena jama . . . . .	54
3.9	Oblika geodetske mreže GJ1 – GJ16 . . . . .	56
3.10	Meritve mreže črno-belih tarč . . . . .	57
3.11	Oblika geodetske mreže črno-belih tarč ČB1 in ČB2 . . . . .	58
3.12	Stojlišče skenerja v poletni pripeki – šesta izmera . . . . .	59
3.13	Adapter za prisilno centriranje skenerja Riegl VZ-400 . . . . .	73
3.14	Polinom 5. stopnje . . . . .	76
3.15	Sinusoida z 1,8 valovoma na $360^\circ$ . . . . .	77
3.16	Polinom 3. stopnje . . . . .	78
3.17	Tangensna funkcija . . . . .	79
4.1	Obravnavana dimnika s točke S1 . . . . .	83
4.2	Oblika mreže TEB . . . . .	84
4.3	Skica valja in vektorjev na njem . . . . .	86
4.4	Določitev uporabnega števila točk . . . . .	89
4.5	Prelivna stena . . . . .	92
4.6	Skica geodetske mreže MHE Melje . . . . .	93
4.7	Razdelitev stene na sektorje . . . . .	95
4.8	Skica ravnine . . . . .	95
4.9	Določitev uporabnega števila točk . . . . .	98

4.10	Razpršenost točk okrog ravnine . . . . .	98
4.11	Histogram porazdelitve statistike $T_p$ . . . . .	100
4.12	Možen grafični prikaz spremembe parametrov ravnine . . . . .	102

## List of tables

2.1	The precision of vectors spanning the plane . . . . .	10
2.2	Technical specifications of the scanners used in the dissertation . . . . .	14
2.3	Critical values of the $\chi^2$ test at a risk level of $\alpha = 1\%$ . . . . .	18
2.4	Results of the repeatability test – theoretical precision . . . . .	18
2.5	Polar precision of repeatedly scanned targets . . . . .	22
2.6	Results of the repeatability test – empirical precision . . . . .	24
2.7	Adjusted values of the additional and multiplication constants . . . . .	27
3.1	Parameters of targets T1 and T9 determined at different positions . . . . .	48
3.2	Leica TCRP1201+ basic technical data . . . . .	51
3.3	Technical data for the scanners used in the dissertation . . . . .	51
3.4	Measurement dates . . . . .	55
3.5	Basic technical data for Leica TS30 and TC2003 . . . . .	55
3.6	Comparison of the transformation parameters with respect to the target type . .	72
3.7	Comparison of the transformation parameters with respect to the station . . . .	73
3.8	Deviations of the transformation parameters with respect to consecutive measu- rements . . . . .	74
3.9	Machine learning results . . . . .	81
4.1	Results of the geodetic network adjustment . . . . .	84
4.2	The centres of the scanned targets . . . . .	85
4.3	Transformation parameters for the three scanner stations . . . . .	85
4.4	Adjustment results and the chimney’s deviation from the vertical . . . . .	88
4.5	Comparison of the chimney declination at individual stations . . . . .	90
4.6	The change in parameters when calibration parameters are considered . . . . .	91
4.7	Transformation parameters for all scanner stations and for both measurements .	94
4.8	Statistical comparison of the plane parameters of the Melje overflow wall between two time periods . . . . .	101

# List of figures

2.1	Intensity image of a raw point cloud . . . . .	10
2.2	Points projected onto a reference plane . . . . .	11
2.3	Template and correlation coefficient image . . . . .	12
2.4	Four cases of the centre determination in the target plane . . . . .	14
2.5	Correctness analysis results for Riegl VZ-400 . . . . .	15
2.6	Correctness analysis results for Leica C10 . . . . .	15
2.7	Target stabilization for one of the repeatability experiments . . . . .	17
2.8	Empirical standard error ellipsoids . . . . .	19
2.9	Standard error ellipsoids in a polar coordinate system . . . . .	20
2.10	The precision of polar coordinates . . . . .	23
2.11	The deviation of the scanned points from the reference plane . . . . .	25
2.12	The geodetic network scheme used to determine the distance between the black and the white plane . . . . .	26
2.13	The geodetic network used to determine the distance between the black and the white plane . . . . .	27
2.14	Differences between $d_S$ and $d_T$ with respect to distance . . . . .	28
2.15	Dependencies on the distance between black and white . . . . .	29
3.1	The influence of the collimation and trunnion axis error dependent on the vertical angle . . . . .	32
3.2	Station stabilization in the test calibration field . . . . .	46
3.3	Plate with test targets . . . . .	47
3.4	Target position in the test calibration field . . . . .	49
3.5	Target positions in the geodetic network . . . . .	50
3.6	Instruments and target . . . . .	52
3.7	Stabilising of the points in the “Construction pit” calibration field . . . . .	53
3.8	Target positions in the “Construction pit” calibration field . . . . .	54
3.9	Design of the “Construction pit” geodetic network . . . . .	56
3.10	Measurements of the black-white target network . . . . .	57
3.11	Design of the geodetic network for black-white targets . . . . .	58
3.12	Scanner station in the summer heat – sixth measurement . . . . .	59
3.13	Adapter for force centering of the Riegl VZ-400 scanner . . . . .	73
3.14	Polynom of the 5 <sup>th</sup> degree . . . . .	76
3.15	Sinusoid with 1.8 waves at 360° . . . . .	77
3.16	Polynom of the 3 <sup>rd</sup> degree . . . . .	78
3.17	Tangents function . . . . .	79
4.1	The view of the chimneys from station S1 . . . . .	83
4.2	The shape of the Brestanica thermal power plant network . . . . .	84
4.3	A drawing of a cylinder and the vectors on it . . . . .	86
4.4	Determining the useful number of points . . . . .	89
4.5	Overflow wall . . . . .	92
4.6	The shape of the Melje geodetic network . . . . .	93
4.7	The division of the wall into sectors . . . . .	95

4.8	The drawing of the plane . . . . .	95
4.9	Determining the useful number of points . . . . .	98
4.10	The dispersion of points around the plane – standard deviation . . . . .	98
4.11	The histogram of the $T_p$ statistic distribution . . . . .	100
4.12	Possible graphical representation of the changes in the plane parameters . . . . .	102





# 1 UVOD

## Optimizacija postopkov terestričnega laserskega skeniranja za meritve visoke natančnosti

**Terestrično lasersko skeniranje (TLS)** je v zadnjem desetletju na področju zajemanja prostorskih podatkov pridobilo velik pomen. Tehnika zajema je precej podobna klasični polarni izmeri (tahimetriji). Na osnovi izmerjenih relativnih polarnih prostorskih koordinat (horizontalna smer, višinski kot in poševna dolžina) s stojišča do merjene točke se določi koordinate merjene točke. Glavna značilnost, ki loči lasersko skeniranje od klasične polarne izmere, je zajem velike količine točk v zelo kratkem času. Pri tem ciljne točke ni treba signalizirati s pasivnimi reflektorji, saj se dolžine izmerijo na osnovi odboja žarka od površine objekta. Rezultat zajema podatkov z laserskim skenerjem je *oblak točk* s koordinatami v lokalnem koordinatnem sistemu instrumenta. Glavni omejitvi tehnologije sta visoka cena instrumentov in relativno kompleksen postopek obravnave ogromne količine zajetih podatkov. Vrh vsega pa se v zadnjih treh letih na trgu pojavljajo rešitve, ki ob določenih pogojih lahko izračunajo oblak točk nekoliko slabše natančnosti kar iz fotografij objekta, kar izredno poceni instrumentarij.

V disertaciji optimiziramo postopke TLS v smislu natančnosti in zanesljivosti rezultatov ter ekonomičnosti postopka, ki vključuje tako materialne stroške kot tudi čas izvedbe meritev ter obdelave podatkov. **Optimizacijo geodetskih postopkov** razumemo kot proces, s katerim postopke spreminjamo v smeri, da z njimi izboljšamo rezultate ali pa prihranimo čas in napor pri zajemu ter obdelavi podatkov (Kuang, 1996). Tu torej ne gre nujno za analitični postopek minimizacije nekega kriterija, ki ga izražamo z objektivnim stanjem obravnavanega sistema.

V primerjavi s klasično geodetsko izmero lahko terestrično lasersko skeniranje pri različnih geodetskih nalogah prinese dodano vrednost. S skeniranjem namreč zajamemo celotno površino objekta, medtem ko s klasičnimi metodami izmere določamo položaje le izbranim značilnim točkam objekta. Površinski zajem je koristen zlasti pri nalogah ugotavljanja premikov ali deformacij objektov, vendar moramo za to zagotoviti dovolj **visoko natančnost meritev**. Morda lahko celo rečemo, da visoka natančnost pri ostalih nalogah, za katere uporabljamo TLS, ni potrebna.

### 1.1 Opis področja

Disertacija se v celoti nanaša na **terestrično lasersko skeniranje**, ki je dokaj nova tehnologija, stara poldrugo dekada – rečemo lahko, da gre za tehnologijo tretjega tisočletja. Osnovna literatura za lasersko skeniranje, tako letalsko kot tudi terestrično, sta knjigi Shan in Toth (2009) in Vosselman in Maas (2010). Fizična in mehanska struktura tovrstnih instrumentov je podrobno opisana v knjigi (Marshall in Stutz, 2011). V prvih letih uporabe nove tehnologije je bilo o ske-

niranju na različnih nivojih napisanega dosti splošnega (Böhler in Marbs, 2002; Staiger, 2003; Mozetič, 2004; Kolenc, 2004). Revija mednarodne zveze za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje je izdala tematsko številko posvečeno TLS (Lichti in sod., 2008). Objave na temo TLS zato že lahko začnemo deliti na tiste, ki se ukvarjajo s preizkušanjem natančnosti instrumentov (Böhler in Marbs, 2003; Schulz in Ingensand, 2004; Lichti in sod., 2005; Kremen in sod., 2006; Ree, 2006), in tiste, ki opisujejo uporabo TLS. Zanimajo nas aplikacije, ki zahtevajo skeniranje visoke natančnosti, to pa so naloge, povezane z zaznavanjem spremembe oblike ali položaja objektov.

### 1.1.1 Direktno georeferenciranje

V temi doktorske disertacije predvidevamo postopke, s katerimi bi lasersko skeniranje visoke natančnosti kar se da poenostavili. Predvidevamo celovito kalibracijo skenerjev, ki bo odgovorila na vprašanje, kako dobro lahko določimo položaje točk z direktnim georeferenciranjem (Reshetyuk, 2009b). Za namene zaznavanja sprememb položajev ali oblik objektov z geodetskimi metodami je nujno treba zagotoviti stabilen koordinatni sistem, ki je referenca, glede na katero lahko zaznamo spremembe. Klasično se takšen sistem realizira z geodetsko mrežo, katere datum določajo stabilne dane točke, skenirani oblaki točk pa se vanj transformirajo z uporabo oslonilnih točk. Direktno georeferenciranje pomeni stabilizacijo skenerja v stabilno podnožje in skeniranje le ene ali dveh orientacijskih točk (Reshetyuk, 2009a; Scaioni in Polo, 2005), kar pomeni prihranek pri času zajema in obdelave podatkov. V času pisanja teme doktorske disertacije se nam je zdel postopek, ki bi ga bilo vredno optimizirati predvsem izvedba geodetske mreže, nekoliko pa tudi skeniranje oslonilnih točk ter izvedba transformacij.

### 1.1.2 Kalibracija laserskega skenerja

Kalibracija geodetskega instrumenta pomeni iskanje modelov vplivov sistematičnih pogreškov na merjenje ter določanje vrednosti teh pogreškov. Govorimo o dveh načinih kalibracije terestričnih laserskih skenerjev, o kalibraciji komponent in sistemski kalibraciji (Hennes in Ingensand, 2000; Schulz, 2007).

Kalibracija komponent poskuša izolirati posamezen sistematični vpliv in ga obravnavati ločeno od ostalih. Obravnavamo lahko vplive na merjene količine, to pomeni na kote in na dolžine. Obravnavamo lahko instrumentalne pogreške ter pogreške okolja – neinstrumentalne pogreške. Pri kalibraciji komponent moramo za vsako od komponent, ki jo želimo kalibrirati, nastaviti ločen poskus, ki po navadi zahteva kompleksno kalibracijsko polje z dovolj natančno določenim referenčnim sistemom. Kalibracija komponent ne more zaznati pogreškov, ki so posledica kombinacije večih vplivov, ki smo jih obravnavali ločeno.

Na drugi strani sistemska kalibracija skuša obravnavati sistem kot celoto. To pomeni, da so v skupno enačbo vključeni vsi vplivi, ki naj bi vplivali na posamezno meritev. Sistemska kalibracija terestričnega laserskega skenerja na računskem nivoju zahteva obsežno izravnavo po metodi najmanjših kvadratov, v katero vstopajo merjene in “dane” količine, rezultat pa so vrednosti pogreškov, ki nastopajo v modelu. Pogosto nastane težava, in sicer da se odstopanja med merjenimi in danimi količinami prelivajo v različne pogreške, to pa se izraža v velikih korelacijah med neznankami (Lichti, 2010b; Lichti in sod., 2011; Chow in sod., 2013).

Standardni postopek za kalibracijo TLS se imenuje **samokalibracija** (angl. Self-Calibration). Koncepti takšne sistemske kalibracije so bili postavljeni približno leta 2005 (Gielsdorf in sod., 2004; Reshetyuk, 2006) na osnovi metod, znanih iz fotogrametrije (Kraus, 2000). Dotlej so raziskovalci raziskovali predvsem natančnosti skenerjev s primerjavo merjenih in referenčnih vrednosti (Böhler in Marbs, 2003; Hennes in Ingensand, 2000; Lichti in sod., 2000; Kersten in sod., 2004), kar na nek način tudi lahko imenujemo kalibracija, niso pa vzpostavljali sistema

za odkrivanje in modeliranje sistematičnih pogreškov. Glavna vira, ki smo jima sledili pri izvedbi samokalibracije, sta [Lichti \(2007\)](#) in [Reshetyuk \(2009b\)](#). Poleg njiju so kalibracijo skenerjev izvajali še: [Abbas in sod. \(2014\)](#), ki se ukvarjajo s postopkom kalibracije na terenu, [Amiri Parian in Gruen \(2010\)](#) raziskujeta povezavo med panoramskimi kamerami in skenerji v smislu kalibracije, [Chow in sod. \(2011a\)](#) analizirajo kalibracije z uporabo točk oziroma ravnin na terenu, [García-San-Miguel in Lerma \(2013\)](#) pa skušata postopek kalibracije popolnoma avtomatizirati.

### 1.1.3 Strojno učenje

Strojno učenje je področje računalništva, ki se ukvarja s pridobivanjem znanja iz podatkov. Računalniški algoritmi iz podatkov prepoznava vzorce in se na podlagi tega učijo pravil ([Kononenko in Kukar, 2007](#)). V postopku po navadi nastopa dovolj velika količina objektov (primerkov), ki so opisani z nizom atributov (lastnosti). Enega od atributov, ki je še posebno pomemben, imenujemo razred. Naloga strojnega učenja je, da se nauči, kako na podlagi vrednosti vseh atributov nekega objekta določiti vrednost razreda ([Witten in Frank, 2005](#)).

Postopek uporabe strojnega učenja po smislu delimo na učenje in napovedovanje. Učenje pomeni iskanje zveze med atributi in razredom na podlagi velikega števila objektov, pri katerih poznamo vrednosti atributov in razreda. Ko se model po najboljših močeh ob danih podatkih nauči pravila, mu lahko predstavimo novi objekt z atributi, toda brez znanega razreda. Model bo na osnovi svojega “znanja” napovedal najbolj smiseln razred za novi objekt.

Bistvena lastnost strojnega učenja je iskanje vzorcev oziroma pravil iz velikih količin podatkov brez upoštevanja kakršnihkoli znanj o fizikalnem ozadju podatkov. V tem smislu je strojno učenje zelo objektivno. Strojno učenje je najbolj uporabno na kompleksnih področjih, kjer so vzročno-posledični modeli tako komplicirani, da jih ne moremo dovolj dobro razumeti in modelirati (npr. medicina). V tehniki strojno učenje nudi bolj posvetovalno funkcijo. Z njim lahko izboljšamo rezultate, dobimo vpogled v dogajanje, za zanesljive končne rezultate pa ga težje uporabimo.

V disertaciji bomo uporabili strojno učenje za iskanje morebitnih sistematičnih pogreškov, ki jih samokalibracija z modeli le osnovnih pogreškov, ni modelirala.

### 1.1.4 Izvrednotenje centra tarč

Ena od bistvenih razlik med skenerji in klasičnimi geodetskimi instrumenti se skriva v nezmožnosti viziranja partikularne točke z laserskim skenerjem. Pri nalogah, kot so točkovna registracija ([Lichti in Skaloud, 2010](#)), georeferenciranje oblaka točk ([Lichti in Skaloud, 2010](#)) in različne metode kalibracije skenerjev ([Lichti, 2007](#); [Reshetyuk, 2010](#); [Schulz, 2007](#)), potrebujemo povezavo med skenerjevim lastnim koordinatnim sistemom ter referenčnim koordinatnim sistemom, ki jo zagotovimo preko poznavanja koordinat identičnih točk v obeh sistemih (veznih točk). Določitev položaja točke v geodetskem koordinatnem sistemu je temeljna naloga geodezije in ni problematična. Zanimiva je določitev vezne točke iz skeniranega oblaka točk. Za tarčo lahko uporabljamo 3D geometrijska telesa (krogle ali valje), ki pa jim težje kakovostno določamo položaj v zunanem – referenčnem koordinatnem sistemu, z 2D ploskovnimi tarčami kontrastnih barv pa lahko signaliziramo specifično točko, ki je določljiva z eno in drugo tehnologijo.

Večina programske opreme za zajem oblakov točk s TLS ima vgrajene postopke za prepoznavo tarč. Vsak proizvajalec TLS preferira svoj tip tarče. Večina instrumentov zagotavlja avtomatično določitev centra tarče, pri čemer po navadi ne dobimo podatka o kakovosti njegove določitve. Iz tehničnih podatkov o instrumentih izvemo le pavšalno oceno za natančnost določitve centra tarč ([Leica Geosystems, 2016](#); [Riegl LMS, 2014](#)).

Z določanjem centrov skeniranih retroreflektivnih tarč se soočijo [Lichti in sod. \(2000\)](#), [Gordon in sod. \(2001a\)](#) in [Valanis in Tsakiri \(2004\)](#). Z nerefektivno ravninsko tarčo, gre za kontrasten

vzorec črne in bele barve, so se ukvarjali [Lichti in sod. \(2007\)](#), [Alba in sod. \(2008\)](#), [Franaszek in Cheok \(2009\)](#), [\(Chow in sod., 2010\)](#) in [Chow in sod. \(2011a\)](#). [Vezočnik \(2011\)](#) v doktorski disertaciji določa center okrogle 6'' retroreflektivne tarče Leica z izravnavo funkcije intenzitet v odvisnosti od položaja točke v ravnini tarče. Iskanje valjastih tarč v dvorazsežnem skenogramu obravnava [Teixidó in sod. \(2012\)](#). Zadnji članek s področja identifikacije tarč je [\(Ge in Wunderlich, 2015\)](#). Podobno kot [Chow in sod. \(2011a\)](#) določa center tarče s presekom linij, ki predstavljata mejo med svetlo in temno površino.

Za kakovostno izvedbo kalibracije z usklajenimi in realnimi ocenami natančnosti količin, ki v njej nastopajo, moramo vzpostaviti lasten postopek prepoznavanja centra tarče, ta pa mora za razliko od naštetih zagotavljati dober pregled nad porazdeljevanjem pogreškov. Omogočati mora popoln vpogled v stohastično dogajanje med procesom izračuna.

### 1.1.5 Naloge visoke natančnosti

Ker začetki uporabe TLS za meritve premikov oziroma deformacij segajo v čas začetkov tehnologije TLS nasploh, lahko rečemo, da je to ena od temeljnih uporabnosti tehnologije TLS. Od nam znane literature so [Gordon in sod. \(2001b\)](#) prvi preizkušali uporabnost skenerjev za spremljanje premikov na primeru starega lesenega mostu. [Gordon in sod. \(2003\)](#) pokažejo, da je tehnologija laserskega skeniranja pri zaznavanju sprememb ploskovnih objektov zaradi velikega števila zajetih točk lahko celo uspešnejša od klasičnih geodetskih metod. [Alba in sod. \(2006\)](#) so skener uporabili za kontrolo stabilnosti velikega jezua, [Schneider \(2006\)](#) pa za določitev naklona visokega vodnega stolpa in deformacij dveh jezov. [Tsakiri in sod. \(2006\)](#) raziskuje potrebne pogoje za uporabo skenerja za merjenje deformacij v smislu kalibracije skenerja ter postopkov modeliranja oblakov za zaznavanje premikov. Našteti viri so referati s konferenc, v znanstveni reviji pa zasledimo članek [\(Gordon in Lichti, 2007\)](#), ki opisujeta uporabo TLS za merjenje deformacij pri obremenilnem poskusu v laboratoriju. Na kongresu ISPRS v Pekingu leta 2008 so svoje prispevke na temo TLS za merjenje deformacij predstavili [Bu in sod. \(2008\)](#); [Lijing in Zhengpeng \(2008\)](#); [Lovas in sod. \(2008\)](#); [Montserrat in sod. \(2008\)](#); [Qiu in Wu \(2008\)](#) in [Zogg in Ingensand \(2008\)](#). [Berényi in sod. \(2009\)](#) so uporabili TLS za merjenje povosov velikih mostov pri obremenilnih preizkusih, rojak [Vezočnik in sod. \(2009\)](#) pa so preko premikanja betonskih stebrov, povezanih s podzemnimi cevmi, poskušali določati premikanje plinovoda. S področjem zaznavanja sprememb negrajenega, naravnega okolja se na primer ukvarjajo [Abellán in sod. \(2010\)](#). Najsodobnejša vira v zvezi s tematiko sta [De Asís López in sod. \(2014\)](#), ki s statističnimi metodami primerja dva oblaka točk, zajeta na zelo različen način ter [Harmening in Neuner \(2015\)](#), ki skozi oblake izravnavata poljubne 3D ploskve in jih primerjata med seboj.

V disertaciji se srečujemo z dvema zanimivima praktičnima nalogama inženirske geodezije. Prva je določitev nevertikalnosti visokega dimnika v termoelektrarni Brestanica, druga pa je ugotavljanje premikanja ali deformacije prelivne stene na jezua Melje v Mariboru. V nalogah bomo uporabili lastni postopek določitve centra tarč. Preverili bomo, ali upoštevanje kalibracijskih parametrov izboljša končni rezultat; morda pa velika razpršenost in nadštevilnost meritev na rezultate vplivata dosti bolj kot upoštevanje kalibracijskih parametrov določenih v kalibraciji. Predvsem pa želimo prikazati v nekaterih vidikih tudi superiornost metode TLS za izbrane naloge inženirske geodezije in ne samo njene uporabnosti.

## 1.2 Nameni in cilji

*Glavni namen disertacije je izvedba kalibracije terestričnega laserskega skenerja, ki jo želimo nadgraditi s strojnimi učenjem. Želimo preveriti, ali umetna inteligenca lahko opiše sistematične pogreške, ki jih s klasičnim postopkom kalibracije ne moremo zaznati in niti ne poznamo njihovega*

*fizikalnega ozadja.*

Za kakovostno izvedbo kalibracije z usklajenimi in realnimi ocenami natančnosti količin, ki v njej nastopajo, moramo vzpostaviti postopek prepoznavanja centra tarče. Postopek mora biti robusten in mora med procesom izračuna omogočati popoln vpogled v stohastično dogajanje.

Kalibracijo skenerja bomo izvedli s postopkom samokalibracije, ki je sicer znan, želimo pa izdelati tudi lasten program, ki bo omogočal vključitev danih (izmerjenih) položajev tarč v izravnavo, upravljanje z natančnostmi vhodnih količin ter poljubno vključevanje različnih možnosti v modelu.

V model samokalibracije vključujemo omejeno število kalibracijskih parametrov, ki modelirajo nekatere sistematične pogreške instrumenta. Ker vseh instrumentalnih pogreškov ne moremo predvideti, bomo po končani kalibraciji v popravkih opazovanj iskali morebitne dodatne sistematike. V literaturi so empirični sistematični pogreški po navadi opisani s sinusnimi krivuljami, zato se iskanja lotimo z izravnavami sinusoid, nadaljujemo pa še s polinomi različnih stopenj. S strojnim učenjem, ki naj bi v podatkovnih nizih odkrilo sistematike, ki so očem nevidne, ugotavljamo, ali matematični modeli dovolj dobro opisujejo dejansko obnašanje instrumenta ali pa lahko to bolje opravi strojno učenje brez predpostavk o fizikalnem ozadju delovanja instrumenta.

Na koncu želimo prikazati uporabnost terestričnega laserskega skeniranja v praktičnih nalogah inženirske geodezije. Nalogi zahtevata meritve visoke natančnosti, zato jih popravimo s popravki, določenimi s kalibracijo. Poleg izračuna definitivnih rezultatov želimo objektivno ovrednotiti njihovo natančnost.

## Hipoteze

V temi doktorske disertacije smo postavili tri hipoteze:

*Hipoteza 1:* Z metodo direktnega georeferenciranja lahko dosežemo položajno kakovost skeniranih točk, ki je primerljiva s položajno kakovostjo točk, pridobljenih s posrednim georeferenciranjem.

*Hipoteza 2:* Postopek kalibracije na kalibracijskem polju danih točk ima objektivne prednosti pred postopki samokalibracije.

*Hipoteza 3:* Z uporabo nevronske mreže lahko bolje modeliramo instrumentalne pogreške kot s funkcijskimi modeli.

Dodali bomo četrto hipotezo, ki se navezuje na postopke izvrednotenja tarč, ki v temi niso bili predvideni, med študijem pa so se izkazali za nujne in pomembne.

*Hipoteza 4:* Postopek izvrednotenja centra tarče z upoštevanjem vpadnega kota žarka in uporabo slikovnega ujemanja je robusten in omogoča kakovostno vrednotenje natančnosti izračunanega centra tarče.

## 1.3 Zgradba disertacije

V uvodu smo najprej obrazložili naslov disertacije. Sledi opis področij, ki se jih tema dotika, in kratek pregled literature. Predstavimo splošne vire o terestričnem laserskem skeniranju, nato predstavimo postopek direktnega georeferenciranja in opišemo kalibracijo laserskega skenerja. Sledi kratka razlaga koncepta strojnega učenja, nato opišemo pomen določanja centrov tarč iz skeniranih oblakov točk ter navedemo nekaj literature, nazadnje pa predstavimo geodetske naloge, ki jih lahko rešujemo s skeniranjem z visoko natančnostjo.

Jedro dokumenta je sestavljeno iz treh delov: prvi se ukvarja z izračunom centrov tarč, drugi obravnava kalibracijo, v tretjem pa rešujemo praktični nalogi.

V drugem poglavju, ki govori o tarčah, začnemo s pregledom literature, nato predstavimo postopek določanja centrov tarč, ki smo ga razvili in predstavili na mednarodni konferenci (Kregar in sod., 2013). Ker želimo ovrednotiti zanesljivost in robustnost postopka, sledi analiza točnosti in pravilnosti rezultatov. Nadaljujemo s postopki ocenjevanja empirične natančnosti izračunanih centrov, kar nas privede do izpeljave natančnosti instrumenta. V zadnjem podpoglavju obravnavamo razlike med ravninami skozi točke na belem in črnem delu tarče.

Tretje poglavje začnemo z opisom sistematičnih pogoškov, ki nastopajo pri skenerjih, ter opišemo, kateri od njih so relevantni za instrumenta, ki ju uporabljamo. Sledi podpoglavje o samokalibraciji, kjer najprej naredimo pregled literature, nastavimo funkcionalni in stohastični model izravnave, opišemo variante, ki jih omogoča naš program ter obravnavamo zagotovitev geodetskega datuma v izravnavi. Opišemo vzpostavitev dveh kalibracijskih polj, ki predstavlja jedro praktičnega dela disertacije. V podpoglavju Analize in izračuni predstavimo rezultate samokalibracije na obeh kalibracijskih poljih ter analiziramo transformacijske parametre, ki nam dajo odgovor na vprašanja o direktnem georeferenciranju. Nazadnje iščemo dodatne sistematične vplive v popravkih opazovanj, najprej z izravnavami sinusoid in polinomov, nato pa še z uporabo strojnega učenja.

Praktična primera uporabe TLS za naloge inženirske geodezije predstavimo v četrtem poglavju. Pri obeh nalogah (določitev nevertikalnosti dimnika in deformacij prelivne stene) najprej opišemo vzpostavitev koordinatnega sistema ter georeferenciranje skenogramov vanj. Opišemo postopka izravnave, s katerima iz oblaka točk pridobimo parametre obravnavanega objekta. Pri dimnikih se posvetimo še določitvi uporabnega števila točk za pridobitev realne ocene natančnosti rezultatov ter vplivu upoštevanja kalibracijskih parametrov na rezultate. Pri prelivni steni prav tako realno ovrednotimo natančnosti izravnanih količin, nato pa izvedemo statistično testiranje sprememb parametrov ravnin med dvema terminskima izmerama.

V zaključnem poglavju zberemo vse ugotovitve, do katerih smo prišli v osrednjih treh poglavjih. Na koncu preletimo zastavljene cilje in hipoteze ter se opredelimo do uspešnosti doseganja ciljev.

## 2 TARČE

Postopke kalibracije laserskih skenerjev (glede na literaturo ([Reshetyuk, 2010](#); [Chow in sod., 2011b](#); [Chan in sod., 2015](#))) v splošnem delimo na točkovne in tiste, ki uporabljajo drugačne geometrijske oblike (ravnine ([Chow in sod., 2011b](#)), valje ([Chan in sod., 2015](#))). Menimo, da osnovni pristop vendarle predstavlja merjenje točk, druge geometrijske oblike pa pomenijo nadgradnjo oziroma izboljšave osnovnega – točkovnega postopka. Ena od bistvenih razlik med skenerji in klasičnimi geodetskimi instrumenti se skriva prav v nezmožnosti viziranja diskretne točke z laserskim skenerjem. S skenerjem sicer lahko enako območje skeniramo večkrat z enako nazivno gostoto točk, vendar nam tehnologija skenerja v svojem principu ne zagotavlja, da bi lahko izbrano točko izmerili dvakrat ([Marshall in Stutz, 2011](#)). V nadaljnjih postopkih, ki jih obravnavamo tako v disertaciji kot tudi pri praktični uporabi laserskih skenerjev, potrebujemo povezavo med skenerjevim lastnim koordinatnim sistemom ter nekim zunanjim – referenčnim koordinatnim sistemom, ki jo najlažje zagotovimo preko poznavanja koordinat identičnih točk v obeh sistemih. Primeri tipičnih nalog so točkovna registracija ([Lichti in Skaloud, 2010](#)), georeferenciranje oblaka točk in različne metode kalibracije skenerjev ([Lichti, 2007](#); [Reshetyuk, 2010](#); [Schulz, 2007](#)).

Določanje položajev točk (koordinat) v izbranem koordinatnem sistemu je klasični geodeziji dobro znana naloga. Obstaja mnogo različnih postopkov za določanje koordinat točkam. Na konceptualni ravni jih opisujejo npr. [Torge \(2001\)](#) in [Vaniček in Krakiwsky \(1996\)](#), na praktičnem nivoju pa [Macarol \(1968\)](#) in [Mihailović in Vračarić \(1984\)](#).

Na drugi strani pa potrebujemo postopek za določitev koordinat točke v skenerjevem lastnem koordinatnem sistemu. To praktično pomeni določitev koordinat točke iz oblaka točk, ki je rezultat skeniranja fizično realizirane točke. Problem rešujemo s skeniranjem geometrijskega objekta kontrastnih oblik, ki jih lahko dobro določimo iz oblaka točk. Za zagotovitev centrov tarč v skenerjevem lastnem koordinatnem sistemu lahko uporabljamo 3D geometrijska telesa (krogle ali valje), ki pa jim težje dovolj kakovostno določamo položaj v zunanjem – referenčnem koordinatnem sistemu. Z 2D ploskovnimi tarčami kontrastnih barv pa lahko signaliziramo specifično točko, ki je določljiva z eno in drugo tehnologijo.

Večina programske opreme za zajem oblakov točk s TLS ima vgrajene postopke za prepoznavo tarč. Vsak proizvajalec TLS preferira svoj tip tarče. Večina instrumentov zagotavlja avtomatično določitev centra tarče, pri čemer po navadi ne dobimo podatka o kakovosti njegove določitve. Iz tehničnih podatkov o instrumentih izvemo le pavšalno oceno natančnosti določitve centrov tarč ([Leica Geosystems, 2016](#)).

V literaturi se le redki avtorji ukvarjajo z določanjem centrov tarč. Z določanjem centrov skeniranih retroreflektivnih tarč se soočijo [Lichti in sod. \(2000\)](#). Center tarče ovrednotijo na tri načine: kot položaj točke z največjim odbojem, kot povprečni položaj štirih točk z največjim odbojem in nazadnje kot radiometrično sredino vseh odbojev. [Gordon in sod. \(2001a\)](#) v pri-

spevku o zmogljivosti laserskih skenerjev ocenjujejo center tarče kot z intenziteto odboja uteženo povprečje skeniranih 3D točk. Prvi prispevek, namenjen izključno določanju tarč, predstavi [Valanis in Tsakiri \(2004\)](#). Skenirane točke na retroreflektivni tarči s postopki mehkega grozdenja ([Bezdek, 1981](#)) klasificira v tri razrede, in sicer glede na moč odboja in računa povprečje točk posameznega razreda. Rezultate primerja s postopki iz [Lichti in sod. \(2000\)](#). [Reshetyuk \(2005\)](#) določa optimalen premer krogle uporabljene za tarčo TLS.

V doslej naštetih literaturi se vedno obravnavajo tarče iz materialov z visoko odbojnostjo ali pa tarče, ki niso ravninske in jim je zato težje določiti center v zunanjem koordinatnem sistemu. Z nerefektivno ravninsko tarčo, gre za bel krog na temnejši podlagi, so se najprej ukvarjali [Lichti in sod. \(2007\)](#). Skenirane točke so projicirali na skoznje izravnano ravnino, jih organizirali v rastrsko mrežo, s filtrom Gaußovih prvih odvodov so zaznali piksele na robu kroga ter nato skoznje izravnali krog.

[Alba in sod. \(2008\)](#) proučuje točnost meritev tarč z instrumentom Riegl LMS-Z420i. Primerja centre, določene: z neznanim vgrajenim algoritmom proizvajalca instrumenta, z algoritmi iz [Lichti in sod. \(2000\)](#), z algoritmom [Valanis in Tsakiri \(2004\)](#) in lastnim algoritmom. Center tarče določa s klasifikacijo točk v tri razrede glede na moč odboja, izravnavo ravnine  $\varphi$  (s postopkom RANSAC ([Fischler in Bolles, 1981](#))) skozi točk razreda z najšibkejšim odbojem. Končno center določi kot presečišče ravnine  $\varphi$  z vektorjem, ki povezuje povprečje točk razreda največjega odboja s centrom tarče v zunanjem koordinatnem sistemu. [Franaszek in Cheok \(2009\)](#) obravnavata izravnavo krogle v skeniran oblak točk.

Naslednji prispevek, ki obravnava ravninsko črno-belo tarčo ([Chow in sod., 2010](#)), primerja štiri postopke za določitev centra. Točke klasificira na tiste z visokim in tiste z nizkim odbojem (na bele in črne). Prva dva načina sta preprost izračun povprečja in mediane belih točk. Tretji način je enak kot v [Lichti in sod. \(2007\)](#), četrti pa se izogne rasterizaciji točk v ravnini tarče. Ker skener meri in beleži točke zaporedno po skeniranih linijah, lahko zaznamo spremembo intenzitete odboja v posamezni liniji. Tako določimo točke na meji med črno in belo barvo in skoznje izravnavo krog. [Chow in sod. \(2011a\)](#) uporablja podoben postopek, le da na "BMW" obliki tarče izravna liniji in izračuna njun presek. V doktorski disertaciji ([Vežočanik, 2011](#)) določa center okrogle 6" retroreflektivne tarče Leica z izravnavo funkcije intenzitet v odvisnosti od položaja točke v ravnini tarče. Iskanje valjastih tarč v dvorazsežnem skenogramu obravnava [Teixidó in sod. \(2012\)](#). Zadnji članek s področja identifikacije tarč je ([Ge in Wunderlich, 2015](#)). Podobno kot [Chow in sod. \(2011a\)](#), določa center tarče s presekom linij, ki predstavljata mejo med svetlo in temno površino.

V smislu teme te disertacije želimo vzpostaviti postopek, ki bo boljši od vseh dosedanjih. Postopek naj omogoča kakovostno iz vrednotenje tako retroreflektivne kot tudi cenejše kontrastne črno-bele tarče. Omejili se bomo na ploščate tarče, saj 3-razsežne v splošnem pomenijo težave za določanje njihovega položaja v zunanjem koordinatnem sistemu. Bistveno pa je vrednotenje natančnosti v vsakem koraku postopka in kakovostna ocena natančnosti končnega rezultata – koordinat centra tarče.

V tem poglavju bomo opisali postopek za iz vrednotenje centra tarče, pri čemer v vsakem koraku spremljamo stohastično situacijo vmesnih rezultatov, tako da lahko na koncu podamo teoretično natančnost izračunanih koordinat centra. V nadaljevanju z eksperimenti ocenjujemo ponovljivost oziroma empirično natančnost določitve centra ter skladnost teoretične in empirične ocene.

## 2.1 Postopek določitve centra tarče

Predlagani postopek določitve centra ploskovne tarče temelji na ujemanju podob oziroma slikovnem ujemanju, zato moramo najprej poiskati referenčno ravnino, v katero bomo nato projicirali skenirane točke. Referenčna ravnina naj bo ravnina, ki se najboljše prilega skeniranim točkam.



Skenirane točke projiciramo v ravnino in jih prevzorčimo v rastrsko podobo. S postopkom slikovnega ujemanja določimo center tarče v ravnini podobe ter ga iz ravnine transformiramo nazaj v prostor.

### 2.1.1 Referenčna ravnina

Pri skeniranju tarč pogosto zajamemo tudi točke, ki ne ležijo v ravnini tarče. Take točke v nadaljevanju postopka povzročajo resne težave, zato jih je pametno odstraniti na začetku. Predlagamo postopek Soglasja naključnih vzorcev (angl. RANSAC), ki iz oblaka točk lahko dovolj uspešno izloči točke, ki ne ležijo na ravnini (Fischler in Bolles, 1981; Urbančič in sod., 2016). Najbolj očitna rešitev je izravnava ravnine po metodi najmanjših kvadratov, ki minimizira pravokotne oddaljenosti točk od ravnine. Zaradi specifičnosti našega primera bomo izravnavo prilagodili tako, da se bodo minimizirala odstopanja točk od ravnine v smeri vpadnega žarka. Znano je namreč (Ree, 2006; Schulz in Ingensand, 2004; Schulz, 2007), da je pri terestrično-skenerskih merjenjih, vsaj na krajših dolžinah, natančnost točke, v smeri izmerjene dolžine, značilno slabša od natančnosti v pravokotnih smereh, ki sta odvisni od izmerjenih kotov; standardni elipsoid pogreškov je razpotegnjen v smeri vpada laserskega žarka.

Naj bo normalni vektor ravnine  $\vec{n} = [a \ b \ c]$  in smer vpadnega žarka  $\vec{v} = [t \ u \ v]$ . Oba vektorja naj bosta enotska  $\|\vec{n}\| = 1$  in  $\|\vec{v}\| = 1$ . Za vsako točko, ki jo opisuje vektor  $\vec{p} = [X \ Y \ Z]$  iščemo oddaljenost točke od ravnine v smeri vektorja  $\vec{v}$ . Pravokotno oddaljenost točke od ravnine ( $\vec{p} \cdot \vec{n}$ ) moramo deliti s  $\cos(\varphi)$ , kjer je  $\varphi$  kot med vektorjema  $\vec{n}$  in  $\vec{v}$ . Ker sta oba enotska, je  $\cos \varphi = \vec{n} \cdot \vec{v}$ . Matematični model za izravnavo ravnine je

$$\frac{aX + bY + cZ}{at + bu + cv} - d = 0 \quad (2.1)$$

Enačbo (2.1) lineariziramo v obliko  $\mathbf{Ax} + \mathbf{B}\Delta = \mathbf{f}$ .

$\mathbf{x}$  je vektor opazovanj (koordinate točk iz oblaka  $(X_i, Y_i, Z_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ ) matrika  $\mathbf{A}$  pa vsebuje odvode enačbe (2.1) po opazovanjih  $\mathbf{x}$ . Velikost matrike  $\mathbf{A}$  je  $n \times 3n$ : 1 vrstica in 3 stolpci za vsako točko.

$\Delta$  je vektor neznank (to so parametri ravnine  $a, b, c$  in  $d$ ) matrika  $\mathbf{B}$  pa vsebuje odvode enačbe (2.1) po neznankah  $\Delta$ . Velikost matrike  $\mathbf{B}$  je  $n \times 4$ : 1 vrstica za vsako točko ter 4 stolpci za 4 neznanke.

Z Gauß – Markovim modelom (Grigillo in Stopar, 2003; Vaniček in Krakiwsky, 1996) rešimo sistem enačb

$$\Delta = \left( \mathbf{B}^T (\mathbf{A}\mathbf{A}^T)^{-1} \mathbf{B} \right)^{-1} \left( \mathbf{B}^T (\mathbf{A}\mathbf{A}^T)^{-1} \mathbf{f} \right) \quad (2.2)$$

Stohastične lastnosti oziroma natančnosti parametrov ravnine izračunamo

$$\Sigma_{\Delta\Delta} = \sigma_0^2 \left( \mathbf{B}^T (\mathbf{A}\mathbf{A}^T)^{-1} \mathbf{B} \right)^{-1} \quad (2.3)$$

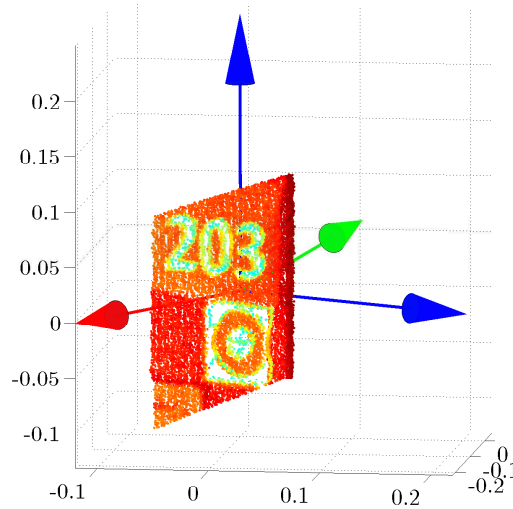
Postopka izravnave ne opisujemo podrobneje. Rezultati prvega koraka v postopku izvrednotenja centra tarče so parametri ravnine  $a, b, c$  in  $d$  ter njihova variančno-kovariančna matrika  $\Sigma_{\Delta\Delta}$

Na Sliki 2.1 je rezultat tega koraka za partikularno tarčo Testnega kalibracijskega polja. V Preglednici 2.1 so podane natančnosti vektorjev, prikazanih na Sliki 2.1 za ta konkretni primer.

Natančnost parametra  $d$  iz enačbe ravnine (2.1) je  $\sigma_d = 0,06$  mm. Vpadni kot laserskih žarkov na referenčno ravnino znaša  $\varphi = 66,3^\circ$ .

### 2.1.2 Projekcija točk na ravnino

Iz istega razloga, kot smo pri izravnavi minimizirali razdalje v smeri vpadnih žarkov, želimo točke tudi projicirati na ravnino v tej smeri in ne pravokotno na ravnino. Da točko preslikamo



Slika 2.1: Surov oblak točk obarvanih glede na intenziteto odboja. Normalni vektor ravnine  $\vec{n}$  je rdeč, modra vektorja  $\vec{e}$  napanjata ravnino, zeleni pa kaže vpadno smer žarkov  $\vec{v}$

Figure 2.1: Intensity image of a raw point cloud

Preglednica 2.1: Natančnosti vektorjev, ki napanjajo ravnino (vse vrednosti so v mm)

Table 2.1: The precision of vectors spanning the plane

	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$
$\vec{n}$	0,009	0,014	0,005
$\vec{e}_1$	0,014	0,009	0,000
$\vec{e}_2$	0,002	0,015	0,015

na ravnino v zeleni smeri, jo moramo premakniti v smeri vpadnega žarka  $\vec{v}$ ; toda za kolikšno vrednost? Pravokotno oddaljenost točke od ravnine  $\vec{p} \cdot \vec{n}$  moramo spet deliti s  $\cos \varphi = \vec{p} \cdot \vec{v}$ . Vektor premika mora torej biti

$$\vec{t} = \vec{v} \left( \frac{\vec{p} \cdot \vec{n}}{\vec{n} \cdot \vec{v}} \right) \quad (2.4)$$

Točka  $\vec{p}$ , projicirana na ravnino, postane  $\vec{p}' = \vec{p} + \vec{t}$ . Rezultat tega koraka so točke, ki ležijo v skupni ravnini, pa imajo vendar še vedno po tri koordinate.

### 2.1.3 Rasterizacija točk – prevzorčenje v podobo

Če želimo center ploskovne tarče natančno določiti s slikovnim ujemanjem, moramo točke iz prostora preslikati na ravnino ter v ravnini izvesti prevzorčenje točk v rastrsko podobo, pri čemer vrednosti pikselov predstavljajo intenziteto odboja. Za transformacijo točk v 2D koordinatni sistem – ravnino, moramo najprej definirati matematično bazo, to pomeni dva bazna vektorja, ki napanjata ravnino. Oba morata biti pravokotna na normalo ravnine  $\vec{n}$  in med seboj ter enotska. Bazna vektorja smo izračunali z uporabo Gramm-Schmidtovega algoritma (Hazewinkel, 1994; Strang in Borre, 1997). Naključni vektor  $\vec{r}$  moramo razstaviti tako, da je njegova komponenta pravokotna na  $\vec{n}$ , nato pa jo normiramo. Praktično smo postopek izvedli z uporabo vektorskih produktov (pri čemer je za naključni vektor  $\vec{r}$  izbran eden od vektorjev standardne ortonormirane baze)

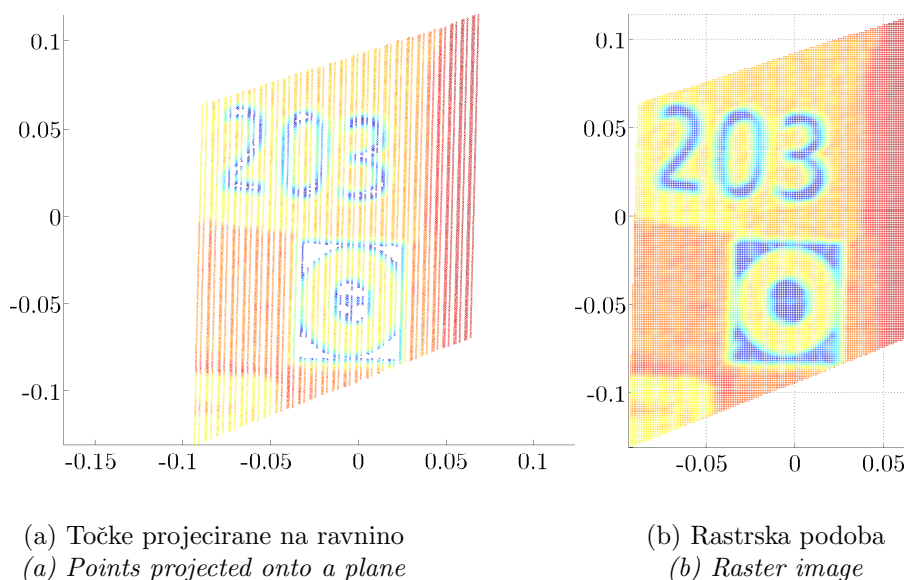
$$\vec{e}_1 = \frac{\vec{n} \times \vec{r}}{\|\vec{n} \times \vec{r}\|} \quad \vec{e}_2 = \frac{\vec{n} \times \vec{e}_1}{\|\vec{n} \times \vec{e}_1\|} \quad (2.5)$$

Natančnosti normalnega vektorja ravnine  $\vec{n}$  so bile določene v izravnavi, vektor  $\vec{r}$  pa obravnavamo kot dano količino. S prenosom varianc in kovarianc lahko določimo natančnosti  $\Sigma_{e_1}$  oziroma  $\Sigma_{e_2}$  baznih vektorjev  $\vec{e}_1$  oziroma  $\vec{e}_2$ . Točke preslikamo v ravnino, ki jo napenjata  $\vec{e}_1$  in  $\vec{e}_2$

$$[x \ y] = [X \ Y \ Z] [\mathbf{e}_1^T \ \mathbf{e}_2^T] \quad (2.6)$$

Točke v ravnini nato prevzorčimo v rastrsko podobo. Večina modernih računskih orodij, kot so Matlab<sup>®</sup>, Mathematica<sup>®</sup> ali Octave imajo vgrajena orodja za takšno klasifikacijo. Pomembno je, da dimenzijo rastrske celice nastavimo skladno z gostoto skeniranja, pri tem pa ni zelo pomembno, kakšno metodo prevzorčenja izberemo. V Matlabu<sup>®</sup> smo lahko izbirali med linearno, kubično, naravno in metodo najbližjega soseda. Zaradi velikega števila točk in specifičnosti problema nismo zaznali, da bi izbira metode prevzorčenja vplivala na končne rezultate.

Na Sliki 2.2 so prikazane točke, projicirane na ravnino, ter rastrska podoba, izvedena iz njih, za izbrano točko. Na levi sliki lahko opazimo izrazite linije skeniranja, ki bi bile v primeru pravokotne projekcije točk na ravnino močno zabrisane ali pa morda sploh ne bi bile vidne (odvisno od vpadnega kota).



Slika 2.2: Točke projicirane na referenčno ravnino  
 Figure 2.2: Points projected onto a reference plane

### 2.1.4 Slikovno ujemanje

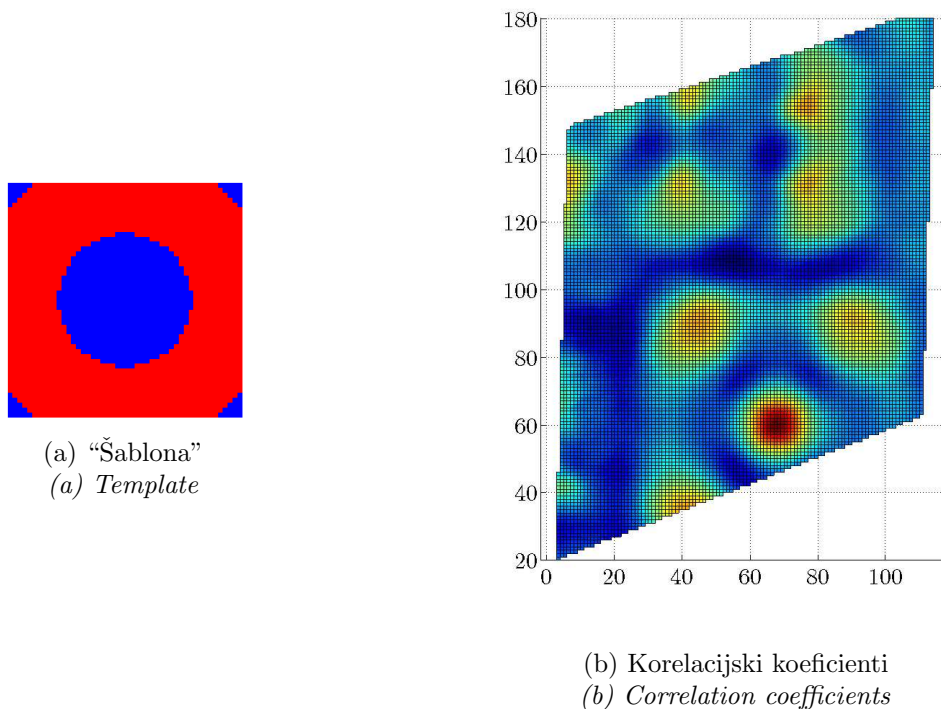
Slikovno ujemanje na področju digitalne fotogrametrije in obdelave podob je uveljavljena metoda (Brunelli, 2009). Mi iščemo najboljše ujemanje med rastrsko podobo skenirane tarče ter teoretično/idealno podobo tarče – “šablono”. Šablona je umetno izdelana podoba, katere piksli zavzemajo vrednosti nič in ena, kar ustreza črni oziroma beli barvi na tarči.

Postopek slikovnega ujemanje izvedemo v dveh korakih. V prvem koraku se s šablono piksel za pikselom premikamo po podobi in za vsak položaj šablone na podobi izračunamo korelacijski koeficient med šablono ter z njo prekritim delom podobe. Dimenzija šablone mora biti torej vedno manjša od dimenzije podobe. Korelacijski koeficient za vsak položaj šablone izračunamo po enačbi 2.7

$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.7)$$

pri čemer sta  $y$  in  $x$  radiometrični vrednosti oziroma intenziteti soležnih pikslov na šabloni in z njo prekritim delom podobe,  $n$  pa je število pikslov v šabloni. Rezultat prvega koraka slikovnega ujemanja je približna vrednost centra tarče, podana v pikslih. Vrednosti  $(\xi, \eta)$  predstavljata položaj centra šablone na podobi, v katerem je bila dosežena največja korelacija. Temeljna literatura za opisani postopek je Kraus (2000).

Slika 2.3 prikazuje primer šablone ter podobo korelacijskih koeficientov. Rdeče območje na sliki (b) označuje območje najboljšega ujemanja podobe (Slika 2.2b) s šablono.



Slika 2.3: "Šablona" in podoba korelacijskih koeficientov

*Figure 2.3: Template and correlation coefficient image*

Pri tarči 203, ki jo navajamo kot primer, je bila največja dosežena korelacija  $\rho_{max} = 0,88$ .

Drugi korak predstavlja izravnava po metodi najmanjših kvadratov, s katero določimo podpikselski položaj centra tarče (Höhle, 1997). Rezultat slikovnega ujemanja sta ravninski koordinati centra tarče  $(x_c, y_c)$  in njuna kovariančna matrika  $\Sigma_{xy}$ . Na primeru tarče 203 sta bili doseženi natančnost:  $\sigma_{x_i} = 0,03749$  in  $\sigma_{y_i} = 0,03745$  (enote so piksli).

Položaj točke izračunan v koordinatnem sistemu podobe (v pikslih), je potrebno pretvoriti v metrične koordinate v izravnani ravnini, ki jo definirata vektorja  $\mathbf{e}_1$  in  $\mathbf{e}_2$ . Slikovne koordinate moramo množiti z velikostjo piksla ter jim prišteti položaj vogala podobe (ki predstavlja izhodišče slikovnega koordinatnega sistema). Dosežene natančnosti na primeru tarče 203 so:

$$\sigma_{x_c} = 0,03749 \text{ mm}$$

$$\sigma_{y_c} = 0,03745 \text{ mm}$$

$$\sigma_{z_c} = 0,00006 \text{ mm} = \sigma_d$$

### 2.1.5 Transformacija centra iz ravnine nazaj v 3D prostor

Koordinate centra v sistemu ravnine tarče moramo preslikati nazaj v koordinatni sistem, v katerem je tarča skenirana. Gre za transformacijo, ki je obratna, kot tista v enačbi (2.6)

$$[X \ Y \ Z] = [x \ y] \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_2 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Kovariančna matrika za položaj točke v prostoru zavisi od natančnosti vhodnih parametrov  $\Sigma_{xy}$ ,  $\Sigma_{e1}$  in  $\Sigma_{e2}$ . Uporabimo zakon o prenosu varianc in kovarianc

$$\Sigma_{XYZ} = \mathbf{J} \begin{bmatrix} \Sigma_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & \Sigma_{e1} & 0 \\ 0 & 0 & \Sigma_{e2} \end{bmatrix} \mathbf{J}^T \quad (2.9)$$

kjer je  $\mathbf{J}$  Jacobijeva matrika za enačbo (2.8)

$$\mathbf{J} = [\mathbf{e}_1^T \ \mathbf{e}_2^T \ x\mathbf{I}_{3 \times 3} \ y\mathbf{I}_{3 \times 3}] \quad (2.10)$$

Ker želimo pri oceni natančnosti upoštevati še nenatančnost določitve ravnine v smeri normale (parameter  $d$ ), moramo enačbe razširiti s tretjo koordinato točke v ravnini  $z = 0$  in baznim vektorjem  $\mathbf{n}$

$$[X \ Y \ Z] = [x \ y \ z = 0] \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_2 \\ \mathbf{n} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

Pri prenosu varianc in kovarianc v kovariančno matriko dodamo matriko  $\Sigma_{\Delta\Delta}$  iz enačbe 2.3. Natančnosti parametrov  $a, b$  in  $c$  se v enačbi 2.11 nanašajo na vektor  $\mathbf{n}$ , natančnost parametra  $d$  pa na koordinato  $z = 0$ .

Pri transformaciji točke 203 iz ravnine tarče nazaj v prostor smo ocenili naslednje natančnosti koordinat:

$$\begin{aligned} \sigma_X &= 0,046 \text{ mm} \\ \sigma_Y &= 0,095 \text{ mm} \\ \sigma_Z &= 0,085 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 2.1.6 Povzetek postopka za izračun centra tarče

Predlagani postopek lahko strnemo v nekaj alinej:

- izravnava ravnine z minimizacijo razdalje točk od ravnine v smeri vpadnega žarka,
- projekcija točk v ravnino,
- prevzorčenje točk v rastrsko podobo,
- slikovno ujemanje za določitev centra,
- transformacija iz slikovnega v ravninski sistem in nazaj v koordinatni sistem skenerja.

*Postopek je boljši od vseh dosedanjih, saj je robusten in za določitev centra tarča uporabi vse skenirane točke na območju tarče in ne samo točk na robu med kontrastnima barvama. Postopek je prav tako uporaben za določanje centra retroreflektivnih in poceni črno-belih kontrastnih tarč. Postopek je izjemno natančen, saj sta komponenti v ravnini tarče določeni s podpikselsko natančnostjo, velikost piksla pa je pogojena z gostoto skeniranja, zato lahko govorimo o natančnosti, ki je boljša od milimetra.*

V smislu optimizacije postopkov TLS za meritve visoke natančnosti nam predlagani postopek omogoča zelo poceni stabilizacijo oslonilnih točk na stabilnih lokacijah, ki jih je možno izmeriti z najvišjo možno natančnostjo iz velikega območja možne stabilizacije instrumenta.

## 2.2 Točnost in pravilnost rezultatov postopka določanja centra tarče

Pri skeniranju se dogaja, da želenega objekta ne moremo poskenirati v celoti zaradi ovir ali podatkovnih artefaktov (Lichti in Skaloud, 2010; Pesci in Teza, 2008). Če se takšne težave pojavijo pri skeniranju tarče, ne moremo izravnati ustrezne ravnine, iz tega pa sledi napačna določitev centra tarče. Do težav lahko pride posebno pri nalogah, kjer skeniramo in obdelujemo večje število tarč (kalibracijska polja) in posamezne grobe pogreške med obdelavo zato manj verjetno opazimo in nato ročno odpravimo.

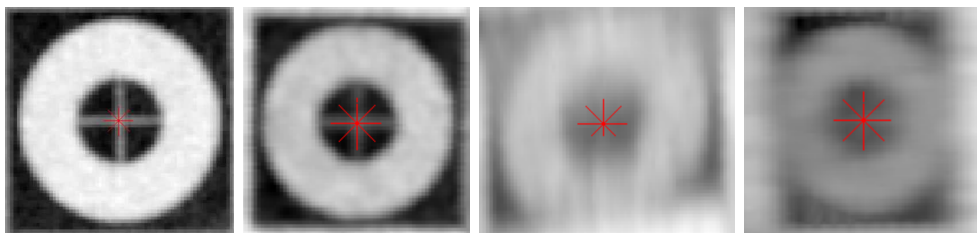
Ugotoviti želimo, ali je na podlagi parametrov, izračunanih med izvrednotenjem centra tarče, mogoče ugotoviti, ali je center točke določen pravilno ali grobo napačno. Poskus smo izvedli na testnem kalibracijskem polju v zimskih vajah na FGG (poglavje 3.3.1). Z instrumentoma Riegl VZ-400 (Riegl LMS, 2014) in Leica ScanStation C10 (Leica Geosystems, 2016) smo s štirih stojišč skenirali 65 tarč, pritrjenih na stene in strop prostora. Preglednica 2.2 orisuje osnovne tehnične podatke uporabljenih instrumentov.

Preglednica 2.2: Tehnične specifikacije uporabljenih skenerjev

Table 2.2: Technical specifications of the scanners used in the dissertation

Riegl VZ-400	Leica ScanStation C10
Natančnost posamezne točke	
$\sigma_{razdalje} = 5 \text{ mm}$ kotna ločljivost $1,8''$	$\sigma_{polozaj} = 6 \text{ mm}$ $\sigma_{razdalje} = 4 \text{ mm}$ $\sigma_{kot} = 12''$
Divergenca laserskega žarka	
$3,5 \text{ mm}/10 \text{ m} \sim 72''$	$7 \text{ mm}$ (na $1 - 50 \text{ m}$ )
Najmanjši kotni korak	
$8,5''$	$<1 \text{ mm}/\text{max. razdalji} \sim 4''$

Dobra lastnost predlaganega algoritma za določanje centra tarče je, da slikovno ujemanje pravilno določi center tarče, vse dokler je oblika tarča na podobi vsaj približno vidna (Slika 2.4). Ta lastnost nam omogoča, da lahko vizualno preverimo, ali je tarča izvrednotena pravilno ali ne. Center tarče bo namreč določen ali pravilno ali povsem napačno, zelo malo verjetno pa je, da bi bil samo malo napačen.



Slika 2.4: Štirje primeri določitve centra v ravnini tarče – desna dva kažeta, da je postopek zelo robusten, saj deluje tudi na zelo slabi podobi

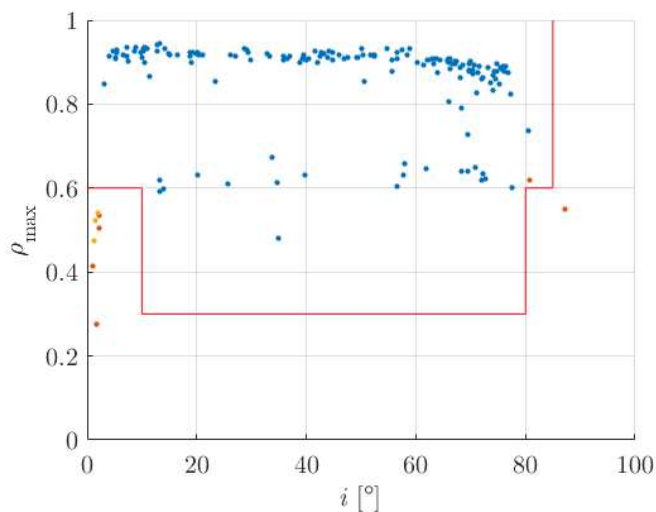
Figure 2.4: Four cases of the centre determination in the target plane

Želimo si postaviti predpis, ki bi na podlagi vrednosti:

- i) vpadnega kota in
- ii) največje dosežene korelacije pri slikovnem ujemanju  $\rho_{max}$

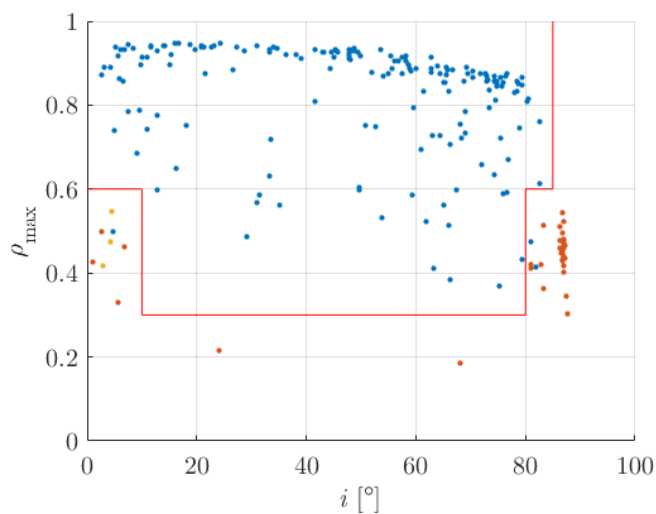
lahko avtomatsko ugotovil, ali gre za grobo napačno določen center tarče.

Rezultati analize pravilnosti določitve centrov tarč so prikazani na Slikah 2.5 in 2.6. V ravnini vpadnih kotov in največjih korelacij so z modro točko označene tarče, ki so bile iz vrednotene pravilno. Z rdečo so označene tarče, ki so bile iz vrednotene narobe. Ker so bile tarče v fizični obliki zagotovljene tako, da je bila črna površina bolj gladka od bele, je pri zelo majhnih vpadnih kotih prišlo do inverzije intenzitet. V tem primeru dobimo pravi rezultat, če “šabloni” za slikovno ujemanje le zamenjamo vrednosti (0 in 1).



Slika 2.5: Rezultati analize pravilnosti za skener Riegl VZ-400

Figure 2.5: Correctness analysis results for Riegl VZ-400



Slika 2.6: Rezultati analize pravilnosti za skener Leica C10

Figure 2.6: Correctness analysis results for Leica C10

Pri skeniranju z Rieglovim instrumentom je operater na podlagi izkušenj ocenil, da se tarč, skeniranih pod vpadnim kotom večjim od  $80^\circ$ , gotovo ne bo dalo iz vrednotiti. Z Leico smo

vendar poskenirali vse tarče. Na podlagi te analize in nekoliko pa tudi kasnejših izkušenj smo ugotovili, da je center tarče določen narobe, kadar:

- je  $\rho_{max} < 0,3$ ,
- je  $\rho_{max} < 0,6$  in vpadni kot ( $i > 80^\circ$  ali  $i < 10^\circ$ ),
- je vpadni kot  $i > 85^\circ$ .

Če je vpadni kot  $i < 5$  in  $\rho_{max} < 0,3$ , poskusimo center iz vrednotiti z inverzno "šablono". Vedno, kadar je  $\rho_{max} < 0,6$ , pa izpišemo opozorilo. Uporabnik naj torej preveri, ali je center določen točno.

*Izkazalo se je, da postopek izredno robusten; center tarčam pravilno določa vse do vpadnega kota  $85^\circ$ . Podatek je izjemno pomemben, če želimo trajno stabilizirati tarče, ki bodo služile kot stabilne oslonilne točke v meritvah za zaznavo deformacij. Poleg zmogljivosti algoritma pa smo dokaj objektivno lahko ocenili, v katerih primerih postopek iz vrednotenja ni uspešen.*

## 2.3 Ponovljivost in natančnost določitve centra tarče

Natančnosti centra tarče, določene teoretično iz postopka iz vrednotenja, so izjemno visoke. Vzrok za to je, da slikovno ujemanje določi center tarče v ravnini s podpikselsko natančnostjo (če je raster milimetrski, to pomeni pod milimetrom). Ravnina tarče je izravnana z veliko nadštevilnostjo, zato so natančnosti parametrov ravnine, ki tudi vplivajo na končno natančnost, določeni preveč optimistično.

Praktično oziroma empirično natančnost centra tarče lahko določimo tako, da pod enakimi pogoji večkrat skeniramo tarčo, izračunamo center iz vsakega skenograma ter ocenimo razpršenost centrov oziroma standardni odklon.

Z vsako meritvijo pridobimo položaj centra tarče  $(x_i, y_i, z_i)$  ter ocenjeno teoretično natančnost teh treh koordinat  $(\sigma_{xi}, \sigma_{yi}, \sigma_{zi})$ ,  $i = 1, \dots, n$ ; pri tem je  $n$  število ponovitev.

Ker je tarča skenirana večkrat pod enakimi pogoji, bo v vsaki ponovitvi predvidoma pridobila podobne koordinate in podobne teoretične natančnosti. Povprečno teoretično natančnost za vse ponovitve bomo ocenili kot koren povprečne variance

$$\bar{\sigma}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{xi}^2}{n-1}} \quad (2.12)$$

Prav tako pa bomo ocenili tudi za koordinati  $y$  in  $z$ . Empirično natančnost vseh ponovitev pa kot standardni odklon

$$\hat{\sigma}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}} \quad (2.13)$$

pri čemer je  $\bar{x}_i$  povprečna vrednost koordinate centra v vseh ponovitvah. Prav tako seveda naredimo tudi za koordinati  $y$  in  $z$ . Testna statistika  $H$ , ki se porazdeljuje po  $\chi^2$  porazdelitvi z  $n-1$  prostostnimi stopnjami, predstavlja razmerje med teoretično in empirično določeno varianco

$$H_x = (n-1) \frac{\bar{\sigma}_x^{-2}}{\hat{\sigma}_x^2} \quad (2.14)$$

Prav tako velja tudi za komponenti  $y$  in  $z$ .

Ničelna in alternativna hipoteza se glasita:

$H_0$ : teoretična in empirična natančnost sta skladni  $\bar{\sigma} = \hat{\sigma}$



$H_1$ : teoretična in empirična natančnost nista skladni  $\bar{\sigma} \neq \hat{\sigma}$

Če vrednost  $H$  za posamezno komponento posamezne tarče leži izven intervala kritičnih vrednosti  $\left[ \chi_{\alpha/2, (n-1)}^2, \chi_{1-\alpha/2, (n-1)}^2 \right]$  zavrnemo ničelno hipotezo in s tveganjem  $\alpha$  trdimo, da natančnosti nista skladni. Kritične vrednosti za zavrnitev hipoteze pri določenem številu poskusov so podane v Preglednici 2.3.

Nastavili smo več poskusov, pri katerih smo na različnih razdaljah in pod različnimi vpadnimi koti skenirali tarče dveh velikosti. Razvoj doktorskega študija je terjal, da so bili poskusi opravljeni na različnih krajih in ob različnih časovnih terminih:

- i) 25. oktober 2012 v kleti podjetja DFG Consulting d.o.o. s petimi malimi tarčami na razdalji 4 m,
- ii) 27. avgust 2013 na dvorišču podjetja DFG Consulting d.o.o. z dvema velikima tarčama na razdalji 45 m,
- iii) 20. januar 2014 na strehi FGG s tremi velikimi tarčami na razdalji 43 m,
- iv) 6. februar 2014 v zimskih vajah FGG s tremi velikimi tarčami na razdalji 14 m,
- v) 24. julij 2014 na mali kalibracijski bazi Logatec s petimi malimi in tremi velikimi tarčami, na razdaljah: 6, 15, 30, 56, 111 in 197 m.



Slika 2.7: Stabilizacija tarč pri enem od poskusov

*Figure 2.7: Target stabilization for one of the repeatability experiments*

Slika 2.7 prikazuje postavitev osmih tarč pod različnimi vpadnimi koti pri poskusu v Logatcu.

Rezultati poskusov so zbrani v Preglednici 2.4. Poskusi potrjujejo domnevo o precenjeni teoretični natančnosti določitve centra tarče. Če primerjamo vrednosti testnih statistik  $H$  iz Preglednice 2.4 z mejnimi vrednostmi iz Preglednice 2.3 vidimo, da je razen v dveh primerih teoretična natančnost mnogo premajhna, da bi bila skladna z empirično. Tarči skenirani pod vpadnim kotom večjim od  $70^\circ$  sta v smeri ene koordinatne komponente pridobili slabo teoretično natančnost, ki pa je prevelika.

*Zaključiti moramo, da ocena natančnosti določitve centra, ki smo jo predstavili v postopku izvedenja (poglavje 2.1) korektno opisuje natančnost, ki se tiče postopka, realna natančnost točk, zajetih z laserskim skenerjem, pa je mnogo slabša. Za uporabo v nadaljnjih nalogah moramo poiskati drugačno oceno natančnosti, ki bo poleg natančnosti postopka vključevala tudi natančnost instrumenta.*

Preglednica 2.3: Kritične vrednosti testa  $\chi^2$  pri stopnji tveganja  $\alpha = 1\%$ Table 2.3: Critical values of the  $\chi^2$  test at a risk level of  $\alpha = 1\%$ 

$n$	$\chi_{\alpha/2, (n-1)}^2$	$\chi_{1-\alpha/2, (n-1)}^2$
40	20,0	65,5
50	27,2	78,2
60	34,8	90,7

Preglednica 2.4: Rezultati testa ponovljivosti – teoretične natančnosti (vrednosti  $\sigma$  so v mm)

Table 2.4: Results of the repeatability test – theoretical precision

	$n$	$d$	$\varphi$	$\widehat{\sigma}_x$	$\widehat{\sigma}_y$	$\widehat{\sigma}_z$	$\overline{\sigma}_x$	$\overline{\sigma}_y$	$\overline{\sigma}_z$	$H_x$	$H_y$	$H_z$
i)	59	4,2 m	2,4°	0,23	0,33	0,08	0,04	0,05	0,04	1,8	1,1	13,2
	59	4,2 m	15,1°	0,21	0,34	0,20	0,03	0,06	0,03	1,2	1,5	1,3
	59	4,2 m	36,0°	0,15	0,39	0,16	0,05	0,05	0,03	6,6	0,9	2,1
	59	4,3 m	50,6°	0,21	0,34	0,20	0,06	0,07	0,04	4,7	2,7	2,4
	59	4,3 m	71,6°	0,17	0,53	0,20	0,54	0,05	0,08	591,9	0,6	9,4
ii)	60	45,8 m	10,8°	0,60	1,14	0,83	0,02	0,02	0,02	0,1	0,0	0,0
	60	45,9 m	62,7°	0,72	1,33	0,98	0,06	0,04	0,03	0,4	0,1	0,1
iii)	48	43,3 m	0,6°	1,10	0,92	0,52	0,02	0,02	0,02	0,0	0,0	0,1
	48	42,6 m	37,4°	1,00	0,91	0,52	0,04	0,02	0,02	0,1	0,0	0,1
	48	42,3 m	60,2°	1,20	0,99	0,48	0,04	0,02	0,02	0,1	0,0	0,1
iv)	43	13,7 m	64,2°	1,55	0,10	0,38	0,02	0,03	0,01	0,0	3,8	0,0
	43	13,8 m	10,3°	1,47	0,21	0,32	0,01	0,01	0,01	0,0	0,1	0,0
	43	13,7 m	47,2°	1,37	0,16	0,40	0,02	0,03	0,01	0,0	1,0	0,0
v)	50	5,9 m	11,8°	0,24	1,97	0,57	0,01	0,01	0,01	0,1	0,0	0,0
	50	5,9 m	34,7°	0,22	2,17	0,59	0,01	0,02	0,01	0,1	0,0	0,0
	50	5,8 m	59,7°	0,33	2,17	0,65	0,07	0,14	0,16	2,1	0,2	3,0
	50	5,6 m	11,9°	0,30	2,09	0,68	0,03	0,05	0,03	0,5	0,0	0,1
	50	5,6 m	17,7°	0,31	1,58	0,63	0,03	0,05	0,03	0,5	0,1	0,1
	50	5,6 m	35,1°	0,30	2,02	0,70	0,05	0,05	0,03	1,2	0,0	0,1
	50	5,7 m	52,0°	0,33	1,94	0,64	0,06	0,06	0,04	1,6	0,0	0,2
	50	5,7 m	72,8°	0,21	2,16	0,73	0,28	0,07	0,06	87,7	0,1	0,3
	40	14,8 m	5,6°	0,28	0,52	1,31	0,02	0,01	0,02	0,1	0,0	0,0
	40	14,7 m	36,2°	0,30	0,61	1,27	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0
	40	14,7 m	55,2°	8,48	30,58	24,56	0,04	0,15	0,16	0,0	0,0	0,0
	40	14,4 m	6,0°	0,30	0,63	1,27	0,03	0,03	0,03	0,4	0,1	0,0
	40	14,4 m	20,7°	0,35	0,71	1,30	0,03	0,05	0,03	0,3	0,2	0,0
	40	14,4 m	26,4°	0,30	0,86	1,25	0,05	0,04	0,04	1,0	0,1	0,0
	40	14,5 m	56,0°	0,45	0,74	1,34	0,07	0,09	0,05	0,9	0,5	0,1
	49	29,6 m	5,3°	1,10	0,85	0,87	0,01	0,01	0,02	0,0	0,0	0,0
	49	29,5 m	32,3°	0,92	0,77	0,93	0,02	0,01	0,02	0,0	0,0	0,0
	49	29,5 m	59,2°	2,42	33,30	28,35	0,03	0,15	0,16	0,0	0,0	0,0
	47	29,3 m	1,4°	1,40	1,06	0,91	0,07	0,06	0,08	0,1	0,1	0,3
	49	29,3 m	17,2°	1,03	1,00	0,95	0,04	0,06	0,04	0,1	0,1	0,1
	49	29,3 m	13,9°	1,05	1,01	0,96	0,04	0,05	0,04	0,1	0,1	0,1
	49	29,3 m	47,8°	0,90	1,02	0,86	0,07	0,10	0,07	0,3	0,4	0,3
	49	29,3 m	52,8°	0,99	1,46	0,90	0,18	0,12	0,13	1,6	0,3	1,0
	50	56,3 m	2,5°	0,86	0,60	3,35	0,02	0,02	0,02	0,0	0,1	0,0
	50	56,2 m	30,8°	0,46	0,45	3,69	0,02	0,02	0,02	0,1	0,1	0,0
	50	56,2 m	58,6°	0,64	1,38	7,49	0,04	0,12	0,12	0,2	0,4	0,0
	50	56,0 m	17,0°	0,87	0,79	3,59	0,06	0,06	0,06	0,2	0,3	0,0
	50	56,0 m	25,8°	0,57	0,99	3,45	0,07	0,07	0,07	0,8	0,2	0,0
	51	111,9 m	2,5°	1,61	1,26	3,90	0,03	0,03	0,03	0,0	0,0	0,0
	51	111,8 m	26,1°	1,37	0,88	3,54	0,03	0,04	0,03	0,0	0,1	0,0
	51	111,8 m	55,4°	1,12	2,70	3,63	0,09	0,08	0,08	0,3	0,0	0,0
	51	111,5 m	32,4°	5,47	13,95	8,20	0,18	0,16	0,20	0,1	0,0	0,0
53	196,7 m	32,2°	2,99	2,48	5,67	0,06	0,15	0,06	0,0	0,2	0,0	
53	196,7 m	52,5°	4,90	40,94	37,17	0,33	0,16	0,28	0,2	0,0	0,0	

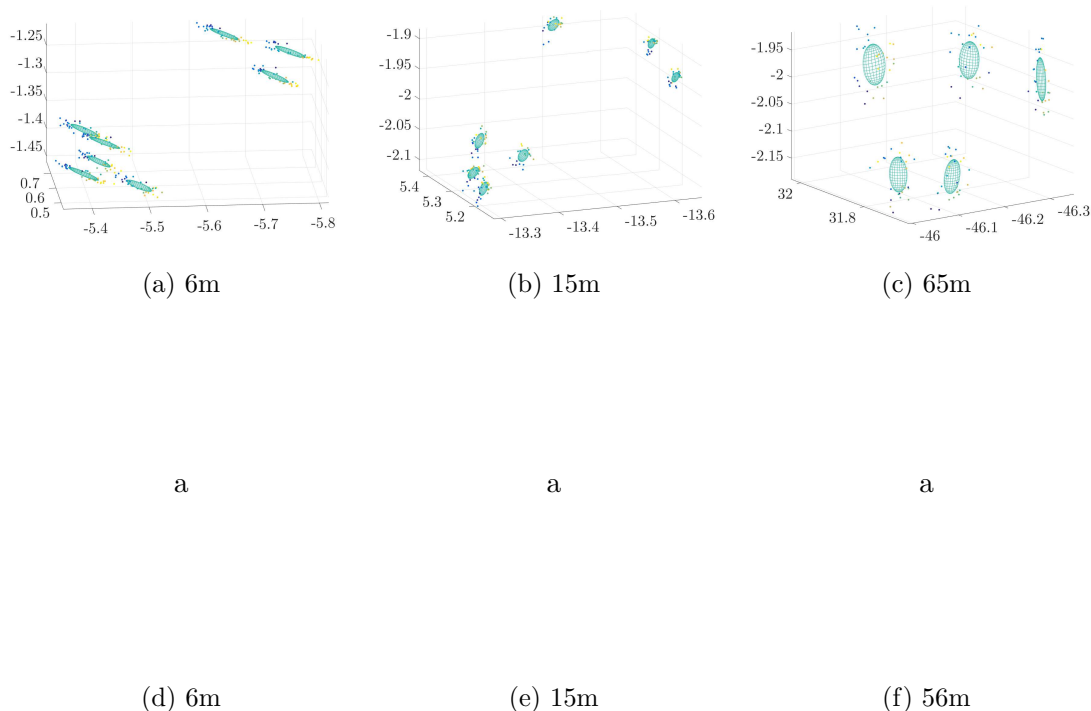
### 2.3.1 Natančnost polarnih koordinat

Ker slika pove več kot tisoč besed in ker iz slike včasih lahko izluščimo več informacije kot iz golih številčk, smo centre tarč vseh ponovljenih skeniranj izrisali na skupno sliko. Točke vseh ponovitev iste tarče formirajo oblaček točk, iz katerega smo izločili najbolj grobo odstopajoče točke. Pri nekaterih tarčah je oblaček točk nakazoval, da so točke v nekaterih smereh morda bolj razpršene kot v drugih. Statistika, ki govori o razpršenosti podatkov, je standardni odklon. Če so podatki podani v več dimenzijah, med njimi lahko pride tudi do korelacij, zato stanje razpršenosti večdimenzionalnih podatkov opisujemo s kovariančno matriko.

Kovariančno matriko točke, ki je merjena večkrat oziroma oblačka točk, najlažje izračunamo kar matrično z enačbama

$$\begin{aligned} \mathbf{C} &= \mathbf{X} - \bar{\mathbf{X}} \\ \mathbf{\Sigma} &= \frac{1}{n-1} \mathbf{C}^T \mathbf{C} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Kovariančna matrika vsebuje informacije o razpršenosti podatkov v smereh koordinatnih osi ter korelacijah med njimi. Grafično lahko kovariančno matriko  $\mathbf{\Sigma}$  prikažemo s standardnim elipsoidom, katerega center postavimo v povprečje oblačka točk  $\bar{\mathbf{X}}$ . Lastni vektorji matrike  $\mathbf{\Sigma}$  povedo smeri polosi elipsoida, njim pripadajoče lastne vrednosti pa so kvadrati dolžin polosi elipsoida.



Slika 2.8: Empirični standardni elipsoidi pogreškov

Figure 2.8: Empirical standard error ellipsoids

Slika 2.8 prikazuje oblačke točk ponovljenih meritev na tarče iz poskusa v Logatcu (glej Sliko 2.7) na štirih značilnih razdaljah med skenerjem in tarčo. Preko oblačkov so izrisani še elipsoidi njihovih kovariančnih matrik.

Budnemu očesu morda ne bo ušlo, da so elipsoidi na kratki razdalji v smeri merjene dolžine po obliki dosti bolj razpotegnjeni, na večji razdalji pa so v tej smeri sploščeni. Opazimo, da pri empiričnemu “merjenju” natančnosti oziroma ponovljivosti sploh ne govorimo več o natančnosti postopka izvrednotenja tarče, ampak o ponovljivosti slučajnega dogodka “skeniranja tarče”,

ki vsebuje tudi skupini pogreškov instrumenta in okolja (Böhler in Marbs, 2003; Ree, 2006; Gordon, 2008; Kremen in sod., 2006). Transformirajmo oblačke točk v polarni koordinatni sistem z izhodiščem v skenerju:

$$\begin{aligned}\theta &= \arctan\left(\frac{x}{y}\right) \\ \alpha &= \arctan\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right) \\ \rho &= \sqrt{x^2 + y^2}\end{aligned}\quad (2.16)$$

Iz oblačkov v polarnih koordinatah lahko izračunam standardne elipsoide po postopku (2.15). Še bolje pa je, da jih izračunamo s transformacijo matrike  $\Sigma$  v polarni sistem z uporabo prenosa varianc in kovarianc

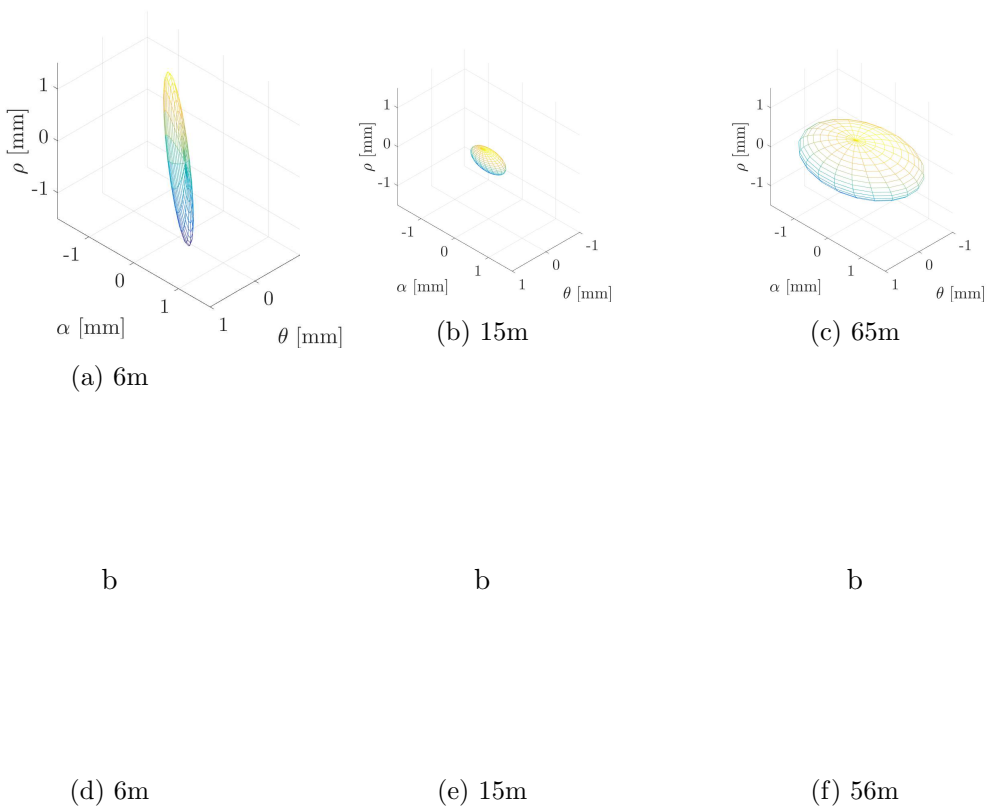
$$\Sigma_p = \mathbf{J}\Sigma\mathbf{J}^T \quad (2.17)$$

pri čemer so v Jacobijevi matriki  $\mathbf{J}$  odvodi enačb (2.16) po kartezičnih koordinatah

$$\mathbf{J} = \begin{bmatrix} y/d^2 & -x/d^2 & 0 \\ -xz/(dD^2) & -yz/(dD^2) & d/D^2 \\ x/D & y/D & z/D \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

pomožni količini sta dolžini  $d = \sqrt{x^2 + y^2}$  in  $D = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ .

Slika 2.9 prikazuje standardne elipsoide v polarnem koordinatnem sistemu za eno od točk na štirih tipičnih dolžinah. Kotni koordinati  $\theta$  in  $\alpha$  sta preračunani v milimetre na ustrezni dolžini; tudi vrednosti v smeri  $\rho$  osi so v milimetrih.



Slika 2.9: Standardni elipsoidi pogreškov v polarnem koordinatnem sistemu

Figure 2.9: Standard error ellipsoids in a polar coordinate system

Izkaže se, da so elipsoidi v grobem s polosmi res orientirani približno v smereh polarnih osi. Zdaj želimo za vsako točko iz kovariančne matrike oceniti natančnosti polarnih koordinat točke  $\sigma_\theta, \sigma_\alpha, \sigma_\rho$ .

Mahalanobisova razdalja je mera za razdaljo med točko  $X$  in porazdelitvijo  $D$  (Mahalanobis, 1936). Gre za mero, ki pove, koliko standardnih odklonov od središča porazdelitve  $D$  leži točka  $X$ . Razdaljo izračunamo z enačbo kvadratne norme (Strang in Borre, 1997)

$$D_M(X) = \sqrt{[X - \mu]^T \mathbf{S}^{-1} [X - \mu]} \quad (2.19)$$

kjer je:

$X = [x, y, z]^T$  – položaj točke

$\mu$  – srednja vrednost porazdelitve

$\mathbf{S}$  – kovariančna matrika porazdelitve  $D$ .

Kadar je kovariančna matrika  $\mathbf{S}$  identiteta, se Mahalanobisova razdalja izrodi v klasično Evklidsko razdaljo.

Mahalanobisovo razdaljo smo uporabili za iskanje presečišč polarnih elipsoidov s koordinatnimi osmi. Zanima nas namreč, kje na osi  $\theta$ ,  $\alpha$  oziroma  $\rho$  smo od centra elipsoida oddaljeni  $1\sigma$ . Ob znani kovariančni matriki iz enačbe 2.17 smo točko  $X$  premikali po koordinatni osi ter z metodo bisekcije (Hazewinkel, 1994) poiskali točko na osi  $X = \sigma$ , pri čemer je Mahalanobisova razdalja enaka ena. Za vsako od točk iz poskusa smo na ta način ocenili natančnost določitve centra tarče v polarnem koordinatnem sistemu.

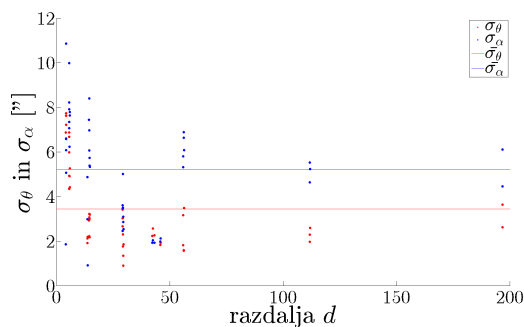
V Preglednici 2.5 so za vsako od večkrat skeniranih tarč izpisane vrednosti  $1\sigma$  za vse tri polarne koordinate. Za kotni koordinati  $\theta$  in  $\alpha$  so vrednosti podane tako v kotnih sekundah kot tudi v milimetrih na ustrezni razdalji.

Preglednica 2.5: Polarne natančnosti dostikrat skeniranih tarč

Table 2.5: Polar precision of repeatedly scanned targets

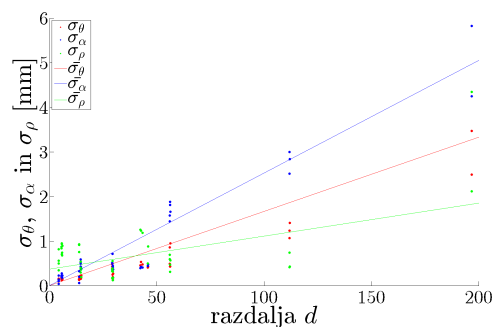
	$d$	$\varphi$	$\sigma_\theta$ ["]	$\sigma_\alpha$ ["]	$\sigma_\theta$ [mm]	$\sigma_\alpha$ [mm]	$\sigma_\rho$ [mm]
i)	4,2 m	2,4°	6,86	1,85	0,14	0,04	0,34
	4,2 m	15,1°	7,61	5,06	0,16	0,10	0,50
	4,2 m	36,0°	7,73	6,07	0,16	0,12	0,50
	4,3 m	50,6°	7,22	6,58	0,15	0,14	0,56
	4,3 m	71,6°	6,61	10,85	0,14	0,23	0,82
ii)	45,8 m	10,8°	1,82	1,98	0,40	0,44	0,49
	45,9 m	62,7°	1,92	2,12	0,43	0,47	0,88
iii)	43,3 m	0,6°	2,26	1,92	0,47	0,40	1,19
	42,6 m	37,4°	2,56	2,03	0,53	0,42	1,23
	42,3 m	60,2°	2,22	1,92	0,46	0,39	1,26
iv)	13,7 m	64,2°	1,91	2,97	0,13	0,20	0,93
	13,8 m	10,3°	2,19	0,91	0,15	0,06	0,75
	13,7 m	47,2°	2,11	4,87	0,14	0,32	0,92
v)	5,9 m	11,8°	5,26	7,78	0,15	0,22	0,89
	5,9 m	34,7°	4,41	7,64	0,13	0,22	0,74
	5,8 m	59,7°	4,90	6,22	0,14	0,18	0,68
	5,6 m	11,9°	5,98	7,34	0,16	0,20	0,84
	5,6 m	17,7°	6,68	8,21	0,18	0,22	0,87
	5,6 m	35,1°	6,86	7,07	0,19	0,19	0,95
	5,7 m	52,0°	4,93	7,90	0,14	0,22	0,70
	5,7 m	72,8°	4,34	9,98	0,12	0,28	0,94
	14,8 m	5,6°	3,19	5,32	0,23	0,38	0,19
	14,7 m	36,2°	2,17	5,38	0,15	0,38	0,36
	14,7 m	55,2°	2,99	5,72	0,21	0,41	0,38
	14,4 m	6,0°	2,93	7,44	0,21	0,52	0,30
	14,4 m	20,7°	2,21	8,40	0,15	0,59	0,38
	14,4 m	26,4°	3,21	6,96	0,22	0,49	0,40
	14,5 m	56,0°	3,06	6,06	0,21	0,43	0,54
	29,6 m	5,3°	1,85	2,54	0,27	0,36	0,18
	29,5 m	32,3°	1,34	2,86	0,19	0,41	0,12
	29,5 m	59,2°	0,89	3,09	0,13	0,44	0,32
	29,3 m	1,4°	3,02	2,46	0,43	0,35	0,17
	29,3 m	17,2°	3,40	3,45	0,48	0,49	0,36
	29,3 m	13,9°	2,66	3,60	0,38	0,51	0,32
	29,3 m	47,8°	1,75	3,49	0,25	0,50	0,39
	29,3 m	52,8°	2,30	5,01	0,33	0,71	0,55
	56,3 m	2,5°	3,47	6,08	0,95	1,66	0,57
	56,2 m	30,8°	1,60	6,89	0,43	1,88	0,31
	56,2 m	58,6°	1,56	6,63	0,43	1,81	0,47
	56,0 m	17,0°	3,15	5,80	0,86	1,57	0,59
	56,0 m	25,8°	1,81	5,31	0,49	1,44	0,69
	111,9 m	2,5°	2,59	5,23	1,41	2,84	0,43
	111,8 m	26,1°	1,97	4,63	1,07	2,51	0,41
	111,8 m	55,4°	2,28	5,53	1,24	3,00	0,74
	196,7 m	32,2°	2,61	4,45	2,49	4,25	2,12
196,7 m	52,5°	3,64	6,11	3,47	5,83	4,34	

Vrednosti iz Preglednice 2.5 izrišemo v odvisnosti od razdalje  $d$  in vpadnega kota  $i$  (Slika 2.10)



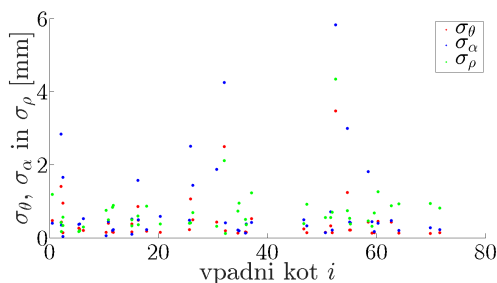
(a) Odvisnost kotnih komponent od dolžine (v kotnih sekundah)

(a) *The dependence of the angular components with respect to lengths*



(b) Odvisnost vseh treh polarnih komponent od dolžine (v milimetrih)

(b) *The dependence of three polar components with respect to lengths*



(c) Odvisnost vseh treh polarnih komponent od vpadnega kota

(c) *The dependence of three polar components with respect to incidence angle*

Slika 2.10: Natančnosti polarnih koordinat

*Figure 2.10: The precision of polar coordinates*

Povprečna natančnost izmerjenih horizontalnih smeri proti tarčam znaša  $\overline{\sigma_\theta} = 3,4''$ .

Povprečna natančnost izmerjenih višinskih kotov proti tarčam znaša  $\overline{\sigma_\alpha} = 5,2''$ .

Povprečna natančnost izmerjenih dolžin proti tarčam znaša  $\overline{\sigma_\rho} = 0,4 \text{ mm} + 9 \text{ ppm}$ .<sup>1</sup>

Iz Slike 2.10c ni razbrati, da bi vpadni kot  $i$  sistematično vplival na natančnosti določitve centrov tarč. Kaže pa, da postopek poševne izravnave ravnine ter poševne projekcije točk na ravnino tarče dobro deluje.

Ponovno smo izračunali centre vseh ponovitev vseh tarč, le da tokrat njihove natančnosti niso določene teoretično po opisanem postopku (Poglavje 2.1.1), ampak so predpisane z vrednostmi  $\overline{\sigma_\theta} = 3,4''$ ,  $\overline{\sigma_\alpha} = 5,2''$  in  $\overline{\sigma_\rho} = 0,4 \text{ mm} + 9 \text{ ppm}$ . Rezultati ponovnega  $\chi^2$  testiranja so v Preglednici 2.6.

<sup>1</sup> $\overline{\sigma_\rho}$  v obliki  $a + md$  je izračunana z izravnavo premice skozi pare  $(\sigma_\rho, d)$

Preglednica 2.6: Rezultati testa ponovljivosti – empirične natančnosti (vrednosti  $\sigma$  so v mm)

Table 2.6: Results of the repeatability test -- empirical precision

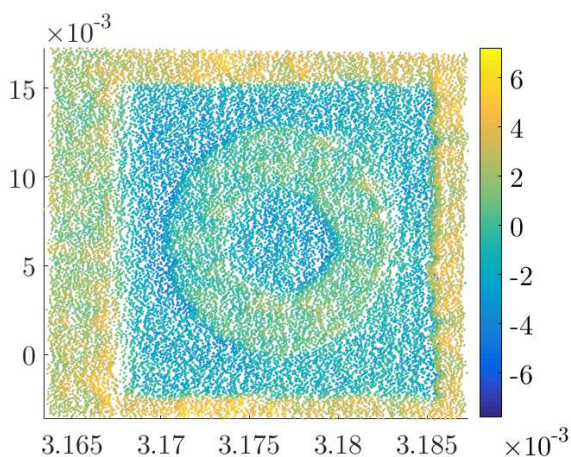
	$n$	$d$	$\varphi$	$\widehat{\sigma}_x$	$\widehat{\sigma}_y$	$\widehat{\sigma}_z$	$\overline{\sigma}_x$	$\overline{\sigma}_y$	$\overline{\sigma}_z$	$H_x$	$H_y$	$H_z$
i)	59	4,2 m	2,4°	0,23	0,33	0,08	0,16	0,52	0,11	27,9	148,4	108,8
	59	4,2 m	15,1°	0,22	0,34	0,20	0,17	0,52	0,11	34,6	136,8	17,6
	59	4,2 m	36,0°	0,15	0,40	0,15	0,16	0,52	0,11	65,5	99,7	32,2
	59	4,3 m	50,6°	0,22	0,36	0,21	0,17	0,52	0,11	36,7	125,5	16,8
	59	4,3 m	71,6°	0,17	0,53	0,21	0,15	0,52	0,11	47,8	56,8	16,3
ii)	60	45,8 m	10,8°	0,62	1,14	0,80	0,91	0,77	1,16	127,6	26,6	124,0
	60	45,9 m	62,7°	0,73	1,35	0,98	0,91	0,77	1,16	90,2	19,1	82,9
iii)	48	43,3 m	0,6°	1,11	0,88	0,53	0,82	0,81	1,09	25,7	39,4	202,6
	48	42,6 m	37,4°	1,06	0,94	0,55	0,81	0,80	1,07	27,6	33,7	176,1
	48	42,3 m	60,3°	1,06	0,91	0,48	0,81	0,80	1,07	27,1	36,4	237,8
iv)	43	13,7 m	64,2°	1,64	0,10	0,38	0,65	0,21	0,34	6,6	192,4	34,9
	43	13,8 m	10,3°	1,33	0,21	0,32	0,65	0,21	0,35	9,9	43,6	53,0
	43	13,7 m	47,2°	1,64	0,14	0,40	0,65	0,21	0,34	6,5	94,4	30,6
v)	50	5,9 m	11,8°	0,26	2,12	0,61	0,11	0,55	0,19	8,9	3,2	4,9
	50	5,9 m	34,7°	0,24	2,28	0,67	0,10	0,56	0,19	8,5	2,9	4,0
	50	5,8 m	59,7°	0,33	2,22	0,66	0,11	0,55	0,19	5,4	3,0	4,1
	50	5,6 m	11,9°	0,32	2,31	0,75	0,10	0,55	0,20	4,8	2,7	3,5
	50	5,6 m	17,7°	0,32	1,91	0,70	0,10	0,55	0,19	5,0	4,0	3,7
	50	5,6 m	35,1°	0,31	2,23	0,72	0,10	0,55	0,19	5,1	2,9	3,5
	50	5,7 m	52,0°	0,32	1,92	0,62	0,11	0,55	0,20	5,8	4,0	5,3
	50	5,7 m	72,8°	0,21	1,95	0,69	0,10	0,55	0,20	11,9	3,8	4,2
	40	14,8 m	5,6°	0,26	0,45	1,30	0,31	0,62	0,38	57,8	73,5	3,4
	40	14,7 m	36,2°	0,30	0,58	1,27	0,30	0,62	0,37	41,3	44,0	3,4
	40	14,7 m	55,2°	8,86	29,64	24,68	0,31	0,61	0,37	0,0	0,0	0,0
	40	14,4 m	6,0°	0,30	0,63	1,26	0,31	0,61	0,37	43,8	35,8	3,4
	40	14,4 m	20,8°	0,36	0,64	1,33	0,31	0,61	0,37	29,6	34,7	3,1
	40	14,4 m	26,4°	0,35	0,78	1,28	0,31	0,61	0,37	31,2	23,9	3,4
	40	14,5 m	56,0°	0,40	0,66	1,33	0,31	0,61	0,37	24,3	32,7	3,1
	49	29,6 m	5,3°	1,12	0,85	0,86	0,57	0,73	0,75	12,3	35,2	36,0
	49	29,5 m	32,3°	0,93	0,73	0,92	0,56	0,73	0,75	17,1	47,3	31,8
	49	29,5 m	59,2°	2,83	32,66	28,44	0,57	0,73	0,75	1,9	0,0	0,0
	47	29,3 m	1,4°	1,39	1,10	0,92	0,56	0,73	0,74	7,3	20,1	29,4
	49	29,3 m	17,2°	1,00	1,09	0,97	0,56	0,73	0,74	15,0	21,6	28,0
	49	29,3 m	14,0°	0,97	1,06	0,93	0,56	0,73	0,74	15,6	22,5	30,4
	49	29,3 m	47,9°	0,89	1,08	0,89	0,56	0,73	0,74	18,9	21,9	32,9
	49	29,3 m	52,8°	0,87	1,21	0,89	0,56	0,73	0,74	19,8	17,4	32,8
	50	56,3 m	2,5°	0,90	0,64	3,35	0,93	1,01	1,42	52,0	122,1	8,9
	50	56,2 m	30,8°	0,49	0,43	3,66	0,93	1,01	1,41	179,9	273,1	7,3
	50	56,2 m	58,6°	0,76	1,18	7,44	0,93	1,01	1,41	73,4	35,8	1,8
	50	56,0 m	17,0°	0,84	0,80	3,61	0,93	1,00	1,41	59,5	75,7	7,5
	50	56,0 m	25,9°	0,59	1,02	3,48	0,93	1,00	1,41	120,2	47,6	8,1
51	111,9 m	2,5°	1,60	1,25	3,90	1,68	1,66	2,83	55,1	87,3	26,3	
51	111,8 m	26,1°	1,27	0,87	3,56	1,67	1,66	2,83	86,0	182,7	31,5	
51	111,8 m	55,4°	1,49	2,85	3,62	1,67	1,66	2,83	62,4	16,9	30,5	
48	111,5 m	17,0°	12,68	5,44	9,37	1,67	1,66	2,82	0,8	4,4	4,3	
50	111,5 m	32,2°	4,97	13,76	8,19	1,67	1,66	2,82	5,5	0,7	5,8	
53	196,7 m	32,2°	2,89	2,46	5,68	2,80	2,70	4,97	48,8	62,2	39,8	
53	196,8 m	52,7°	4,60	42,82	35,57	2,80	2,70	4,97	19,3	0,2	1,0	



*Teoretične natančnosti postopka v nobenem od primerov niso bile niti blizu intervala kritičnih vrednosti  $[\chi_{\alpha/2, (n-1)}^2, \chi_{1-\alpha/2, (n-1)}^2]$ , zdaj pa jih v interval pade vsaj tretjina (v preglednici so po-barvane z modro.) Kljub temu, da precej točk leži zunaj intervala, ocenjujemo, da je ocena realna, saj poleg nenatančnosti, ki jo je bilo moč oceniti v postopku, ta ocena vsebuje povsem praktične nenatančnosti instrumenta in okolja. Tak tip pogreškov je zelo fizikalen in je le do neke mere matematično opisljiv. Pri empiričnem ocenjevanju natančnosti se gibljemo na meji slučajnosti. Če želimo ostati na varni strani, da natančnosti ne bi precenili, pa za cenilko natančnosti vedno lahko vzamemo tudi  $2\bar{\sigma}$ .*

## 2.4 Razdalje med črno in belo

Pri računanju centrov točk smo naleteli na pojav, ki otežuje točno določitev centra tarče v smeri pravokotno na ravnino tarče. Izkaže se, da se do točk, skeniranih na beli oziroma črni površini, izmerijo značilno različne razdalje. Slika 2.11 prikazuje takšen fenomen.



Slika 2.11: Oddaljenost skeniranih točk od povprečne ravnine

Figure 2.11: The deviation of the scanned points from the reference plane

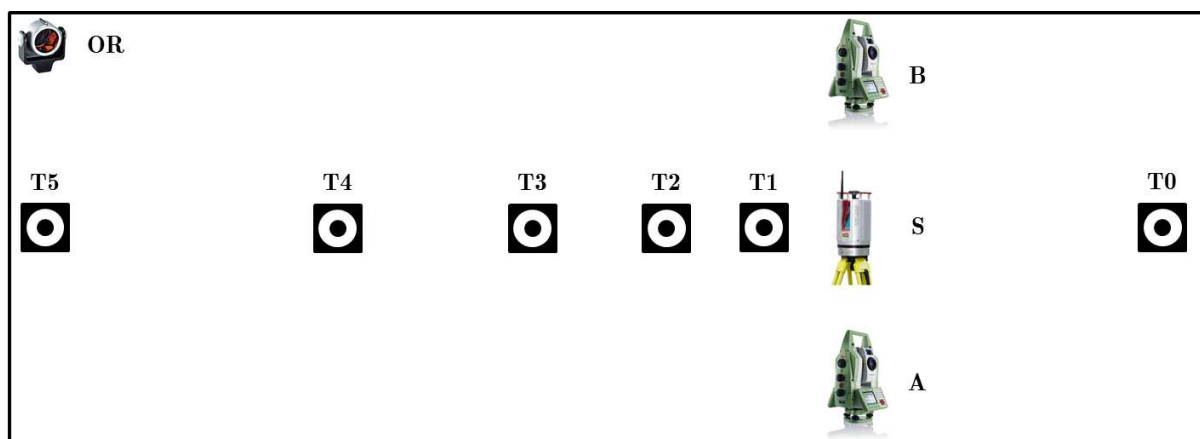
Težava je v tem, da ravnina, ki bi jo izravnali skozi točke, ki so padle na beli del tarče, ni ravno takšna kot ravnina, ki bi jo izravnali skozi točke, ki so padle na črni del tarče. Razdalja med tema ravninama se razlikuje od primera do primera, pogosto znaša 2 do 3 mm, včasih pa celo preseže vrednost 5 mm.

Pojav je bil v literaturi že opisan. Pesci in Teza (2008) obravnavata pojav na retroreflektivnih tarčah. Z odvisnostjo odboja od površine, na katero pade laserski žarek, se ukvarjajo tudi Vezočnik (2011) in Lichti in Harvey (2002). Raziskovalci z Nove Zelandije (Wujanz, 2009) predlagajo celo postopek kalibracije intenzitete. V literaturi po navadi ne obravnavajo povsem gladke površine. Urbančič (2016) navaja, da se infrardeča laserska svetloba na črni površini absorbira in da zato pride do različno izmerjene razdalje do črnih in belih površin. Očitno je vzrok za različno izmerjeno razdaljo odbojnost površine. Zanima nas, ali lahko razdaljo med ravninama modeliramo oziroma napovemo. Glavno raziskovalno vprašanje pa je, ali naj center tarče, določen iz podobe projicirane na ravnino, izravnano skozi bele ali črne točke (ali pa morda kam vmes).

### 2.4.1 Test adicijskih konstant

Nastavili smo podoben poskus kot (Gordon in sod., 2001a), pri katerem bi položaje centrov tarče (“črni in beli položaj”) primerjali z neodvisno določeno vrednostjo. Ker centra skenerja, ki je teoretično izhodišče merjene dolžine, ni moč signalizirati, smo si zamislili mrežo, pri kateri skener stoji v liniji med dvema tarčama. Centra tarč lahko dovolj natančno določimo s teodolitom in postopkom zunanjega ureza. Če skener, ki leži med tarčama, skenira obe tarči, lahko razdaljo med njima izračunamo iz izvrednotenih centrov.

Mrežo smo vzpostavili s stativi na stabilnem območju betonskih plošč na strehi FGG v zimskem času. Slika 2.12 shematično prikazuje postavitev testne mreže.



Slika 2.12: Shema mreže za določitev razdalj med črno in belo ravnino

Figure 2.12: The geodetic network scheme used to determine the distance between the black and the white plane

S skenerjem Riegl VZ-400 smo vsako od tarč skenirali pod različnimi vpadnimi koti. Istočasno smo s tahimetroma Leica TS30 in Leica TC2003 izmerili horizontalna kota med orientacijsko točko, OR ter centrom pravkar skenirane tarče. V mreži so bile merjene tudi zenitne razdalje do vseh tarč ter poševne dolžine med točkami A, B in OR. Slika 2.13 prikazuje položaje točk v mreži, določene s triangulacijo, ter elipse pogreškov točk v mreži. Mreža je bila vpeta na točke A, B in OR. Poročilo o izravnavi mreže je v Dodatku B elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>.

Tarča T0 je bila skenirana pod vpadnimi koti  $0^\circ$ ,  $30^\circ$  in  $45^\circ$ . Tarči T1 in T2 sta bili skenirani pod vpadnima kotoma  $0^\circ$  in  $45^\circ$ . Tarče T3, T4 in T5 so bile skenirane pod vpadnimi koti  $0^\circ$ ,  $45^\circ$  in  $60^\circ$ .

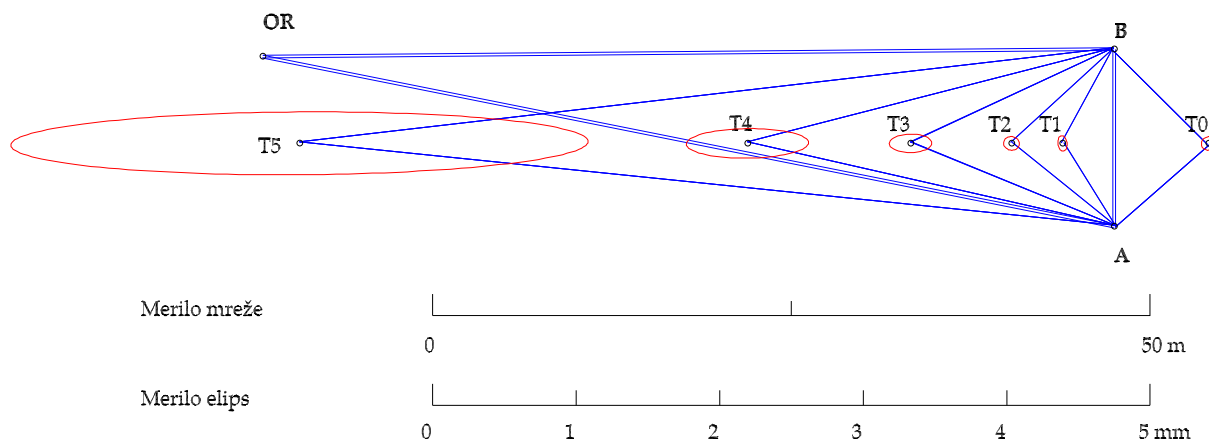
Razdaljo med dvema tarčama, določeno s skenerjem, izračunamo tako, da izvrednotimo centra obeh tarč ter izračunamo prostorsko razdaljo med njima; imenujmo jo  $d_S$ . Razdaljo med dvema tarčama, določeno s triangulacijo, izračunamo kot prostorsko razdaljo med centroma tarč, določenima v izravnavi geodetske mreže; imenujmo jo  $d_T$ .

Obravnavamo vse razdalje med tarčo T0 in vsemi ostalimi tarčami. Pričakujemo, da si bosta za vsak par tarč razdalji  $d_S$  in  $d_T$  podobni. Center tarč lahko izvrednotimo na ravnini črnih ali na ravnini belih točk. Zanima nas, ali dolžine  $d_S$ , določene iz centrov, določenih iz belih točk, drugače odstopajo od dolžin  $d_T$  kot dolžine  $d_S$ , določene iz centrov na ravnini črnih točk.

Predpostavili smo, da se razlika med  $d_S$  in  $d_T$  vede linearno:

$$d_T - d_S = a + m \cdot d \tag{2.20}$$

Po metodi najmanjših kvadratov smo izračunali adicijsko  $a$  in multiplikacijsko  $m$  konstanto za



Slika 2.13: Mreža za določitev razdalj med črno in belo ravnino

Figure 2.13: The geodetic network used to determine the distance between the black and the white plane

odstopanje dolžin  $d_S$  ter njuni natančnosti  $\sigma_a$  in  $\sigma_m$ . Tako smo naredili v postopku z uporabo belih in v postopku z uporabo črnih točk. Rezultati so v Preglednici 2.7.

Preglednica 2.7: Izravnane vrednosti adicijske in multiplikacijske konstante

Table 2.7: Adjusted values of the additional and multiplication constants

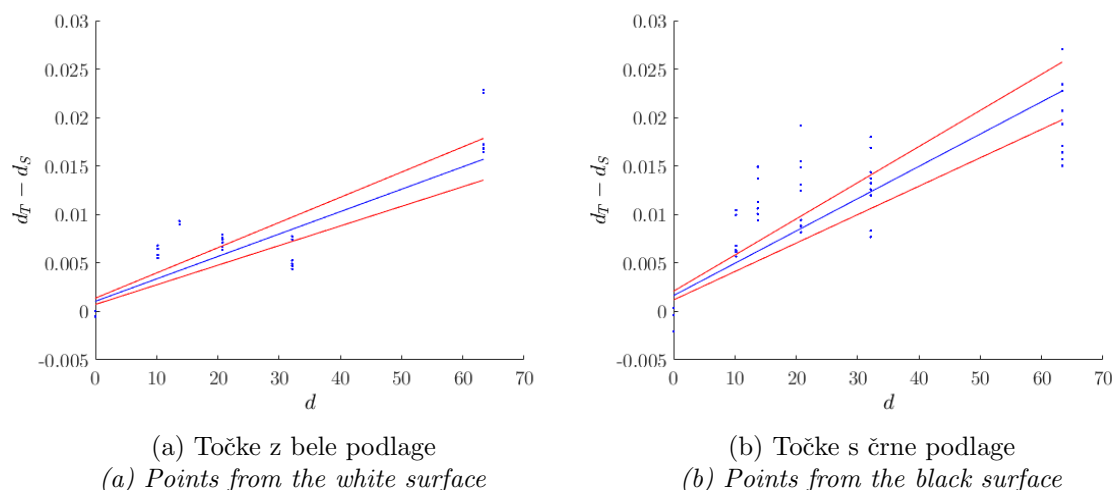
Točke z bele podlage	
$a = 1,0$	$\sigma_a = 0,3 \text{ mm}$
$m = 231$	$\sigma_m = 29 \text{ ppm}$
Točke s črne podlage	
$a = 1,6$	$\sigma_a = 0,5 \text{ mm}$
$m = 333$	$\sigma_m = 40 \text{ ppm}$

Slika 2.14 izraža linearno funkcijo iz enačbe (2.20). Modra črta je izravnana premica, rdeči pa označujeta območje natančnosti določitve parametrov  $1\sigma$ . Parametra  $a$  in  $m$  za črne in bele sta si do neke mere podobna, razpršenost odstopanj  $d_T - d_S$  pa je za bele točke očitno manjša.

V tem poskusu dolžin, merjenih s skenerjem, nismo meteorološko reducirali, zato vrednosti  $a$  in  $m$  niso relevantne. Pogledati moramo razliko med dolžinami, določenimi iz črnih in belih točk. Razlika med adicijskima konstantama je v mejah natančnosti njune določitve in tudi znotraj empirično določene natančnosti skeniranja. Multiplikacijski konstanti se razlikujeta za 30 %, zato bi lahko trdili, da se značilno razlikujeta. Glavno vprašanje pa je, ali se referenčnim – trianguliranim dolžinam bolje prilegajo beli  $d_S$ -ji ali črni  $d_S$ -ji? Na podlagi rezultatov povsem korektno zastavljenega in izvedenega poskusa ne moremo trditi, da se bele ali črne skenerske dolžine boljše ali slabše prilegajo referenčnim dolžinam.

#### 2.4.2 Vpliv dolžine in vpadnega kota na razdalje med črno in belo ravnino

Glede različnih ravnin skozi črne in bele točke smo si postavili le še eno vprašanje, in sicer Ali je mogoče razdaljo med črno in belo ravnino opisati kot funkcijo dolžin in vpadnih kotov? Za tarče, skenirane v testih ponovljivosti (Poglavje 2.3) ter na kalibracijskem polju Gradbena jama (Poglavje 3.3.2), smo izrisali vrednosti razdalj med črno in belo ravnino v odvisnosti od: (a)



Slika 2.14: Razlike med  $d_S$  in  $d_T$  v odvisnosti od razdalje  
Figure 2.14: Differences between  $d_S$  and  $d_T$  with respect to distance

razdalja od skenerja do tarče (b) vpadni kot žarkov na tarčo (Slika 2.15). Ob predpostavki, da je razdalja med ravninama linearna funkcija dolžine in vpadnega kota  $RmR = a \cdot d + b \cdot \varphi + c$ , smo z linearno regresijo izračunali ravnino, ki je prikazana na Sliki 2.15. Slike kažejo, da ni očitne korelacije med obravnavanimi parametri.

*S poskusi nam ni uspelo povsem jasno odgovoriti na vprašanje, katere točke izbrati za referenčno ravnino tarče. Kljub temu smo se odločili za ravnino skozi bele točke, saj je razpršenost odstopanj s Slike 2.14 občutno manjša za bele – torej so ravnine skozi bele točke bolj konsistentne oziroma natančne. Odločitev soupada tudi z domnevo o absorpciji bližnje infrardeče laserske svetlobe na temnih površinah.*

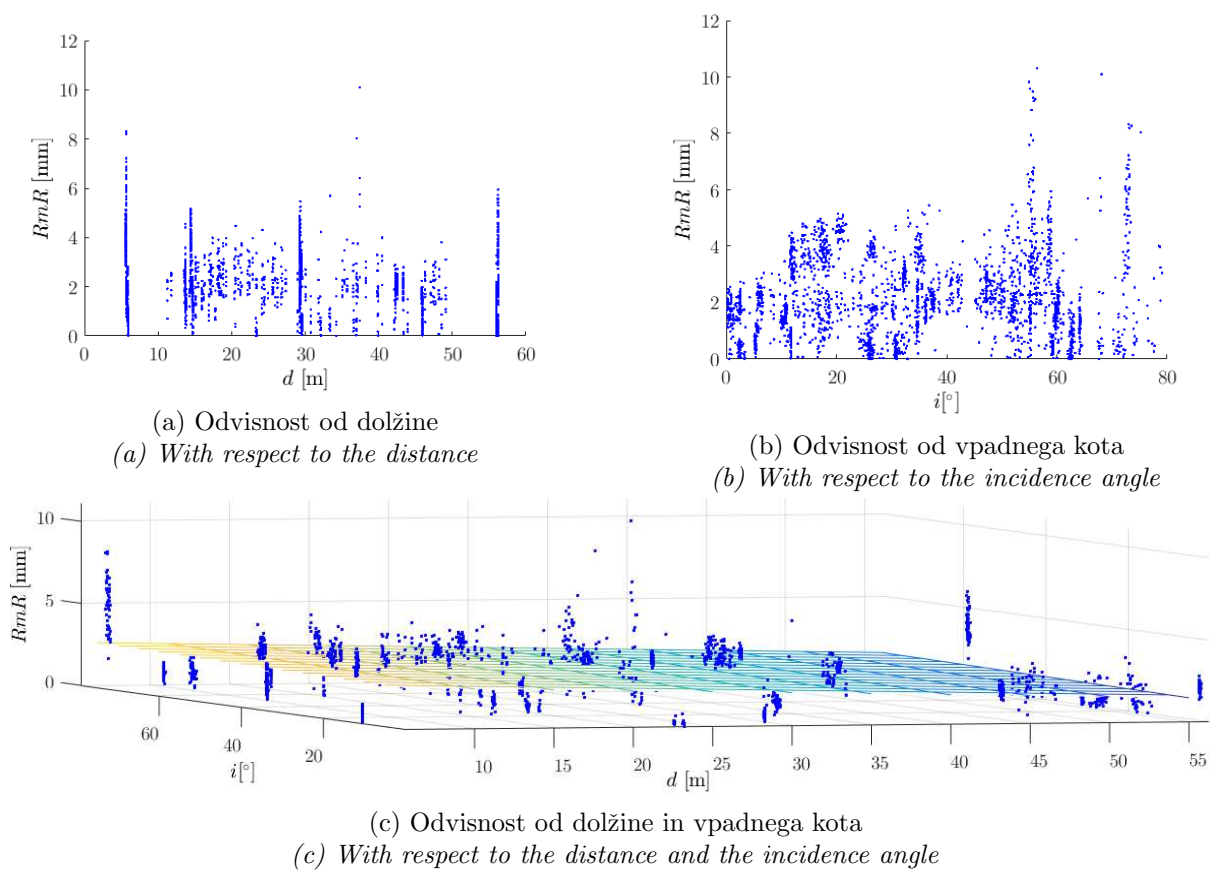
*V tem poglavju smo razvili postopek izrednotenja centra tarče in ga ovrednotili z vseh vidikov, ki so pomembni za nadaljnje delo v tej disertaciji.*

*Med postopkom korak za korakom spremljamo stohastično sliko vmesnih rezultatov in objektivno ocenimo natančnost končnega rezultata – centra tarče.*

*Zaradi grobih napak ali izjemno slabih merskih pogojev lahko pride do grobo napačnega rezultata. Z objektivnimi kriteriji lahko na podlagi stranskih rezultatov postopka (vpadnega kota  $i$  in največje korelacije  $\rho_{max}$ ) napovemo napačne rezultate.*

*S poskusi ponovljivosti smo ugotovili, da sicer korekten postopek ocene natančnosti centra ni skladen z razpršenostjo centra pri večkratnem skeniranju; empirična ocena natančnosti namreč nujno vsebuje določene instrumentalne pogreške, ki jih ni mogoče eliminirati. Razpršenosti točk pri večkratnem skeniranju opišemo z variančno-kovariančno matriko, ki jo transformiramo v polarni koordinatni sistem, kar nam omogoči oceno natančnosti skenerjevih opazovanj.*

*Na koncu poskušamo raziskati še fenomen različno izmerjenih dolžin na črnem oziroma belem delu tarče. Čeprav poskusi ne vdajo prepričljivih rezultatov, lahko na podlagi rezultatov sprejmemo smotrno odločitev, ki je nujna za nadaljnjo uporabo postopka. Uporabljali bomo bele točke.*



Slika 2.15: Odvisnost razdalje med črno in belo ravnino  
*Figure 2.15: Dependencies on the distance between black and white*

## 3 KALIBRACIJA

Kalibracija laserskega skenerja pomeni iskanje modelov vplivov sistematičnih pogreškov na merjenje ter določanje vrednosti sistematičnih pogreškov. Govorimo o dveh načinih kalibracije terestričnih laserskih skenerjev ([Hennes in Ingensand, 2000](#); [Schulz, 2007](#)):

- i) kalibracija komponent in
- ii) sistemska kalibracija.

Kalibracija komponent poskuša izolirati posamezni sistematični vpliv in ga obravnavati ločeno od ostalih. Obravnavamo lahko vplive na merjene količine, to pomeni na kote in na dolžine. Obravnavamo lahko instrumentalne pogreške oziroma pogreške okolja – neinstrumentalne pogreške. Glavni značilnosti kalibracije komponent sta, da je za vsako od komponent, ki jo želimo kalibrirati treba nastaviti svoj poskus, ki po navadi zahteva kompleksno kalibracijsko polje z dovolj natančno določenim referenčnim sistemom; poleg tega kalibracija komponent ne more zaznati pogreškov, ki so posledica kombinacije več vplivov, ki smo jih obravnavali ločeno.

Sistemska kalibracija skuša obravnavati sistem kot celoto. To pomeni, da so v skupno enačbo vključeni vsi vplivi, ki naj bi vplivali na posamezno meritev. Sistemska kalibracija terestričnega laserskega skenerja na računskem nivoju zahteva obsežno izravnavo po metodi najmanjših kvadratov, v katero vstopajo merjene in “dane” količine, rezultat pa so vrednosti pogreškov, ki nastopajo v modelu. Pogosta težava, ki pri tem nastane, je, da se odstopanja med merjenimi in danimi količinami prelivajo v različne pogreške, kar se izraža v velikih korelacijah med neznanjami ([Lichti, 2010b](#); [Lichti in sod., 2011](#); [Chow in sod., 2013](#)).

V naši nalogi se ukvarjamo s sistemsko kalibracijo. Vsaka kalibracija zahteva vzpostavitev kalibracijskega polja, ki nam zagotavlja možnost primerjave merjenih količin s “pravimi”, referenčnimi vrednostmi. Referenčne vrednosti morajo biti določene z neodvisno metodo in značilno bolj natančno od meritev, ki jih uporabimo v kalibraciji. V tem poglavju bomo opisali vzpostavitev takšnega kalibracijskega polja na dveh primerih. Prvo polje – Testno kalibracijsko polje je bilo vzpostavljeno na fakulteti, da bi preizkusili, kako se stvari obnašajo, kaj je treba zagotoviti, na kaj je treba paziti; toda praktično zaradi prostorske omejitve za kalibracije ni najbolj primerno. Z nekaj izkušnjami s testnega polja smo večje polje s soglasjem upravitelja vzpostavili v opuščeni gradbeni jami na Bavarskem dvoru; ta prostor je za polje primernejši v smislu dimenzij, ne zagotavlja pa kontrolirane atmosfere. Meritve, opravljene v gradbeni jami, so uporabljene za vse nadaljnje izračune in analize postopkov sistemske kalibracije, ki jih opisujemo v disertaciji.

### 3.1 Sistematični pogreški

Skenerje glede na vidno polje delimo na okenske, hibridne in sferne oziroma panoramske (Staiger, 2003; Kogoj, 2015). Okenski odklanjajo laserski žarek z dvema zrcaloma, zato lahko skenirajo le omejeno vidno polje, tako v horizontalnem kot vertikalnem smislu. Pri hibridnih se glava instrumenta vrti okrog vertikalne osi, vrteče zrcalo (ali prizma) pa odklanja žarek v vertikalni smeri z omejenim razponom. Pri sfernih skenerjih se prav tako vrti glava instrumenta, v vertikalni smeri pa vidno polje navzgor ni omejeno. Žarek po navadi odklanja zrcalo na koncu prisekanega valja. V disertaciji obravnavamo hibridne in sferne skenerje, ki imajo podobno zasnovo kot klasični geodetski tahimetri. Geometrijo takšnega instrumenta opisujemo s tremi osmi, in to so: vertikalna os ( $z$ ), okrog katere se vrti glava instrumenta, vrtilna os daljnogleda ( $y$ ), okrog katere rotira zrcalo, ki odklanja žarek v vertikalni smeri ter kolimacijska os ( $x$ ), ki predstavlja smer laserskega žarka. Nepravokotnost med osema  $z$  in  $y$  ter med osema  $x$  in  $y$  povzročata sistematične pogreške pri meritvah.

Pri TLS lahko sistematične pogreške delimo na dva tipa (Lichti, 2007; 2010a; Lichti in Skaloud, 2010):

- i) teoretični, ki so skupni tahimetrom (Mihailović in Vračarić, 1984; Rüeger, 1990; Cooper, 1982) in
- ii) empirični, ki so lahko različni za vsak tip oziroma izvedbo skenerja.

Geometrija in vplivi pogreškov iz prve skupine so znani in opisani z matematičnimi modeli. Empirične pogreške pa po navadi odkrivamo z analizo popravkov opazovanj po izravnavi samokalibracije. Po navadi jih opišemo s sinusoidnimi krivuljami v odvisnosti od smeri ali višinskega kota. V nadaljevanju bomo opisali modele pogreškov za vse tri tipe meritev pri TLS. Modeli so splošni in se ne nanašajo na specifičen instrument. Glede na izvedbo in lastnosti uporabljenega instrumenta se moramo odločiti, katere pogreške bomo vključili v model izravnave samokalibracije in katere določali naknadno iz popravkov po izravnavi.

#### Model pogreškov dolžin $\rho$

Teoretični sistematični pogreški za merjene dolžine:

$$\Delta\rho_{teo} = A_0 + A_1\rho + A_2 \sin(\alpha) \quad (3.1)$$

$A_0$  je adicijska konstanta in  $A_1$  multiplikacijska.  $A_2$  modelira odklik smeri laserskega žarka od vrtilne osi daljnogleda – os  $y$  pri teodolitu.

Empirični sistematični pogreški za merjene dolžine:

$$\Delta\rho_{emp} = \sum_{k=1}^n [A_{2k+1} \sin(\frac{2\pi k\rho}{U_1}) + A_{2k+2} \cos(\frac{2\pi k\rho}{U_1})] \quad (3.2)$$

so ciklični pogreški, ki modelirajo napake, povzročene z notranjo optično ali električno interferenco.  $U_1$  je najkrajša enotska dolžina, ki ustreza polovici najkrajše modulacijske valovne dolžine. Opisani empirični pogreški se nanašajo na instrumente s faznim načinom merjenja dolžin (Kogoj, 2005). Če je modulacijskih frekvenc oziroma valovnih dolžin več, v model vstopijo še členi z  $U_2, U_3 \dots$

## Model pogreškov horizontalnih smeri $\theta$

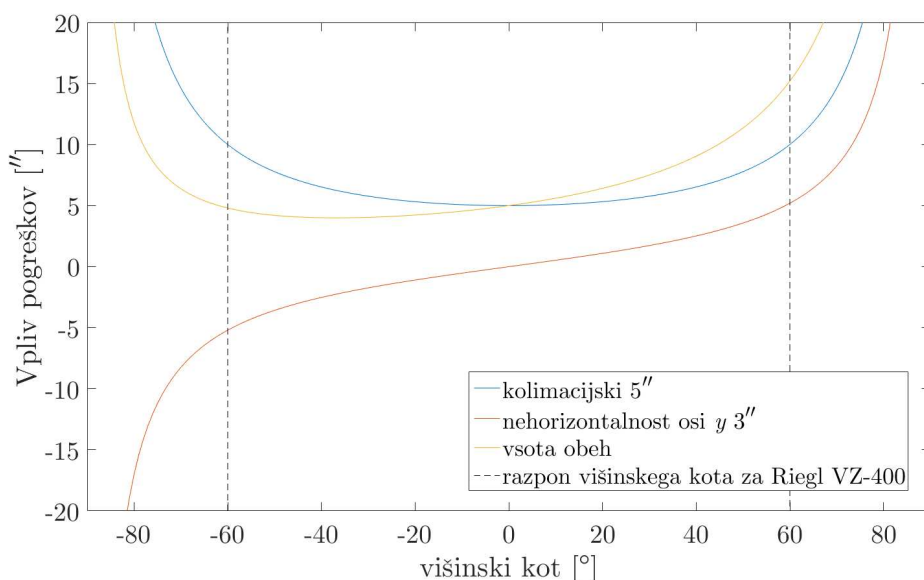
Teoretični sistematični pogreški za merjene smeri:

$$\Delta\theta_{teo} = B_0\theta + B_1 \sec(\alpha) + B_2 \tan(\alpha) + [B_3 \sin(\theta) + B_4 \cos(\theta)] + [B_5 \sin(2\theta) + B_6 \cos(2\theta)] + \frac{B_7}{\rho} \quad (3.3)$$

Parametri  $B_0 - B_7$  modelirajo naslednje instrumentalne pogreške:

- $B_0$  pogrešek merila razdelbe horizontalnega kroga
- $B_1$  nepravokotnost kolimacijske in horizontalne vrtilne osi – kolimacijski pogrešek
- $B_2$  pogrešek nehorizontalnosti osi  $y$
- $B_3$  in  $B_4$  ekscentričnost horizontalnega kroga z razdelbo
- $B_5$  in  $B_6$  pogrešek alhidadnih libel / nehorizontalnost limba / nepravokotnost limba na os  $z$
- $B_7$  odmik kolimacijske osi od vertikalne vrtilne osi

Slika 3.1 prikazuje vpliv kolimacijskega pogreška in pogreška nehorizontalnosti osi  $y$  (ki sta v literaturi (Lichti, 2007) opisana kot najbolj značilna) v odvisnosti od višinskega kota. Označen je tudi razpon višinskega kota, ki ga lahko izmeri skener Riegl VZ-400.



Slika 3.1: Vpliv dveh pogreškov v odvisnosti od višinskega kota

Figure 3.1: The influence of the collimation and trunnion axis error dependent on the vertical angle

Empirični sistematični pogreški za merjene smeri:

$$\Delta\theta_{emp} = B_8 \sin(k\alpha) + B_9 \cos(k\alpha) \quad (3.4)$$

Empirični sistematični pogreški horizontalnih smeri modelirajo precesijo in nutacijo vrtilne osi daljnogleda  $y$ . Zapišemo jih kot sinusoidno funkcijo višinskih kotov, lahko pa se izkaže, da v vrsti potrebujemo še dodatne člene.

## Model pogreškov višinskega kota $\alpha$

Teoretični sistematični pogreški za merjene višinske kote:

$$\Delta\alpha_{teo} = C_0 + C_1\alpha + C_2 \sin(\alpha) + [C_3 \sin(2\alpha) + C_4 \cos(2\alpha)] + \frac{C_5}{\rho} \quad (3.5)$$



S parametri  $C_1 - C_7$  modeliramo naslednje instrumentalne pogreške:

- $C_0$  indeksni pogrešek vertikalnega kroga
- $C_1$  pogrešek merila razdelbe vertikalnega kroga
- $C_2$  ekscentričnost vertikalnega kroga (pripadajoči izraz s kosinusom je skoraj popolnoma koreliran s parametri transformacije)
- $C_3$  in  $C_4$  nepravokotnost vertikalnega kroga na horizontalno vrtilno os
- $C_5$  odmik kolimacijske osi od horizontalne vrtilne osi

Empirični sistematični pogreški za merjene višinske kote:

$$\Delta\alpha_{emp} = C_6 \sin(3\theta) + C_7 \cos(3\theta) \quad (3.6)$$

Parametra  $C_6$  in  $C_7$  določata model nestabilnosti vrtilne osi daljnogleda  $y$  pri vrtenju instrumenta okrog osi  $z$ ; povzročala naj bi ju neuravnoteženost instrumenta. Perioda  $120^\circ$  je predpostavljena zato, ker je takšen kotni razmik med nogami stativa pa tudi med vznožnimi vijaki trinožnega podstavka instrumenta – podnožja.

*Eden od glavnih namenov disertacije je ugotoviti, ali opisani modeli dovolj dobro opisujejo dejansko obnašanje instrumenta ali lahko to bolje opravi strojno učenje brez predpostavk o fizikalnem ozadju delovanja instrumenta.*

### 3.1.1 Relevantnost komponent za uporabljena instrumenta Riegl VZ-400 in Leica ScanStation C10

V disertaciji obravnavamo hibridni skener Riegl VZ-400 ter sferni skener Leica ScanStation C10. Oba sodita v skupino skenerjev, ki v horizontalni smeri odklanjajo žarek  $z$  vrtenjem glave okoli osi  $z$ . Pri takšnih skenerjih lahko predpostavimo, da se sistematični pogreški izražajo na način, ki je podoben klasičnim geodetskim tahimetrom.

V izravnavo samokalibracije bomo vključili naslednjih pet osnovnih sistematičnih pogreškov, in to tako kot je prikazano tudi v literaturi ([Reshetyuk, 2006](#); [Lichti, 2007](#)):

- $A_0$  – adicijska konstanta razdaljemera
- $A_1$  – multiplikacijska konstanta razdaljemera
- $B_1$  – kolimacijski pogrešek
- $B_2$  – nehorizontalnost vrtilne osi daljnogleda
- $C_0$  – indeksni pogrešek

Pogreška merjenih dolžin  $A_0$  in  $A_1$  sta parametra linearne funkcije pogreškov pri merjenju dolžin. Opisujeta osnovni model pogreškov kateregakoli razdaljemera, zato sta primerna tudi za kalibracijo laserskih skenerjev. Dodatne pogreške, ki so posledica faznega ali impulznega načina merjenja dolžin, je treba opisovati z empiričnim modelom in ne sodijo v osnovno izravnavo samokalibracije.

Kolimacijski pogrešek  $B_1$  modelira nepravokotnost med osema  $x$  in  $y$ . Pri hibridnem skenerju je to posledica nevzporednosti zrcal na vrtečem poligonu  $z$  osjo  $y$ . Pri sfernem skenerju je to posledica ne popolnoma točnega kota med zrcalom in osjo  $y$ .

Pogrešek vrtilne osi daljnogleda  $B_2$  modelira nepravokotnost med osema  $y$  in  $z$ . Do pogreška pride tako pri hibridnem kot pri sfernem skenerju, saj oba odklanjata laserski žarek v vertikalni smeri  $z$  vrtenjem zrcala okrog osi  $y$ .

Indeksni pogrešek  $C_0$  je pri klasičnih instrumentih posledica nepravilnega mesta čitanja na vertikalnem krogu. Čitanje zasukanosti vrtečega poligona pri hibridnih in prisekanega valja pri sfernih skenerjih je zagotovljeno elektronsko (Marshall in Stutz, 2011). Minimalni pogrešek, ki ga lahko predpostavimo pri takšnem načinu merjenja, je konstanta, ki je lahko posledica nekoliko napačnega mesta čitanja, časovnega zamika čitanja ali kombinacije obojega.

Našteti pet pogreškov je relevantnih za obravnavana skenerja. Morebitne druge empirične sistematične pogreške bomo obravnavali naknadno.

## 3.2 Izravnava samokalibracije

Standardni postopek za kalibracijo TLS se imenuje **samokalibracija** (angl. Self-Calibration). Koncepti takšne systemske kalibracije so bili postavljeni približno leta 2005 (Gielsdorf in sod., 2004; Reshetyuk, 2006), na osnovi metod, znanih iz fotogrametrije (Kraus, 2000). Dotlej so raziskovalci raziskovali predvsem natančnosti skenerjev s primerjavo merjenih in referenčnih vrednosti (Böhler in Marbs, 2003; Hennes in Ingensand, 2000; Lichti in sod., 2000; Kersten in sod., 2004), kar na nek način tudi lahko imenujemo kalibracija, niso pa vzpostavljali sistema za odkrivanje in modeliranje sistematičnih pogreškov.

Glavna vira, ki smo jima sledili pri izvedbi samokalibracije, sta Lichti (2007) in Reshetyuk (2009b). Derek D. Lichti je vodilni avtor člankov v zvezi s kalibracijo TLS pri ISPRS (Lichti, 2008; 2009), Yuriy Reshetyuk pa je doktoriral z disertacijo z naslovom “Self-calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning” januarja 2009 (Reshetyuk, 2009a); iz iste teme je izdal tudi knjigo (Reshetyuk, 2009b), nato pa še ugleden znanstveni članek (Reshetyuk, 2010).

Poleg njiju so kalibracijo skenerjev izvajali še: Abbas in sod. (2014), ki se ukvarjajo s postopkom kalibracije na terenu, Amiri Parian in Gruen (2010) raziskujeta povezavo med panoramskimi kamerami in skenerji v smislu kalibracije, Chow in sod. (2011a) analizirajo kalibracije z uporabo točk oziroma ravnin na terenu, García-San-Miguel in Lerma (2013) pa skušata postopek kalibracije popolnoma avtomatizirati.

Pri izravnavi samokalibracije gre za to, da skenograme z različnih stojišč, s katerih smo skenirali identične (“vezne”) objekte, transformiramo v skupni, to je, v objektni koordinatni sistem.

- Opazovanja so parametri veznih objektov v lokalnih koordinatnih sistemih stojišč.
- Neznanke so:
  - transformacijski parametri vsakega stojišča v objektni koordinatni sistem,
  - parametri veznih objektov v objektnem koordinatnem sistemu,
  - vrednosti sistematičnih pogreškov, ki jih vključimo v ta model.
- Defekt ranga takšne izravnave je sedem, zato moramo definirati datum objektnega koordinatnega sistema (položaj, orientacijo in merilo).

Vezni objekti so lahko *točke*, ki jih moramo realizirati z neko vrsto tarč. Takšna izravnava se v angleškem jeziku imenuje point-based calibration in je najbolj temeljna. Uporabljata jo tudi (Reshetyuk, 2009b) in (Lichti, 2007). Parametri točk so enostavno njihove koordinate  $(x, y, z)$ .

Drugi tip veznih objektov je lahko *ravnina*, (angl: plane-based calibration); tako so uporabili Gielsdorf in sod. (2004). Chow in sod. (2011b) so izvedli primerjavo med ravninsko in točkovno kalibracijo. Parametri ravnine so vektor normale in oddaljenost ravnine od izhodišča  $([a, b, c], d)$ .

Tretji tip, o katerem smo našli literaturo (Chan in sod., 2015), pa je *valj*. Valj ima pet parametrov: radij, smer osi in točko na osi (komponente osi so med seboj linearno odvisne, prav tako tudi koordinate točke na osi).

### 3.2.1 Funkcionalni model samokalibracije

V doktorski disertaciji smo izvedli točkovno kalibracijo, pri kateri so vezni objekti točke s tremi koordinatami. Določene so kot centri skeniranih tarč s postopkom iz poglavja 2.

Matematični model temelji na enačbi sedemparametrične transformacije

$$m\mathbf{R}\mathbf{x} + \mathbf{T} - \mathbf{X} = 0 \quad (3.7)$$

$\mathbf{x}$ , predstavlja koordinate točke v skenerjevem lastnem koordinatnem sistemu,

$\mathbf{X}$ , predstavlja koordinate točke v objektnem koordinatnem sistemu,

$m$ ,  $\mathbf{R}$  in  $\mathbf{T}$  so transformacijski parametri, ki transformirajo koordinate točk iz skenerjevega lastnega koordinatnega sistema v objektni koordinatni sistem.

#### Parametrizacija transformacije

Matriko  $\mathbf{R}$  lahko zapišemo z Eulerjevimi koti rotacije, ki vrtijo sistem zaporedoma okrog osi  $z$ ,  $y$  in  $x$

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_x \mathbf{R}_y \mathbf{R}_z = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\omega_x) & -\sin(\omega_x) \\ 0 & \sin(\omega_x) & \cos(\omega_x) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\omega_y) & 0 & \sin(\omega_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\omega_y) & 0 & \cos(\omega_y) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\omega_z) & -\sin(\omega_z) & 0 \\ \sin(\omega_z) & \cos(\omega_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

Drugi način je rotacija z enotskim kvaternionom (Hamilton, 1850; Horn, 1987; Kregar in sod., 2014)

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r^2 + a^2 - b^2 - c^2 & 2(ab - cr) & 2(ac + br) \\ 2(ab + cr) & r^2 - a^2 + b^2 - c^2 & 2(bc - ar) \\ 2(ac - br) & 2(bc + ar) & r^2 - a^2 - b^2 + c^2 \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

kjer so  $r, a, b$  in  $c$  parametri kvaterniona in predstavljajo zasuk sistema za kot  $\omega$  okoli osi  $\vec{v} = [a' \ b' \ c']$ , tako da velja:

$$r = \cos(\omega/2), \quad a = a' \sin(\omega/2), \quad b = b' \sin(\omega/2), \quad c = c' \sin(\omega/2) \quad (3.10)$$

Pri tem mora biti zagotovljen pogoj  $r^2 + a^2 + b^2 + c^2 = 1$  oziroma  $a'^2 + b'^2 + c'^2 = 1$ , sicer množenje z matriko  $\mathbf{R}$  iz enačbe (3.9) poleg rotacije naredi tudi spremembo merila za  $m = r^2 + a^2 + b^2 + c^2$ .

Za izravnavo je precej pomembna zagotovitev dovolj dobrih približnih vrednosti neznank. Za določitev približnih parametrov orientacije smo uporabili zanimiv in enostaven postopek, ki ga opisuje Han (2010).

#### Osnovna enačba izravnave

Skener dejansko ne meri kartezičnih koordinat  $\mathbf{x}$ , ampak polarne koordinate:  $\theta$  – horizontalna smer,  $\alpha$  – vertikalni kot in  $\rho$  – poševna razdalja. Če ravno centre tarč (ki nastopajo kot točke v samokalibraciji) računamo iz oblaka točk, moramo za modeliranje sistematičnih pogreškov uporabiti polarne koordinate. V enačbi (3.7) koordinate  $\mathbf{x}$  parametriziramo s polarnimi koordinatami

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \sin(\theta) \cos(\alpha) \rho \\ \cos(\theta) \cos(\alpha) \rho \\ \sin(\alpha) \rho \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

V naslednjem koraku polarnim koordinatam dodamo še modele sistematičnih pogreškov – kalibracijske parametre. Vključevanje prevelikega števila pogreškov v izravnavo ni smiselno (Lichti,

2007; Reshetyuk, 2009b). Izkaže se namreč, da so vplivi sistematičnih pogreškov pogosto na meji slučajnega, zato z vključevanjem dodatnih pogreškov v izravnavo samo dodajamo neznanke, ki v končni fazi niso značilne (so manjše od lastne natančnosti). Pametneje je v izravnavo vključiti manj kalibracijskih parametrov ter se v lov na dodatne podatke šele po tem, ko dobimo popravke opazovanj  $(\theta, \alpha, \rho)$  po izravnavi. V model smo dodali osnovnih pet sistematičnih pogreškov: za dolžine adicijsko in multiplikacijsko konstanto ( $A_0$  in  $A_1$ ), za smeri le kolimacijski pogrešek in pogrešek nepravokotnosti vrtilne osi daljnogleda ( $B_1$  in  $B_2$ ), za višinske kote pa le indeksni pogrešek ( $C_0$ ). Njihova relevantnost za obravnavana instrumenta je pojasnjena v poglavju 3.1.1. Enačbo (3.11) dopolnimo z modeli iz poglavja 3.1

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \sin[\theta + B_1 \cos(\alpha)^{-1} + B_2 \tan(\alpha)] \cos[\alpha + C_0][\rho + A_0 + A_1\rho] \\ \cos[\theta + B_1 \cos(\alpha)^{-1} + B_2 \tan(\alpha)] \cos[\alpha + C_0][\rho + A_0 + A_1\rho] \\ \sin[\alpha + C_0][\rho + A_0 + A_1\rho] \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Zapišimo osnovno enačbo:

$$F : \quad m\mathbf{R} \begin{bmatrix} \sin[\theta + B_1 \cos(\alpha)^{-1} + B_2 \tan(\alpha)] \cos[\alpha + C_0][\rho + A_0 + A_1\rho] \\ \cos[\theta + B_1 \cos(\alpha)^{-1} + B_2 \tan(\alpha)] \cos[\alpha + C_0][\rho + A_0 + A_1\rho] \\ \sin[\alpha + C_0][\rho + A_0 + A_1\rho] \end{bmatrix} + \mathbf{T} - \mathbf{X} = 0 \quad (3.13)$$

Tako, sestavili osnovno enačbo, ki velja za vsako točko, zdaj pa moramo sestaviti matrični model za izravnavo. Uporabili bomo splošni model izravnave, saj v enačbah ne moremo enostavno izpostaviti posameznih opazovanj

$$\mathbf{A}\mathbf{v} + \mathbf{B}\mathbf{\Delta} = \mathbf{f} \quad (3.14)$$

- Matrika  $\mathbf{A}$  vsebuje odvode enačb (3.13) po opazovanjih, ki so  $\theta$ ,  $\alpha$  in  $\rho$ ,
- $\mathbf{v}$  so popravki opazovanj,
- matrika  $\mathbf{B}$  vsebuje odvode enačb (3.13) po neznankah, ki so:
  - transformacijski parametri ( $TP$ ):  $m$ ,  $\mathbf{R}$  in  $\mathbf{T}$ ,
  - kalibracijski parametri ( $KP$ ):  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  in  $C_0$ ,
  - ter koordinate točk v objektnem koordinatnem sistemu ( $KO$ )  $\mathbf{X}$ ,
- $\mathbf{\Delta}$  so neznanke  $TP$ ,  $KP$  in  $KO$ , praktično pa popravki približnih vrednosti neznank,
- $\mathbf{f}$  je vektor odstopanj; izračuna se kot vrednost leve strani enačbe (3.13), ki ob slučajno pogrešenih opazovanjih in približnih vrednostih neznank ni enaka nič.

Imejmo  $l$  izmer,  $m$  stojišč in  $n$  točk v kalibracijskem polju.

Indeks točk  $i$  teče:  $i = 1, \dots, n$ .

Indeks stojišč  $j$  teče:  $j = 1, \dots, m$ .

Indeks izmer  $k$  teče:  $k = 1, \dots, l$ . V tem poglavju predstavimo odvode enačb za  $i$ -to točko, skenirano z  $j$ -tega stojišča v  $k$ -ti izmeri. V naslednjem poglavju bomo te odvode sestavili v matriki  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$  in vektor  $\mathbf{f}$ .

Za vsako točko, ki nastopa v izravnavi, bo v matriki  $\mathbf{A}$  del oblike:

$$\mathbf{A}_{ijk} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial \theta} & \frac{\partial F}{\partial \alpha} & \frac{\partial F}{\partial \rho} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_{ijk} = m\mathbf{R} \begin{bmatrix} \rho \cos(\theta) \cos(\alpha) & -\rho[\sin(\theta) \sin(\alpha) + \cos(\theta)(B_1 \sin(\alpha) + B_2)/\cos(\alpha)] & (1 + A_1) \sin(\theta) \cos(\alpha) \\ -\rho \sin(\theta) \cos(\alpha) & -\rho[\cos(\theta) \sin(\alpha) - \sin(\theta)(B_1 \sin(\alpha) + B_2)/\cos(\alpha)] & (1 + A_1) \cos(\theta) \cos(\alpha) \\ 0 & \rho \cos(\alpha) & (1 + A_1) \sin(\alpha) \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

Za vsako točko, ki nastopa v izravnavi, bodo v matriki  $\mathbf{B}$  ti trije deli:

$$\mathbf{B}_{TP_{ijk}} = \frac{\partial F}{\partial TP}, \quad \mathbf{B}_{KP_{ijk}} = \frac{\partial F}{\partial KP}, \quad \mathbf{B}_{KO_{ijk}} = \frac{\partial F}{\partial KO}$$

Del  $\mathbf{B}_{TP_{ijk}}$ , ki se nanaša na transformacijske parametre (odvodi  $F$  po  $TP$ ), je v primeru Eulerjeve transformacije takšna

$$\mathbf{B}_{TPe_{ijk}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial m} & \frac{\partial F}{\partial \omega_x} & \frac{\partial F}{\partial \omega_y} & \frac{\partial F}{\partial \omega_z} & \frac{\partial F}{\partial \mathbf{T}} \end{bmatrix} =$$

$$\mathbf{B}_{TPe_{ijk}} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_x & m \frac{\partial \mathbf{R}_x}{\partial \omega_x} \mathbf{R}_y \mathbf{R}_z \mathbf{x} & m \mathbf{R}_x \frac{\partial \mathbf{R}_y}{\partial \omega_y} \mathbf{R}_z \mathbf{x} & m \mathbf{R}_x \mathbf{R}_y \frac{\partial \mathbf{R}_z}{\partial \omega_z} \mathbf{x} & \mathbf{I} \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

kjer so

$$\frac{\partial \mathbf{R}_x}{\partial \omega_x} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\sin(\omega_x) & -\cos(\omega_x) \\ 0 & \cos(\omega_x) & -\sin(\omega_x) \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial \mathbf{R}_y}{\partial \omega_y} = \begin{bmatrix} -\sin(\omega_y) & 0 & \cos(\omega_y) \\ 0 & 0 & 0 \\ -\cos(\omega_y) & 0 & -\sin(\omega_y) \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial \mathbf{R}_z}{\partial \omega_z} = \begin{bmatrix} -\sin(\omega_z) & -\cos(\omega_z) & 0 \\ \cos(\omega_z) & -\sin(\omega_z) & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

V primeru rotacije s kvaternionom pa je  $\mathbf{B}_{TP_{ijk}}$ , ki se nanaša na transformacijske parametre (odvodi  $F$  po  $TP$ ), tak

$$\mathbf{B}_{TPq_{ijk}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial r} & \frac{\partial F}{\partial a} & \frac{\partial F}{\partial b} & \frac{\partial F}{\partial c} & \frac{\partial F}{\partial \mathbf{T}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B}_{TPq_{ijk}} = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} r & -c & b \\ c & r & -a \\ -b & a & r \end{bmatrix} \cdot 2\mathbf{x} & \begin{bmatrix} a & b & c \\ b & -a & -r \\ c & r & -a \end{bmatrix} \cdot 2\mathbf{x} & \begin{bmatrix} -b & a & r \\ a & b & c \\ -r & c & -b \end{bmatrix} \cdot 2\mathbf{x} & \begin{bmatrix} -c & -r & a \\ r & -c & b \\ a & b & c \end{bmatrix} \cdot 2\mathbf{x} & \mathbf{I} \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

Merilo  $m$  je namenoma izpuščeno, saj ga zagotovi dolžina kvaterniona, ki ga ne prisilimo biti enotski z vezno enačbo.

Del  $\mathbf{B}_{KP_{ijk}}$ , ki vsebuje odvode  $F$  po kalibracijskih parametrih, je oblike

$$\mathbf{B}_{KP_{ijk}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial F}{\partial A_0} & \frac{\partial F}{\partial A_1} & \frac{\partial F}{\partial B_1} & \frac{\partial F}{\partial B_2} & \frac{\partial F}{\partial C_0} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B}_{KP_{ijk}} = m \mathbf{R} \begin{bmatrix} \sin(\theta) \cos(\alpha) & \sin(\theta) \cos(\alpha) \rho & \cos(\theta) \rho & \cos(\theta) \sin(\alpha) \rho & -\sin(\theta) \sin(\alpha) \rho \\ \cos(\theta) \cos(\alpha) & \cos(\theta) \cos(\alpha) \rho & -\sin(\theta) \rho & -\sin(\theta) \sin(\alpha) \rho & -\cos(\theta) \sin(\alpha) \rho \\ \sin(\alpha) & \sin(\alpha) \rho & 0 & 0 & \cos(\alpha) \rho \end{bmatrix} \quad (3.18)$$

Po potrebi lahko v izravnavo vključimo več ali manj kalibracijskih parametrov (dodajamo ali izpuščamo stolpce matrike  $\mathbf{B}_{KP_{ijk}}$ ).

Zadnji del matrike  $\mathbf{B}$ , ki vsebuje odvode po neznanih objektih koordinatah tarč  $KO$ , je oblike

$$\mathbf{B}_{KO_{ijk}} = -\mathbf{I}_{3 \times 3} \quad (3.19)$$

Za vsako točko v izravnavi dobimo del vektorja odstopanj  $\mathbf{f}$

$$\mathbf{f}_{ijk} = \mathbf{X} - (m \mathbf{R} \mathbf{x} + \mathbf{T}) \quad (3.20)$$

### Sestava matrik $\mathbf{A}$ , $\mathbf{B}$ in vektorja $\mathbf{f}$

Ker smo meritve v kalibracijskem polju izvedli v  $l$  izmerah,  $z$   $m$  stojišč in vsakič merili  $n$  točk, moramo dele matrik ustrezno sestaviti v matrike  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$  in  $\mathbf{f}$ .

Indeks točk  $i$  teče:  $i = 1, \dots, n$ .

Indeks stojišč  $j$  teče:  $j = 1, \dots, m$ .

Indeks izmer  $k$  teče:  $k = 1, \dots, l$ .

Opazovanja proti posamezni točki z vsakega stojišča v vsaki izmeri so edinstvena in zato zavzamejo vsako svoj stolpec v matriki  $\mathbf{A}$ . Transformacijski parametri so skupni za celotno stojišče v posamezni izmeri, kalibracijski parametri so odvisni od instrumenta in zato skupni za vse izmere in vsa stojišča. Tudi objektne koordinate točk so vedno enake, ne glede na izmero ali stojišče.

Matriko  $\mathbf{A}$  sestavimo tako, da po diagonali zlagamo dele  $\mathbf{A}_{ijk}$  vseh točk

$$\mathbf{A}_{jk} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{1jk} & & & \\ & \mathbf{A}_{2jk} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{A}_{njk} \end{bmatrix} \quad (3.21)$$

vseh stojišč

$$\mathbf{A}_k = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_{1k} & & & \\ & \mathbf{A}_{2k} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{A}_{mk} \end{bmatrix} \quad (3.22)$$

in vseh izmer

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{A}_1 & & & \\ & \mathbf{A}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{A}_l \end{bmatrix} \quad (3.23)$$

Vsi izvendiagonalni vneski so enaki nič,  $\mathbf{A}$  ima dimenzijo  $3lmn \times 3lmn$ .

Del matrike  $\mathbf{B}_{TP}$ , ki se tiče transformacijskih parametrov, sestavimo bodisi iz delov  $\mathbf{B}_{TPe_{ijk}}$  bodisi iz delov  $\mathbf{B}_{TPq_{ijk}}$ , v treh korakih:  $\mathbf{B}_{TP_{jk}}$  za posamezno stojišče se zloži iz delov za posamezno točko. Posamezno stojišče ima en niz neznank  $TP$

$$\mathbf{B}_{TP_{jk}} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{TP_{1jk}} \\ \mathbf{B}_{TP_{2jk}} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{TP_{njk}} \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

$\mathbf{B}_{TP_k}$  za posamezno izmero se zloži iz delov za posamezno stojišče. Vsako stojišče ima svoj niz neznank  $TP$ , zato dele  $\mathbf{B}_{TP_{jk}}$  zlagamo po diagonali

$$\mathbf{B}_{TP_k} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{TP_{1k}} & & & \\ & \mathbf{B}_{TP_{2k}} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{B}_{TP_{mk}} \end{bmatrix} \quad (3.25)$$

Dele  $\mathbf{B}_{TP_k}$  posameznih izmer po diagonali zložimo v skupno matriko  $\mathbf{B}_{TP}$ , ki ima dimenzijo  $3lmn \times 7lm$  ( $7$  transformacijskih parametrov za vsak par stojišče – izmera, ki nastopa v izrav-

navi).

$$\mathbf{B}_{TP} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{TP_1} & & & \\ & \mathbf{B}_{TP_2} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{B}_{TP_l} \end{bmatrix} \quad (3.26)$$

Del matrike  $\mathbf{B}_{KP}$ , ki se tiče kalibracijskih parametrov, sestavimo z zlaganjem delov  $\mathbf{B}_{KP_{ijk}}$ , po vrsti enega pod drugega.  $\mathbf{B}_{KP_{jk}}$  je del za posamezno stojišče

$$\mathbf{B}_{KP_{jk}} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{KP_{1jk}} \\ \mathbf{B}_{KP_{2jk}} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{KP_{njk}} \end{bmatrix} \quad (3.27)$$

$\mathbf{B}_{KP_k}$  je del za posamezno izmero

$$\mathbf{B}_{KP_k} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{KP_{1k}} \\ \mathbf{B}_{KP_{2k}} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{KP_{mk}} \end{bmatrix} \quad (3.28)$$

$\mathbf{B}_{KP}$  je celoten del matrike  $\mathbf{B}$  za kalibracijske parametre in ima dimenzijo  $3lmn \times n_{KP}$  ( $n_{KP}$  naj je število  $KP$  vključenih v izravnavo).

$$\mathbf{B}_{KP} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{KP_1} \\ \mathbf{B}_{KP_2} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{KP_l} \end{bmatrix} \quad (3.29)$$

Del matrike  $\mathbf{B}_{KO}$ , ki se tiče objektnih koordinat tarč v kalibracijskem polju, pa spet sestavimo iz delov. Za posamezno stojišče sestavimo del  $\mathbf{B}_{KO_{jk}}$ . Dele  $\mathbf{B}_{KO_{ijk}}$  moramo postavljati v ustrezne stolpce matrike  $\mathbf{B}_{KO_{jk}}$  glede na seznam vseh točk, ki nastopajo v izravnavi in morda niso vse vidne z vsakega stojišča

$$\mathbf{B}_{KO_{jk}} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{KO_{1jk}} & & & \\ & \mathbf{B}_{KO_{2jk}} & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{B}_{KO_{njk}} \end{bmatrix} \quad (3.30)$$

Matriko posamezne izmere zložimo iz matrik posameznih stojišč v tej izmeri

$$\mathbf{B}_{KO_k} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{KO_{1k}} \\ \mathbf{B}_{KO_{2k}} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{KO_{mk}} \end{bmatrix} \quad (3.31)$$

in iz delov za posamezne izmere sestavimo skupni del  $\mathbf{B}_{KO}$ , ki ima dimenzijo  $3lmn \times 3n$  (trije stolpci za vsako točko, ki nastopa v izravnavi)

$$\mathbf{B}_{KO} = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{KO_1} \\ \mathbf{B}_{KO_2} \\ \vdots \\ \mathbf{B}_{KO_l} \end{bmatrix} \quad (3.32)$$

Končno lahko sestavimo matriko  $\mathbf{B}$ , ki ima dimenzijo  $3lmn \times (7lm + n_{KP} + 3n)$

$$\mathbf{B} = [\mathbf{B}_{TP} \quad \mathbf{B}_{KP} \quad \mathbf{B}_{KO}] \quad (3.33)$$

Vektor  $\mathbf{f}$ , ki vsebuje odstopanja enačb  $F$ , sestavimo takole:

$$\mathbf{f}_{jk} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_{1jk} \\ \mathbf{f}_{2jk} \\ \vdots \\ \mathbf{f}_{njk} \end{bmatrix} \quad (3.34)$$

$$\mathbf{f}_k = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_{1k} \\ \mathbf{f}_{2k} \\ \vdots \\ \mathbf{f}_{mk} \end{bmatrix} \quad (3.35)$$

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_1 \\ \mathbf{f}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{f}_l \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

$\mathbf{f}$  je dimenzije  $3lmn \times 1$

### 3.2.2 Variante samokalibracije

Izdelali smo računalniški program za samokalibracijo, s katerim bomo procesirali meritve za doktorsko disertacijo. Program omogoča nekaj različnih variant nastavitvev postopka, ki jih bomo opisali tu.

#### Eulerjevi koti ali Kvaternion

Transformacijo stojišč v objektni koordinatni sistem lahko zagotovimo z Eulerjevo transformacijo ali preko kvaterniona. V prvem primeru v izravnavi nastopi  $\mathbf{B}_{TPe}$ , v drugem pa  $\mathbf{B}_{TPq}$ , ki sta predstavljena v enačbah (3.16) in (3.17).

#### Opustitev merila

Iz izravnave lahko izločimo merilo  $m$ , ki je sicer eden od transformacijskih parametrov. Razlog za takšno odločitev je lahko zagotovitev merila z mersko tehnologijo. Vsi skenerji namreč merijo dolžine. Razlog za vključitev merila v model je lahko torej nezaupanje v točnost merjenja dolžin, ki jo zagotavlja skener oziroma namen primerjati merila v različnih izmerah. V primeru izključitve merila moramo v matrikah  $\mathbf{B}_{TPe_{ijk}}$  opustiti prvi stolpec  $\frac{\partial F}{\partial m}$ , če pa za transformacije uporabljamo kvaternion, pa je treba v izravnavo dodati vezne enačbe med neznankami (izravnava funkcijsko odvisnih neznank (Ghilani, 2011)).

#### Število kalibracijskih parametrov $KP$

Kalibracijski parametri so "glavne" neznanke izravnave. Kljub temu moramo biti pri njihovem vključevanju v model previdni. Pogosta težava so velike korelacije med kalibracijskimi in transformacijskimi parametri (Lichti in sod., 2011). Če je v model hkrati vključeno merilo in multiplikacijska konstanta  $A_1$ , je tak model singularen, saj oba praktično modelirata velikost



mreže. Pogosto imamo veliko korelacijo med kolimacijskim pogreškom  $B_1$  in horizontalno orientacijo instrumenta ( $\omega_z$  ali  $r$ ), kar je geometrično smiselno, predvsem pri instrumentih z majhnim razponom merjenja višinskih kotov  $\alpha$ , kjer odvisnost pogreška od višinskega kota ne pride do pravega izraza. Tak primer je Riegl VZ-400, ki ima razpon  $-40^\circ - +60^\circ$  (Riegl LMS, 2014) – glej Sliko 3.1. Za podrobnejšo analizo je treba po izravnavi analizirati popravke opazovanj. Naš program omogoča vključiti v izravnavo do pet kalibracijskih parametrov, ki so relevantni za hibridne in sferne skenerje:

- $A_0$
- $A_0 B_1 C_0$
- $A_0 B_1 B_2 C_0$
- $A_0 A_1 B_1 B_2 C_0$

### Objektne koordinate $KO$ kot opazovanja

Koordinate točk v objektnem koordinatnem sistemu v izravnavi samokalibracije klasično nastopajo kot neznanke. Takšen model ima sedem linearno odvisnih neznank, saj je treba zagotoviti datum objektnega koordinatnega sistema (glej poglavje 3.2.4). Če se potrudimo, določiti koordinate tarč z neodvisno mersko metodo, ki je natančnejša od skenerja, jih v izravnavo lahko vključimo kot opazovanja. Takšen model vsebuje bistveno manj neznank in več opazovanj, ki nam omogočajo višjo stopnjo manipulacije s stohastičnimi lastnostmi izravnave. V Hipotezi 2 predvidevamo, da ima takšen način objektivne prednosti pred klasičnim. V primeru, da se odločimo za vključitev  $KO$  v model kot neznanke, moramo matriko  $\mathbf{A}_{ijk}$  iz enačbe (3.15) nadomestiti z

$$\mathbf{A}_{ijk} = [\mathbf{A}_{ijk}, -\mathbf{I}] \quad (3.37)$$

v matriki  $\mathbf{B}$  pa opustiti del  $\mathbf{B}_{KO}$ . Negativna identiteta, ki predstavlja odvode enačb  $F$  po objektnih koordinatah  $\mathbf{X}$ , se iz matrike  $\mathbf{B}$  seli v  $\mathbf{A}$ . Dimenzija  $\mathbf{A}$  postane  $3lmn \times 6lmn$ , dimenzija  $\mathbf{B}$  postane  $3lmn \times (7mn + n_{KP})$ . Če se  $KO$  nahajajo v matriki  $\mathbf{B}$ , predstavljajo identične koordinate točke na vsakem stojišču v vsaki izmeri, če pa jih premaknemo v  $\mathbf{A}$ , nastopajo kot svoja opazovanja na vsakem stojišču v vsaki izmeri.

### 3.2.3 Stohastični model samokalibracije

Stohastične lastnosti oziroma natančnosti opazovanj, ki vstopajo v izravnavo, podamo v matriki  $\mathbf{Q}$ . Matrika kofaktorjev  $\mathbf{Q}_{ijk}$  je variančno-kovariančna matrika opazovane točke v polarnih koordinatah, pomnožena s faktorjem  $\frac{1}{\sigma_0^2}$ . Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2$  ponazarja splošno natančnost opazovanj in služi zgolj za spremembo velikosti vseh uteži, ne vpliva pa na njihovo razmerje. Ker so enote natančnosti v variančno-kovariančni matriki standardne ( $m$  in  $rad$ ), je lahko njena vrednost kar 1, lahko pa zaradi numerične stabilnosti izračuna izberemo takšno vrednost, da so vrednosti v matriki  $\mathbf{Q}$  bližje 1. Za s skenerjem opazovano točko zapišemo:

$$\mathbf{Q}_{ijk} = \frac{1}{\sigma_0^2} \begin{bmatrix} \sigma_\theta^2 & \sigma_{\theta_\alpha} & \sigma_{\theta_\rho} \\ \sigma_{\theta_\alpha} & \sigma_\alpha^2 & \sigma_{\alpha_\rho} \\ \sigma_{\theta_\rho} & \sigma_{\alpha_\rho} & \sigma_\rho^2 \end{bmatrix} \quad (3.38)$$

Variančno-kovariančna matrika opazovane točke lahko izhaja iz postopka določitve centra tarče (poglavje 2.1) ali pa je ocenjena empirično (poglavje 2.3.1). Če tudi objektne koordinate  $KO$



Kuang (1996) razmišlja takole: osnovna enačba 4-parametrične transformacije v ravnini je

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix} + m \begin{bmatrix} \cos(\omega) & -\sin(\omega) \\ \sin(\omega) & \cos(\omega) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (3.43)$$

Spremembo koordinat  $[X \ Y]^T$  lahko v linearizirani obliki zapišemo s sistemom

$$\begin{bmatrix} \delta X \\ \delta Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -y & x \\ 0 & 1 & x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ \delta\omega \\ \delta m \end{bmatrix} \quad (3.44)$$

Ob pogojih naj se mreža v povprečju ne premakne

$$\sum \delta X = 0, \quad \sum \delta Y = 0 \quad (3.45)$$

ne zasučē

$$\sum -y\delta X + x\delta Y = 0 \quad (3.46)$$

in ne spremeni merila

$$\sum x\delta X + y\delta Y = 0 \quad (3.47)$$

lahko zapišemo matriko

$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 \\ -y_1 & x_1 & -y_2 & x_2 & \dots & -y_n & x_n \\ x_1 & y_1 & x_2 & y_2 & \dots & x_n & y_n \end{bmatrix} \quad (3.48)$$

Matriko  $\mathbf{H}$  za 3 dimenzije izpeljemo na prav takšen naēin in dobimo

$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -z_1 & y_1 & 0 & -z_2 & y_2 & \dots & 0 & -z_n & y_n \\ z_1 & 0 & -x_1 & z_2 & 0 & -x_2 & \dots & z_n & 0 & -x_n \\ -y_1 & x_1 & 0 & -y_2 & x_2 & 0 & \dots & -y_n & x_n & 0 \\ x_1 & y_1 & z_1 & x_2 & y_2 & z_2 & \dots & x_n & y_n & z_n \end{bmatrix} \quad (3.49)$$

ēe pogledamo z vidika štirih fundamentalnih prostorov linearne algebre, v sistemu  $\mathbf{B}\Delta = \mathbf{f}$  stolpci matrike  $\mathbf{H}$  (7 jih je) ležijo v ničelnem prostoru matrike  $\mathbf{B}$ .  $\mathcal{N}(\mathbf{B})$  je pravokoten na vrstični prostor  $\mathcal{R}(\mathbf{B})$ , zato je produkt

$$\mathbf{B}\mathbf{H} = \mathbf{0} \quad (3.50)$$

Z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov išēemo tak vektor  $\Delta \in \mathcal{R}(\mathbf{B})$ , da velja  $\mathbf{B}\Delta = \mathbf{f} - \mathbf{v}$ . Ker  $\Delta$  leži v vrstičnem prostoru, ki je pravokoten na ničelnega, velja tudi

$$\mathbf{H}^T \Delta = \mathbf{0} \quad (3.51)$$

Da pa to res velja, je treba v enaēbo (3.49) vstavljati koordinate, ki so centrirane in normirane. Matrika  $\mathbf{H}$  iz enaēbe (3.49) ima dimenzijo  $3n \times 7$ , 3 vrstice za vsako toēko v objektnem koordinatnem sistemu in 7 stolpcev za 7 datumskih parametrov. Takšno matriko bi uporabili, ēe bi bile neznanke v modelu samo neznanke  $KO$ .

Naš model pa ima poleg neznank  $KO$  še neznanke  $KP$  in  $TP$ . Iščemo takšno matriko  $\mathbf{H}$ , ki napne ničelni prostor celotne matrike  $\mathbf{B}$  in ne samo koordinatnega dela  $\mathbf{B}_{KO}$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{B}_{TP_1} & 0 & 0 & \mathbf{B}_{KP_1} & \mathbf{B}_{KO_1} \\ 0 & \mathbf{B}_{TP_2} & 0 & \mathbf{B}_{KP_2} & \mathbf{B}_{KO_2} \\ 0 & 0 & \mathbf{B}_{TP_3} & \mathbf{B}_{KP_3} & \mathbf{B}_{KO_3} \\ 0 & 0 & 0 & \ddots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{TP_1} \\ \mathbf{H}_{TP_1} \\ \mathbf{H}_{TP_1} \\ \vdots \\ \mathbf{H}_{KP} \\ \mathbf{H}_{KO} \end{bmatrix} = \mathbf{0} \quad (3.52)$$

V tem poglavju naj indeksi (1, 2, 3, ...) predstavljajo indekse vsakega stojišča v izravnavi ne glede na izmero, saj bi korektno vključevanje vseh indeksov  $i, j, k$  na tem mestu vnašalo zmedo.

Ker kalibracijski parametri  $KP$  niso pomembni za zagotovitev datuma, je  $\mathbf{H}_{KP} = \mathbf{0}$ . (Podobno kot pri klasični geodetski mreži pri orientacijskih neznankah v datumski matriki pustimo ničle.)

Sistem (3.52) sedaj zavoljo preglednosti namesto v matrični obliki zapišimo v obliki enačb

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_{TP_1} \mathbf{H}_{TP_1} - \mathbf{B}_{KO_1} \mathbf{H}_{KO} &= \mathbf{0} \\ \mathbf{B}_{TP_2} \mathbf{H}_{TP_2} - \mathbf{B}_{KO_2} \mathbf{H}_{KO} &= \mathbf{0} \\ \mathbf{B}_{TP_3} \mathbf{H}_{TP_3} - \mathbf{B}_{KO_3} \mathbf{H}_{KO} &= \mathbf{0} \\ &\vdots \end{aligned} \quad (3.53)$$

oziroma ker nočemo več pisati treh enačb ampak le še eno, preidimo nazaj na indekse  $jk$

$$\mathbf{B}_{TP_{jk}} \mathbf{H}_{TP_{jk}} = \mathbf{B}_{KO_{jk}} \mathbf{H}_{KO} \quad (3.54)$$

Matriko  $\mathbf{H}_{KO}$  nastavimo po enačbi (3.49).

Matrike  $\mathbf{B}_{TP_{jk}}$  in  $\mathbf{B}_{KO_{jk}}$  so sestavljene v modelu po službeni dolžnosti – enačbi (3.24) in (3.30).

Iščemo matrike  $\mathbf{H}_{TP_{jk}}$  in jih najdemo takole

$$\mathbf{B}_{TP_{jk}}^T \mathbf{B}_{TP_{jk}} \mathbf{H}_{TP_{jk}} = \mathbf{B}_{TP_{jk}}^T \mathbf{B}_{KO_{jk}} \mathbf{H}_{KO} \quad (3.55)$$

$$\mathbf{H}_{TP_{jk}} = (\mathbf{B}_{TP_{jk}}^T \mathbf{B}_{TP_{jk}})^{-1} \mathbf{B}_{TP_{jk}}^T \mathbf{B}_{KO_{jk}} \mathbf{H}_{KO} \quad (3.56)$$

Vendar, ali inverz sploh obstaja? Ja, matrika  $\mathbf{B}_{TP_{jk}}$  ima dimenzijo  $3n \times 7$  in zagotavlja transformacijo koordinatnega sistema  $jk$ -tega stojišča, zato je polnega ranga. Ko jo z leve pomnožimo z njeno transponiranko, dobimo obrnljivo  $7 \times 7$  matriko. Če  $\mathbf{H}_{KO}$  koordinatne neznanke  $KO$  transformira v objektni koordinatni sistem (zagotovljen z notranjimi vezmi), potem matrike  $\mathbf{H}_{TP_{jk}}$  v tisti sistem transformirajo neznanke transformacijskih parametrov  $TP$ . In res, kalibracijski parametri  $KP$  se datuma ne tičejo, zato mora biti  $\mathbf{H}_{KP} = \mathbf{0}$ .

Matrika  $\mathbf{H}$ , ki jo bomo uporabili v izravnavi, je sestavljena kot v enačbi (3.52)

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{TP_1} \\ \mathbf{H}_{TP_1} \\ \mathbf{H}_{TP_1} \\ \vdots \\ \mathbf{H}_{KP} \\ \mathbf{H}_{KO} \end{bmatrix} \quad (3.57)$$

### 3.2.5 Rešitev izravnave

Mislimo, da smo sestavili vse matrike, ki bi jih pri izravnavi utegnili potrebovati. Rešitev matematičnega modela dobimo z naslednjimi računi:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Q}_e &= \mathbf{AQA}^T \\
 \mathbf{P}_e &= \mathbf{Q}_e^{-1} \\
 \mathbf{N} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P}_e \mathbf{B} + \mathbf{HH}^T \\
 \mathbf{t} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P}_e \mathbf{f} \\
 \mathbf{\Delta} &= \mathbf{N}^{-1} \mathbf{t} \\
 \mathbf{v} &= \mathbf{QA}^T \mathbf{P}_e (\mathbf{f} - \mathbf{B}\mathbf{\Delta})
 \end{aligned} \tag{3.58}$$

Vektor  $\mathbf{\Delta}$  vsebuje popravke približnih vrednosti neznank ( $TP, KP, KO$ ), vektor  $\mathbf{v}$  pa popravke vseh opazovanj ( $\rho, \theta, \alpha$ ).

Z rešitvijo stohastičnega modela pridobimo variančno-kovariančno sliko neznank ter izravnanih opazovanj. Matriki kofaktorjev za neznanke in opazovanja sta

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Q}_{\Delta\Delta} &= \mathbf{N}^{-1} - (\mathbf{H}(\mathbf{H}^T(\mathbf{HH}^T)\mathbf{H})^{-1}\mathbf{H}^T) \\
 \mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}} &= \mathbf{QA}^T \mathbf{P}_e (\mathbf{I} - \mathbf{BQ}_{\Delta\Delta} \mathbf{B}^T \mathbf{P}_e) \mathbf{AQ}
 \end{aligned} \tag{3.59}$$

Referenčna varianca a posteriori

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T \mathbf{Q}^{-1} \mathbf{v}}{n_{opaz} - n_{nezn} + n_{dr}} \tag{3.60}$$

Izraz  $n_{opaz} - n_{nezn} + n_{dr}$  v ulomku spodaj je nadštevilnost sistema in se izračuna kot razlika med številom opazovanj in neznank plus število datumskih parametrov, ki je 7. Pri velikih sistemih, kot je takšna kalibracija, kakšna številka gor ali dol ne spremeni veliko.

Po izravnavi preverimo skladnost referenčnih varianc apriori in a posteriori. Gre za statistični test o skladnosti dveh varianc (Turk, 2012). Testna statistika

$$F = \frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} \tag{3.61}$$

se porazdeljuje po Fischer-Snedecorjevi porazdelitvi. V splošnem sta kritični vrednosti 0,6 in 1,6. Če se vrednost  $F$  nahaja med njima, zaključimo, da v modelu verjetno ni grobih pogreškov ter da so vhodne natančnosti opazovanjem določene skladno z natančnostjo sovpadanja opazovanj v modelu.

Variančno-kovariančni matriki neznank in izravnanih opazovanj dobimo z množenjem matrik kofaktorjev z  $\hat{\sigma}_0^2$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{\Sigma}_{\Delta\Delta} &= \hat{\sigma}_0^2 \mathbf{Q}_{\Delta\Delta} \\
 \mathbf{\Sigma}_{\mathbf{v}\mathbf{v}} &= \hat{\sigma}_0^2 (\mathbf{Q} - \mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}})
 \end{aligned} \tag{3.62}$$

*Opisani postopek samokalibracije ni izviren prispevek k znanosti. Pomemben doprinos k vrednosti disertacije pa je izdelava računalniškega programa, ki nam omogoča dovolj poglobljeno in podrobno analizo in je nujno za celovito razumevanje postopka samokalibracije. Relevanten doprinos k znanosti je le izvedba zagotovitve ničelnega prostora oziroma datuma izravnave. V nam znani literaturi se problemu defekta ranga modelne matrike  $\mathbf{B}$  nihče ni posvetil do takšne mere, da bi analitično izpeljal skladen ničelni prostor za matrike  $\mathbf{B}_{TP}$ .*

### 3.3 Kalibracijska polja

Za praktično izvedbo opisanega postopka samokalibracije moramo vzpostaviti kalibracijsko polje. Kalibracijsko polje mora zagotavljati: (Reshetyuk, 2009b)

- dovolj veliko število stabilnih tarč,
- stojišča skenerja, s katerih je vidno čim večje število tarč,
- tarče morajo omogočati čim bolj natančno izvednotenje njihove centra iz skeniranega oblaka točk,
- razpon merskih vrednosti (smeri, višinskih kotov in razdalj) med stojišči in tarčami mora biti čim večji za vse tri tipe meritev,
- v primeru vključevanja  $KO$  v izravnavo kot opazovane vrednosti mora kalibracijsko polje zagotavljati možnost določitve centrov tarč v objektnem koordinatnem sistemu z natančnostjo, ki je značilno višja od natančnosti skeniranja (centri tarč morajo biti določljivi tako s skenerjem kot tudi s klasično geodetsko izmero).

#### 3.3.1 Testno kalibracijsko polje

Kot osnovo smo vzpostavili Testno kalibracijsko polje. Izbrali smo najprimernejši prostor na fakulteti – učilnico Zimske vaje. Prostor je pravokotne oblike, dolg je približno 16,6 m, širok 6 m in visok 2,4 m. V prostoru so postavljeni štirje betonski stebri, namenjeni stabilizaciji geodetskih instrumentov. Na vrhu stebrov so nerjaveče plošče s 5/8" navojem za podnožja. Za potrebe testnega kalibracijskega polja smo na stebre trajno pritrdili podnožja Leica GDF321 (Slika 3.2).



Slika 3.2: Stabilizacija stojišča v Testnem kalibracijskem polju

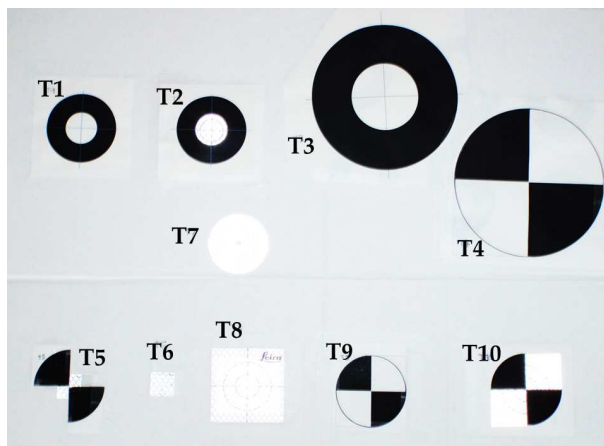
*Figure 3.2: Station stabilization in the test calibration field*

#### Oblika tarč

Pomembna naloga pri vzpostavitvi Testnega kalibracijskega polja je bila izbira tarč, ki bi omogočale določitev oziroma izvednotenje njihovega centra tako s tahimetričnimi meritvami kot s skeniranjem; to pomeni, da je mogoče center tarče precizno navizirati s tahimetrom, hkrati pa iz oblaka točk skenirane tarče dovolj natančno izračunati koordinate centra.

Dodaten razmislek je bil potreben v zvezi z možnostjo merjenja tarč s sistemom avtomatskega viziranja tarč (AVT), ki jo omogočajo sodobni tahimetri. Prednost merjenja s sistemom AVT je predvsem večja hitrost izvajanja meritev, kar omogoča izmero večjega števila girusov in posledično zagotovi večjo natančnost meritev. Poleg tega je zagotovljena enaka natančnost za vse točke, eliminirajo pa se tudi morebitni pogoški operaterja. Pogoj za uporabo sistema AVT je uporaba retroreflektivnih tarč oziroma merskih prizem. S kratkim poskusom smo pokazali, da je sistem AVT, uporabljen na samolepilnih retroreflektivnih tarčah, netočen. Odčitek se namreč zabeleži na podlagi zaznave odboja žarka za merjenje dolžin, s CMOS senzorjem (Kogoj, 2015). Pri samolepilnih tarčah se je izkazalo, da križ, ki je natisnjen na tarči, ne sovпада nujno s točko, ki jo s sistemom AVT vizira instrument. Do napak prihaja zlasti takrat, kadar tarče merimo pod velikim vpadnim kotom. Zaključili smo, da uporaba sistema AVT za tahimetrično izmero kalibracijskega polja ne bo mogoča.

Skonstruirali smo devet testnih tarč. Vse testne tarče imajo dobro definiran center, ki ga je ročno mogoče dobro vizirati tudi pod velikimi vpadnimi koti. Postavilo se je vprašanje, ali bo mogoče v mreži meriti tudi dolžine do tarč ali samo smeri in zenitne razdalje. Tako smo nekatere testne tarče sestavili z delom retroreflektivne ploskve, nekatere pa v celoti iz običajno odbojne ploskve, kar je vidno na Sliki 3.3. Ker vse testne tarče s stališča tahimetrije zagotavljajo dobro viziranje,



Slika 3.3: Plošča s testnimi tarčami

Figure 3.3: Plate with test targets

želimo testirati, katere od tarč omogočajo najboljšo prepoznavo centra iz skeniranega oblaka točk. Testne tarče, nalepljene na ravno ploščo, smo skenirali z dveh različnih oddaljenosti od skenerja, ki približno ustrežata največji in najmanjši oddaljenosti tarč od stojišč v mreži testnega kalibracijskega polja.

Na večji oddaljenosti smo ploščo skenirali trikrat: prvič pravokotno na smer vpadnih žarkov (1), drugič nagnjeno – rotirano okrog vodoravne osi za približno  $45^\circ$  (2) in tretjič še zasukano okrog navpične osi za približno  $45^\circ$  (3). Na kratki oddaljenosti pa samo pravokotno na smer vpadnih žarkov (4) in nagnjeno za približno  $45^\circ$  (5). Ploščo smo vsakokrat skenirali z gostoto približno 1 točka/mm<sup>2</sup>.

Izkazalo se je, da tarče, ki vsebujejo visoko odbojne ploskve, niso primerne. Če takšne tarče skeniramo z načinom za skeniranje navadnih površin, so razpršenosti razdalj na visoko reflektivni ploskvi enormne. Če takšno tarčo skeniramo z načinom za visoko reflektivne površine, pa skener sploh ne zazna odboja na temnih površinah tarče. Tarči T3 in T4 s svojo velikostjo nista doprinesli k boljši kakovosti rezultatov; taka velikost bo potreba pri skeniranju na večjih razdaljah. Ostaneta le tarči T1 in T9. S postopkom, opisanim v poglavju 2, smo izračunali centre tarč in ocenili natančnost določitve za obe tarči v vseh (1)-(5) položajih. Rezultati so

prikazani v Preglednici 3.1.

Preglednica 3.1: Parametri določitve tarč T1 in T9 pri različnih položajih plošče

Table 3.1: Parameters of targets T1 and T9 determined at different positions

Položaj	Parametri	T1	T9
(1) $d = 15$ m $i = 0^\circ$	Največja korelacija	0,94	0,94
	Natančnost koordinat v ravnini tarče	$\sigma_x = 0,27$ mm $\sigma_y = 0,27$ mm	$\sigma_x = 0,02$ mm $\sigma_y = 0,02$ mm
	Natančnost prostorskih koordinat	$\sigma_X = 2,43$ mm $\sigma_Y = 0,29$ mm $\sigma_Z = 0,57$ mm	$\sigma_X = 1,64$ mm $\sigma_Y = 0,11$ mm $\sigma_Z = 1,58$ mm
(2) $d = 15$ m $i = 45^\circ$ Vertikalni nagib	Največja korelacija	0,91	0,92
	Natančnost koordinat v ravnini tarče	$\sigma_x = 0,27$ mm $\sigma_y = 0,27$ mm	$\sigma_x = 0,03$ mm $\sigma_y = 0,03$ mm
	Natančnost prostorskih koordinat	$\sigma_X = 0,95$ mm $\sigma_Y = 1,09$ mm $\sigma_Z = 0,83$ mm	$\sigma_X = 1,18$ mm $\sigma_Y = 0,97$ mm $\sigma_Z = 0,79$ mm
(3) $d = 15$ m $i = 45^\circ$ Horizontalni zasuk	Največja korelacija	0,92	0,89
	Natančnost koordinat v ravnini tarče	$\sigma_x = 0,19$ mm $\sigma_y = 0,19$ mm	$\sigma_x = 0,03$ mm $\sigma_y = 0,03$ mm
	Natančnost prostorskih koordinat	$\sigma_X = 0,34$ mm $\sigma_Y = 0,97$ mm $\sigma_Z = 0,54$ mm	$\sigma_X = 0,91$ mm $\sigma_Y = 1,32$ mm $\sigma_Z = 1,42$ mm
(4) $d = 2$ m $i = 0^\circ$	Največja korelacija	0,93	0,93
	Natančnost koordinat v ravnini tarče	$\sigma_x = 0,22$ mm $\sigma_y = 0,22$ mm	$\sigma_x = 0,03$ mm $\sigma_y = 0,03$ mm
	Natančnost prostorskih koordinat	$\sigma_X = 0,99$ mm $\sigma_Y = 1,28$ mm $\sigma_Z = 0,28$ mm	$\sigma_X = 2,02$ mm $\sigma_Y = 3,93$ mm $\sigma_Z = 3,99$ mm
(5) $d = 2$ m $i = 45^\circ$ Vertikalni nagib	Največja korelacija	0,91	0,82
	Natančnost koordinat v ravnini tarče	$\sigma_x = 0,25$ mm $\sigma_y = 0,25$ mm	$\sigma_x = 0,05$ mm $\sigma_y = 0,05$ mm
	Natančnost prostorskih koordinat	$\sigma_X = 0,26$ mm $\sigma_Y = 1,67$ mm $\sigma_Z = 0,60$ mm	$\sigma_X = 0,46$ mm $\sigma_Y = 1,55$ mm $\sigma_Z = 1,11$ mm

Vrednost največje korelacije med skenirano tarčo in idealno tarčo, ki jo uporabljamo za iskanje centra, lahko razumemo kot cenilko zanesljivosti določitve centra. Zanesljivost določitve centra pri različnih položajih je boljša za tarčo T1. Natančnost določitve koordinat v ravnini tarče je občutno boljša pri tarči T9, vendar smo v poglavju 2 pokazali, da je v vseh primerih ta natančnost precenjena.

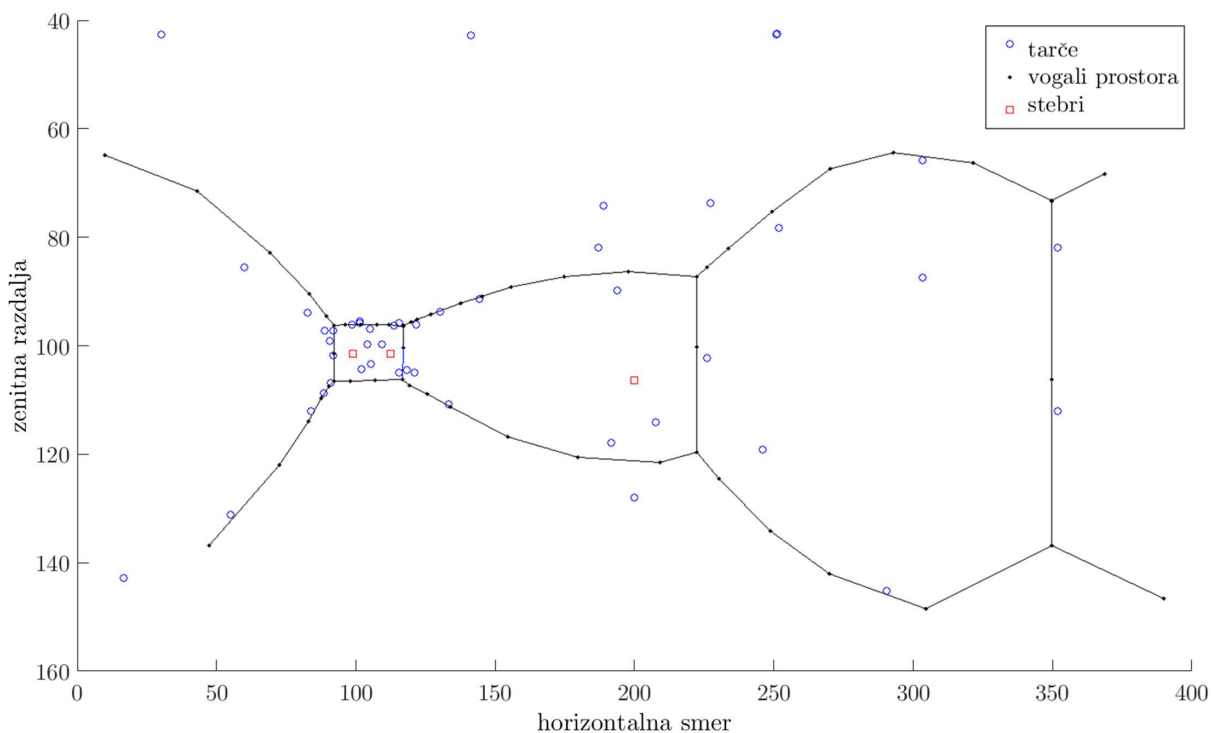
Natančnosti prostorskih koordinat so izračunane s transformacijo ravninskih koordinat nazaj v prostor, pri čemer upoštevamo tudi razpršenost točk okrog ravnine, kar precej poslabša natančnost. V povprečju so določitve centra tarče T1 natančnejše kot pa T9. Postopek izvrednotenja tarče T1 je nekoliko enostavnejši, predvsem pa bolj robusten kot za tarčo T9, saj ni treba upoštevati zasukanosti tarče v ravnini tarče. Odločili smo se za uporabo tarč oblike T1.

### Položaji tarč

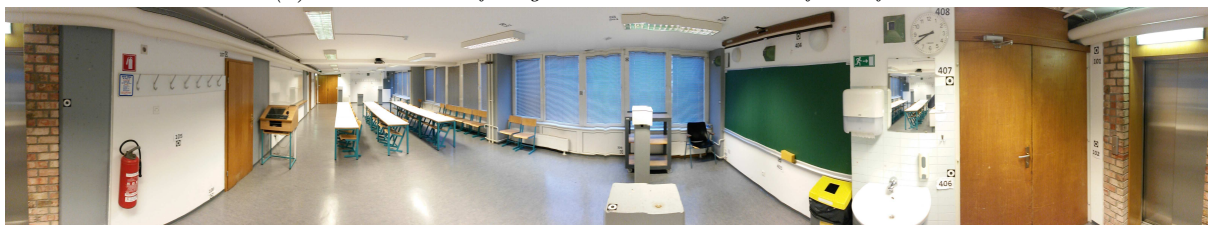
Lego tarč smo izbirali tako, da čim bolj enakomerno zapolnimo vidno polje z vsakega stojišča. To pomeni, da tarče pokrivajo vse višinske kote, ki jih lahko doseže skener v vseh horizontalnih smereh. Na razpon dolžin v Testnem kalibracijskem polju ni bilo mogoče dosti vplivati. Postavitve tarč v vseh smereh je hkrati zagotovila tudi vse razpone po dolžini.



Slika 3.4 prikazuje položaje tarč v polarnem koordinatnem sistemu, z izhodiščem v stojišču S4, kjer so na vodoravni osi horizontalne smeri, na navpični osi pa zenitne razdalje predvidenih položajev točk.



(a) Razporeditev tarč v vidnem polju instrumenta  
(a) Distribution of targets in the instruments field of view



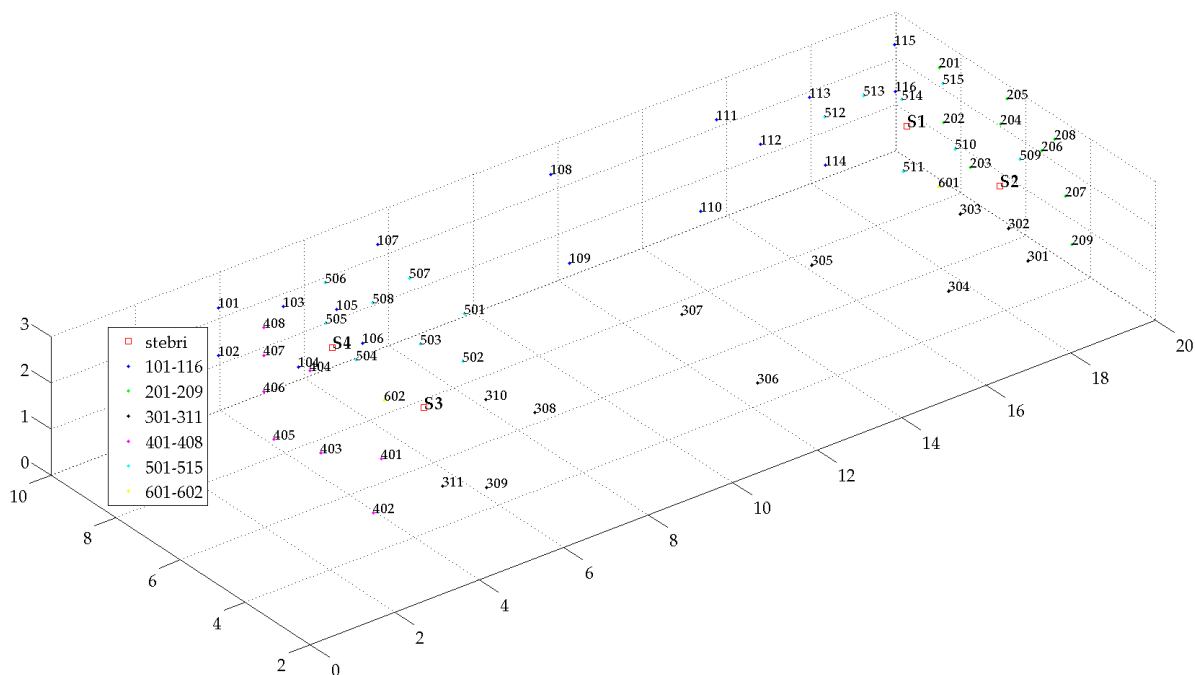
(b) Panoramska fotografija testnega kalibracijskega polja  
(b) Panoramic photo of test calibration field

Slika 3.4: Položaji tarč v Testnem kalibracijskem polju  
Figure 3.4: Target position in the test calibration field

V vidnem polju se pojavita dve večji območji, ki nista dobro pokriti s tarčami; to sta tla in strop, kjer stabilizacija točk ni bila mogoča. Kljub temu ocenjujemo, da razporeditev točk dobro pokriva vidno polje s posameznega stebra. Ker je razporeditev tarč dokaj simetrična, dobimo zelo podobne slike tudi z drugih treh stojišč.

### Klasična – tahimetrična izmera

Za določitev relativnih položajev stojišč in tarč v mreži uporabimo metodo triangulacije in trigonometričnega višinomerstva. Merijo se horizontalne smeri in zenitne razdalje z vseh štirih stojišč proti ostalim trem stojiščem in vsem vidnim tarčam. Dolžin ne merimo, saj tarče niso retroreflektivne, merjenje v brezreflektorskem načinu pa bi prineslo manj natančne meritve, ki bi bolj kvarile kot pa doprinesle h kakovosti določitve koordinat. Merimo po girusni metodi v treh girusih. Oblika mreže je prikazana na sliki 3.5



Slika 3.5: Položaji točk v geodetski mreži

Figure 3.5: Target positions in the geodetic network

Ker mreže ni moč meriti z uporabo sistema AVT, smo izbirali instrument, ki omogoča udobnejše ročno viziranje. Sodobni instrumenti s piezo pogoni za avtomatsko viziranje so bili za ročno viziranje nekoliko nerodni. Izbrali smo instrument Leica TCRP1201+, njegove tehnične značilnosti pa so v Preglednici 3.2.

Pri meritvah na stebre smo za signalizacijo uporabljali precizne merske prizme Leica GPH1P. Za viziranje tarč na stropu (pri zelo majhnih zenitnih razdaljah) smo uporabljali zenit okular Leica GFZ3. Za redukcijo dolžin smo merili meteorološke parametre. S preciznim aspiracijskim psihrometrom smo merili suho in mokro temperaturo, z digitalnim barometrom Paroscientific pa zračni tlak.

Meritve so bile izvedene v dveh terminih. 30. novembra 2011 smo na vseh štirih stojšičih izmerili po en girus, 8. decembra 2012 pa še po dva girusa. S stojšiča S1 je bilo opazovanih 58 tarč, s stojšiča S2 55 tarč, s stojšiča S3 56 tarč in s stojšiča S4 58 tarč, to je skupaj 227 opazovanih smeri in zenitnih razdalj. Razen tarče 202 so bile vse tarče izmerjene z vsaj treh stojšič. Tarča 202 je postavljena tako slabo, da je vidna samo z enega stojšiča, zato smo proti tej tarči merili tudi dolžino. Merjene so tudi dolžine med vsemi stebri, torej je izmerjenih skupaj 13 dolžin.

Pred izravnavo smo surova opazovanja pregledali, izločili očitne grobe pogoške, izračunali sredine girusov ter izvedli meteorološko redukcijo dolžin. Ker so nekatere razdalje med instrumentom in tarčami zelo kratke, je pri meritvah pogosto prišlo do relativno velikih razlik med kotnimi meritvami v obeh krožnih legah in med posameznimi girusi. Pri takšnih primerih smo glede na razdaljo do tarče ocenili, ali gre res za grobi pogošek ali pa je takšna razlika na tako kratki razdalji povsem sprejemljiva.

Izravnavo smo izvedli z lastnim programom *Izravnavo 3.7*. Postopek in delovanje programa je opisan v Dodatku A, rezultati izravnave pa so v Dodatku C elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>.

**Povzetek rezultatov izravnave:** Mreža je 3-razsežna, datum je zagotovljen z notranjimi vezmi – prosta mreža. Natančnosti opazovanj so enotne za vsak tip opazovanj, in sicer 4'' za

Preglednica 3.2: Osnovni tehnični podatki instrumenta Leica TCRP1201+

Table 3.2: Leica TCRP1201+ basic technical data

Instrument	
območje delovanja	-20 °C do +50 °C
dozna libela	6' / 2 mm
natančnost kompenzatorja	0,5''
Teodolit	
povečava daljnogleda	30×
premer objektiva	40 mm
najkrajša razdalja	1,7 m
način čitanja na krogih	kodirni način
standardni odklon $\sigma_{ISO-THEO}$	1''
Razdaljemer	
nosilno valovanje	0,658 $\mu\text{m}$
merska frekvenca	100 MHz
referenčni pog.: $n_0$ , $p_0$ , $t_0$	1,0002863, 1013,25 hPa, 12 °C
doseg	3,5 km
standardni odklon $\sigma_{ISO-EDM}$ :	1 mm ; 1.5 ppm

smeri in zenitne razdalje ter 0,2 mm za poševne dolžine. V mreži je opazovanih 227 smeri ter prav toliko zenitnih razdalj in 13 poševnih dolžin, skupaj **467 opazovanj**. V mreži je 65 novih točk, ki pomenijo 195 koordinatnih neznank, ter štiri stojišča, ki prinašajo 4 orientacijske neznanke, skupaj **199 neznank**. Ker je datum zagotovljen z notranjimi vezmi – prosta mreža, imamo defekt datuma 4 in tako **272 nadštevilnih opazovanj**. Položajni standardni odkloni definitivnih koordinat točk so manjši od **0,3 mm**, **globalni test modela je 0,97**, kar kaže na dobro skladnost opazovanj tako znotraj mreže kot tudi z danimi količinami.

## Skeniranje

Testno kalibracijsko polje smo skenirali dvakrat. Prvič 21. oktobra 2011 s skenerjem Leica ScanStation C10, ki smo ga najeli pri podjetju Piniped. Drugič smo skenirali 15. februarja 2012 z Rieglom VZ-400, ki ga je posodilo podjetje DFG consulting d.o.o. Tehnični podatki o uporabljenih skenerjih so v Preglednici 3.3. Obakrat smo z vseh štirih stojišč skenirali Leicine HDS “6'' circular tilt & turn” tarče (v nadaljevanju Leica modre tarče), stabilizirane na prosta tri stojišča, nato pa še vse tarče Testnega kalibracijskega polja. Oba skenerja in Leica modra tarča so prikazani na Sliki 3.6.

Preglednica 3.3: Tehnični podatki uporabljenih skenerjev

Table 3.3: Technical data for the scanners used in the dissertation

stvar	Leica ScanStation C10	Riegl VZ-400
Temperaturni razpon	0 °C do + 40 °C	- 40 °C do + 40 °C
Tip skenerja	sferni-panoramski	hibridni
Mehanizem za V odklon žarka	zrcalo na prizmi	vrteča tristrana prizma
Mehanizem za HZ odklon žarka	vrteča glava	vrteča glava
Vidno polje	V: 90° do -45°; Hz: 360°	V: +60° do -40°; Hz: 360°
Kompenzator	$\sigma = 1,5''$ , razpon $\pm 5'$	$\sigma = 30''$ , razpon $\pm 10'$
Laser	zelena: $\lambda = 532 \text{ nm}$	blizu IR: $\lambda \approx 1550 \text{ nm}$
Hitrost skeniranja	< 50000 točk/s	< 122000 točk/s
Doseg	< 300 m	< 600 m
Točnost	$\sigma_{kot} = 12''$ , $\sigma_d = 4 \text{ mm}$	ločljivost $_{kot} = 1,8''$ , $\sigma_d = 5 \text{ mm}$

Vse tarče v Testnem kalibracijskem polju smo skenirali z ločljivostjo približno 1 mm v horizontalni in 1 mm v vertikalni smeri. Vsaka tarča je bila skenirana posebej, ker bi bilo skeniranje celotnega prostora s takšno ločljivostjo časovno potratno in nepotrebno.

Rezultati skeniranja so za vsak skener na vsakem stojišču izrednoteni centri tarč. Rezultati so zbrani v Dodatku D elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>, in vsebujejo naslednje atribute:

- inst. – uporabljeni skener (leica – Leica ScanStation C10, rieg1 – Rieg1 VZ-400)
- st. – ime stojišča (S1 — S4)
- tc. – ime točke
- $X, Y, Z$  – koordinate centra tarče [m]
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  – natančnosti koordinat [mm]
- $\rho_{max}$  – največja korelacija pri iskanju centra tarče [%]
- $i$  – vpadni kot laserskega žarka na tarčo [°]
- $RmR$  – razdalja med črno in belo ravnino [mm]
- $\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  – elementi variančno-kovariančne matrike [m<sup>2</sup>]



(a) Leica ScanStation C10  
(a) *Leica ScanStation C10*



(b) Leica modra tarča  
(b) *Leica HDS 6'' target*



(c) Rieg1 VZ-400  
(c) *Rieg1 VZ-400*

Slika 3.6: Instrumenta in tarča  
*Figure 3.6: Instruments and target*

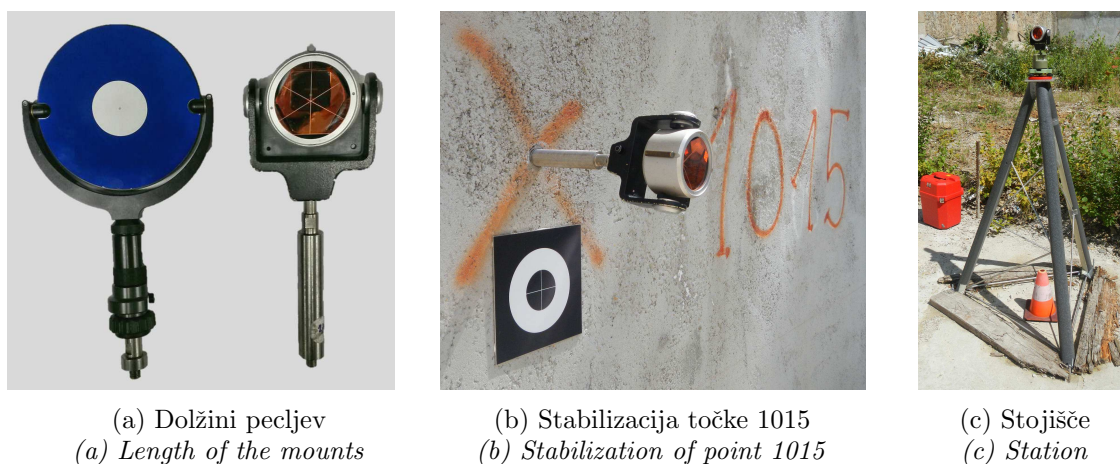
### 3.3.2 Kalibracijsko polje – Gradbena jama

V letu 2013 se je po spletu naključij ponudila možnost vzpostavitve večjega kalibracijskega polja. V središču Ljubljane na Bavarskem dvoru je že od leta 2008 stala gradbena jama. Na severu je mejila na Tivolsko cesto, na vzhodu na Slovensko in na jugu na Dvořakovo. Jama je bila globoka 11 m, dolga 50 m in široka 25 m (Vežočanik in sod., 2013). Upravitelj jame je zaradi poteka garancije nosilnih sider v stenah želel preveriti stabilnost sten, pri čemer ga ni motilo, da bi vzporedno z izmero stabilnosti jame uporabili še kot kalibracijsko polje za potrebe namenov doktorskega dela. Projekta smo se lotili v partnerstvu s podjetjem DFG consulting d. o. o., ki nam je predstavilo možnost sodelovanja pri projektu Gradbena jama ter je bilo pripravljeno posoditi laserski skener Riegl VZ-400.

#### Stabilizacija točk

Točke so stabilizirane na način, ki omogoča pritrditev precizne tahimetrične prizme Leica GPH1P in Leica modre tarče za skeniranje, tako da materializirata “isto” točko. V betonske stene smo vgradili kovinsko palico z navojem ženskega spola. V ta navoj se lahko privije bodisi daljši peclj, na katerega se natakne precizna prizma, bodisi krajši peclj, na katerega se natakne Leica modra tarča za skeniranje (Slika 3.7a). Peclja sta povsem enaka (s strojniško natančnostjo), imata le različne dolžine. Različna dolžina reducira razliko “višine” med prizmo in Leica modro tarčo.

Na vsaki točki je poleg navojne palice na steno prilepljena aluminijasta plošča z nalepljeno črno-belo tarčo. Oblika tarče je privzeta iz testnega kalibracijskega polja, le njena dimenzija je ustrezno večja glede na večjo dimenzijo kalibracijskega polja. Slika 3.7b prikazuje praktično izvedbo stabilizacije na primeru točke 1015. Pri skeniranju se dolgi peclj in prizma zamenjata s kratkim pecljem in Leica modro tarčo.



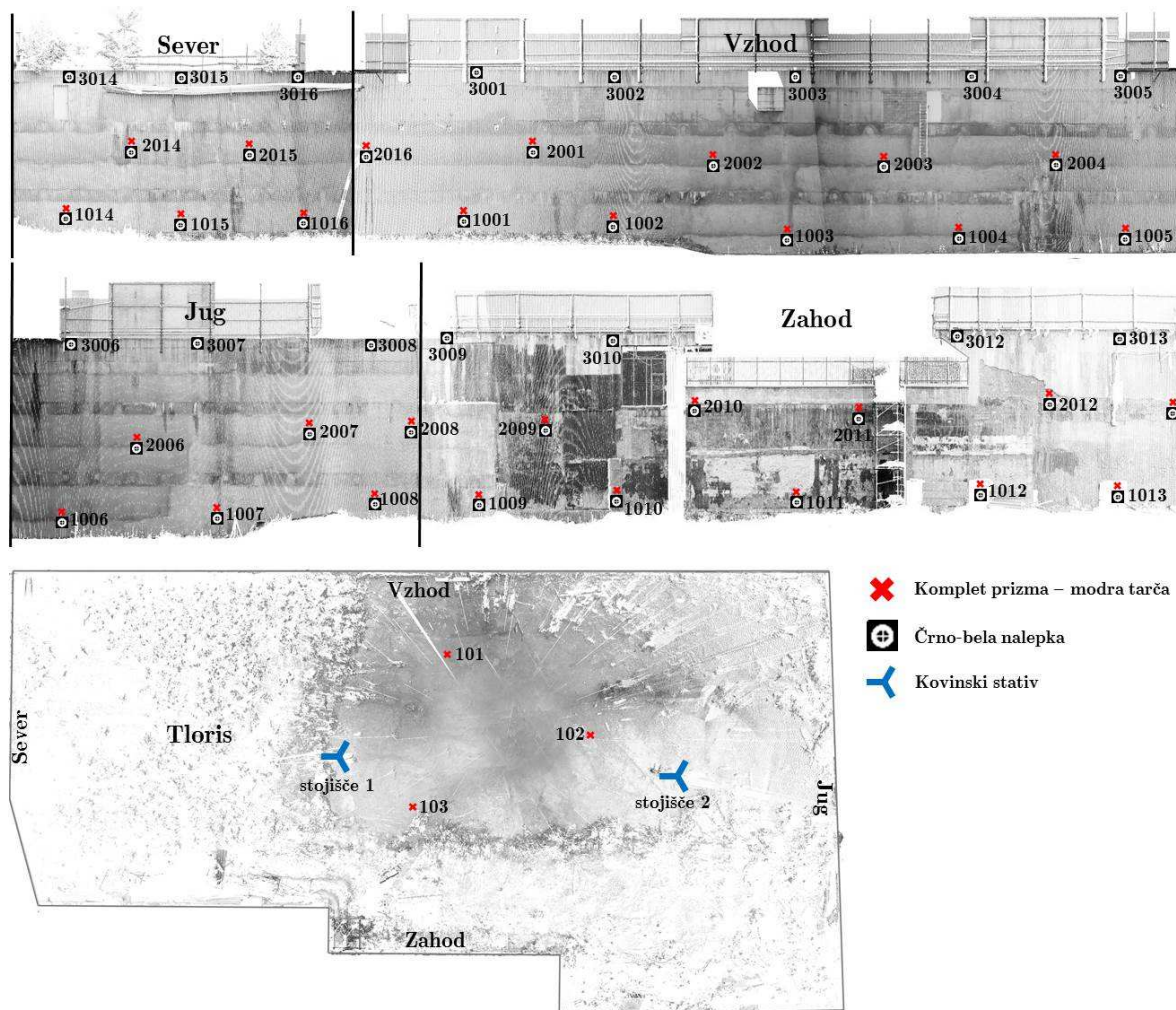
Slika 3.7: Stabilizacija točk v kalibracijskem polju Gradbena jama

Figure 3.7: Stabilising of the points in the “Construction pit” calibration field

Stojišči sta želeli biti stabilizirani trajneje od navadnega stativa. Poleg tega smo želeli omogočiti prisilno centriranje med izmerami. Izdelava betonskih stebrov zaradi lokacije ni bila mogoča. Izdelali smo dva stativa iz kovinskih cevi, ki smo jih toplotno izolirali. Stativa sta z navojnimi palicami pritrjena v tla jame. Dolgoročna stabilnost takšnih stojišč ni samoumevna, vsekakor pa je tak način stabilizacije bolj kakovosten, kot pa bi bila stabilizacija talne točke in centriranje instrumenta s stativom.

## Položaji točk

Jamo sestavljajo štiri stene in tla. Na stenah so točke razvrščene v treh horizontalnih nivojih. Spodnji nivo točk je dober meter nad tlemi, srednji približno na sredini sten  $\sim 5$  m od tal, zgornji pa tik pod robom gradbene jame, to je na višini okoli 11 m. Točke zgornjega nivoja so stabilizirane brez navojnih palic, samo s črno-belimi tarčami. Na tleh so stabilizirane tri točke samo z navojnimi palicami brez črno-bele tarče ter dve stojišči. Položaji točk na stenah in tleh jame so shematično prikazani na Sliki 3.8.



Slika 3.8: Položaji točk v kalibracijskem polju Gradbena jama  
*Figure 3.8: Target positions in the "Construction pit" calibration field*

## Klasična – tahimetrična izmera mreže GJ (točke signalizirane s prizmami)

Določitev koordinat točkam v kalibracijskem polju Gradbena jama s klasično geodetsko tehnologijo poteka ločeno za točke, ki so signalizirane s prizmami, in ločeno za črno-bele tarče.

Mreža točk, signaliziranih s prizmami (ki omogoča avtomatsko merjenje s sistemom AVT), je bila izmerjena šestnajstkrat, in to predvsem zaradi kontrole stabilnosti sten jame. Geodetska mreža za določitev centrov črno-belih tarč je bila izmerjena dvakrat, saj je zaradi ročnega viziranja takšna izmera mnogo zahtevnejša. Preglednica 3.4 prikazuje termine vseh izmer v Gradbeni jami.

Preglednica 3.4: Termini izmer

Table 3.4: Measurement dates

Termin	Izmera	Črno-belih tarč	Skeniranje	
27. 5. 2013	GJ1	ČB1 (22. 7.)	S1 (19. 7.)	
12. 6. 2013	GJ2			
1. 7. 2013	GJ3			
18. 7. 2013	GJ4			
6. 8. 2013	GJ5			
3. 9. 2013	GJ6			
21. 10. 2013	GJ7			S2 (22. 10.)
3. 12. 2013	GJ8			S3
22. 1. 2014	GJ9			S4
3. 3. 2014	GJ10			
29. 4. 2014	GJ11			ČB2 (4. 7.)
3. 7. 2014	GJ12			
28. 8. 2014	GJ13			
5. 11. 2014	GJ14			
18. 12. 2014	GJ15			
14. 4. 2015	GJ16			

**Mreža** za kontrolo stabilnosti sten gradbene jame je klasična triangulacijsko-trilateracijska geodetska mreža. Datum zagotavljajo tri točke, stabilizirane izven vplivnega območja jame. Dve stojišči, ki dogledata dane točke, sta začasno stabilizirani na južnem robu jame. S teh dveh stojišč sta vidni stojišči na tleh jame ter dobršen del točk na severni in vzhodni steni. Oblika mreže je prikazana na Sliki 3.9.

**Izmera** poteka tako, da z vseh štirih stojišč z girusno metodo v sedmih girusih merimo smeri, zenitne razdalje in poševne dolžine pa v sedmih ponovitvah v obeh krožnih legah do vseh vidnih točk. Meritve so bile vsakokrat izvedene z instrumentom Leica TS30 (tehnični podatki so v Preglednici 3.5).

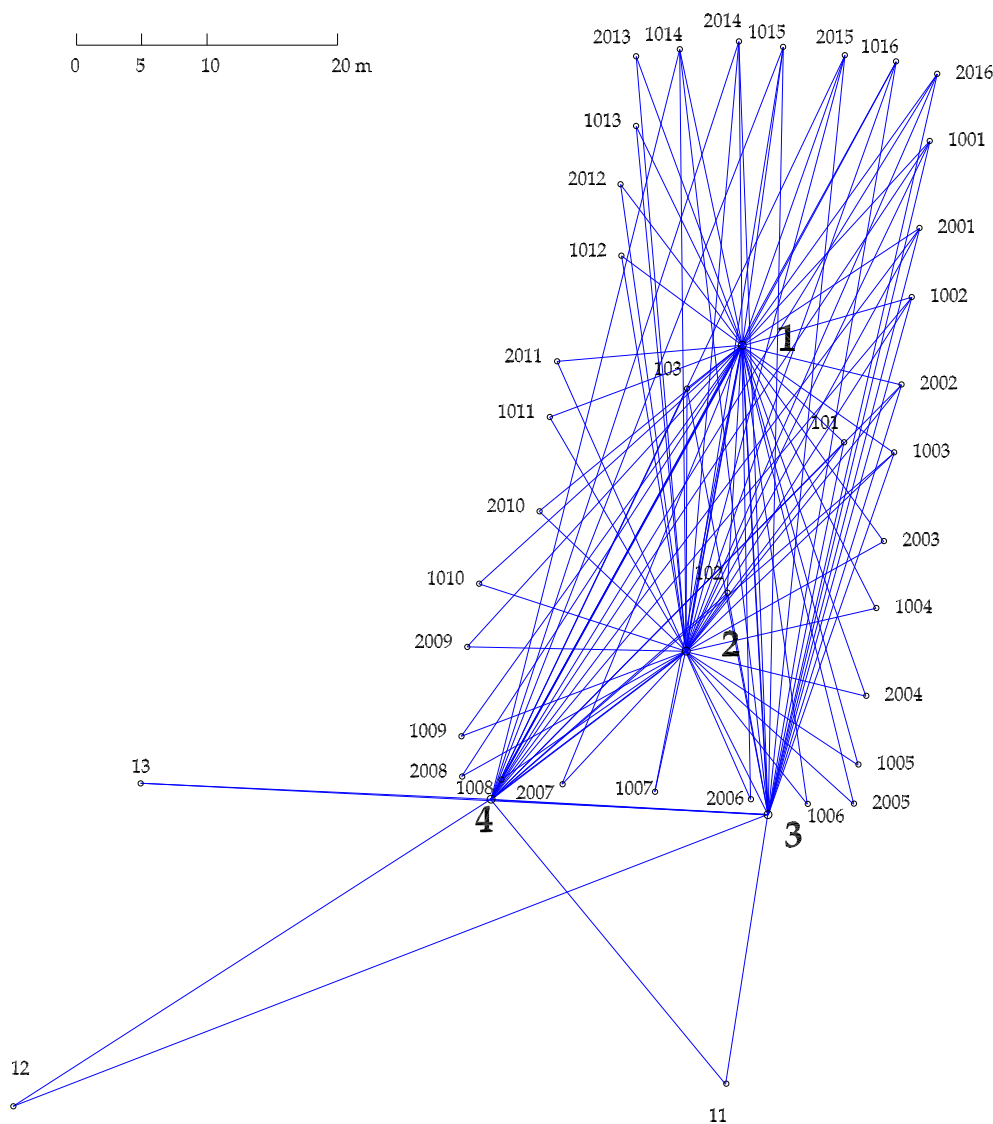
Preglednica 3.5: Osnovni tehnični podatki instrumentov Leica TS30 in TC2003

Table 3.5: Basic technical data for Leica TS30 and TC2003

Instrument	Leica TS30	Leica TC2003
območje delovanja dozna libela natančnost kompenzatorja	-20 °C do +50 °C 4' / 2 mm 0,5''	-20 °C do +50 °C 4' / 2 mm 0,3''
Teodolit		
povečava daljnogleda premer objektiva najkrajša razdalja način čitanja na krogih standardni odklon $\sigma_{ISO-THEO}$	30× 40 mm 1,7 m kodirani <sup>1</sup> 0,5''	30× 42 mm 1,7 m kodirani <sup>2</sup> 0,5''
Razdaljemer		
nosilno valovanje merska frekvenca referenčni pog.: $n_0, p_0, t_0$ doseg standardni odklon $\sigma_{ISO-EDM}$ :	0,658 $\mu\text{m}$ 100 MHz 1,0002863, 1013,25 hPa, 12 °C 3,5 km 0,6 mm ; 1 ppm	0,850 $\mu\text{m}$ 50 MHz 1,0002818, 1013,25 hPa, 12 °C 2,5 km 1 mm ; 1 ppm

Ker so vse opazovane točke vedno signalizirane z merskimi prizmami, lahko uporabljamo sistem avtomatskega viziranja tarč, kar izredno olajša in časovno optimizira meritve. Na vsakem stojišču med meritvami beležimo suho in mokro temperaturo ter zračni tlak.

**Obdelava podatkov** obsega izračun sredin girusov ter redukcijo dolžin za meteorološke po-



Slika 3.9: Oblika geodetske mreže GJ1 – GJ16

Figure 3.9: Design of the “Construction pit” geodetic network

pravke (Kogoj, 2005) ter adicijske konstante prizem. Pri računu sredin girusov računamo standardne odklone ponovljenih meritev in pri tem zasledujemo morebitne grobe pogoške.

**Izravnava 3D mreže** je izvedena z lastnim programom *Izravnava 3.7*, katerega delovanje je opisano v Dodatku A. Prilaganje vseh šestnajstih poročil o izravnavi iste mreže bi bilo menda nepotrebno, zato v Dodatku E elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si/> prilagamo podatke o izravnava GJ4 in GJ12, ki sovpadata z izmero mreže črno-belih tarč.

**Povzetek rezultatov izravnave GJ4:** Mreža je 3-razsežna, datum je zagotovljen s tremi danimi točkami. Natančnosti opazovanj so enotne za vsak tip opazovanj, in sicer **1,3''** za smeri in **1,3''** za zenitne razdalje ter **0,2 mm** za poševne dolžine. V mreži je opazovanih 116 smeri ter prav toliko zenitnih razdalj in poševnih dolžin, skupaj **348 opazovanj**. V mreži je 39 novih točk, ki pomenijo 117 koordinatnih neznank, ter štiri stojišča, ki prinašajo 4 orientacijske neznanke, skupaj **121 neznank**. Ker je datum zagotovljen z danimi točkami, nimamo datumskega defekta in tako imamo **227 nadštevilnih opazovanj**. Položajni standardni odkloni definitivnih koordinat točk so manjši od **0,5 mm**, **globalni test modela je 1,10**, kar kaže na dobro skladnost opazovanj tako znotraj mreže kot tudi z danimi količinami.



**Povzetek rezultatov izravnave GJ12:** Mreža je 3-razsežna, datum pa je zagotovljen s tremi danimi točkami. Natančnosti opazovanj so enotne za vsak tip opazovanj, in sicer 3" za smeri in 4" za zenitne razdalje ter 0,5 mm za poševne dolžine. V mreži je opazovanih 115 smeri ter prav toliko zenitnih razdalj in 116 poševnih dolžin, skupaj 346 opazovanj. V mreži je 39 novih točk, ki pomenijo 117 koordinatnih neznank, ter štiri stojišča, ki prinašajo 4 orientacijske neznanke, skupaj 121 neznank. Ker je datum zagotovljen z danimi točkami, nimamo datumskega defekta in tako imamo 225 nadštevilnih opazovanj. Položajni standardni odkloni definitivnih koordinat točk so manjši od 0,8 mm, globalni test modela je 0,92, kar kaže na dobro skladnost opazovanj tako znotraj mreže kot tudi z danimi količinami.

### Klasična – tahimetrična izmera mreže ČB (točke signalizirane s črno-belimi tarčami)

Mreža za določitev položajev centrov črno-belih tarč je klasična triangulacijsko-trilateracijska geodetska mreža. Črno-bele tarče ne omogočajo merjenja dolžin in posledično ne omogočajo avtomatskega viziranja tarč. Vse črno-bele tarče je torej treba vizirati ročno, kar je naporno in zamudno opravilo, zato smo izmero črno-belih tarč izvedli "le" dvakrat. Želimo, da je datum mreže prav takšen kot pri mreži s prizmami, zato smo za datumske točke izbrali štiri od točk s pečlji (1005, 1007, 1013 in 1015). Mreža je bila izmerjena 22. julija 2013 in 4. julija 2014; glej Preglednico 3.4.

S stojišč na kovinskih stativih S1 in S2 ter z dveh dodatnih začasnih stojišč, stabiliziranih s stativoma S5 in S6, smo v treh girusih izmerili smeri, zenitne razdalje in poševne dolžine proti štirim datumskim točkam ter samo smeri in zenitne razdalje proti vsem vidnim tarčam. Zaradi visokih temperatur in močnega sonca smo instrument in operaterja zavarovali z geodetskim senčnikom, ki je bil v posebno kovinsko konstrukcijo pritrjen z lesenim čepom (Slika 3.10).



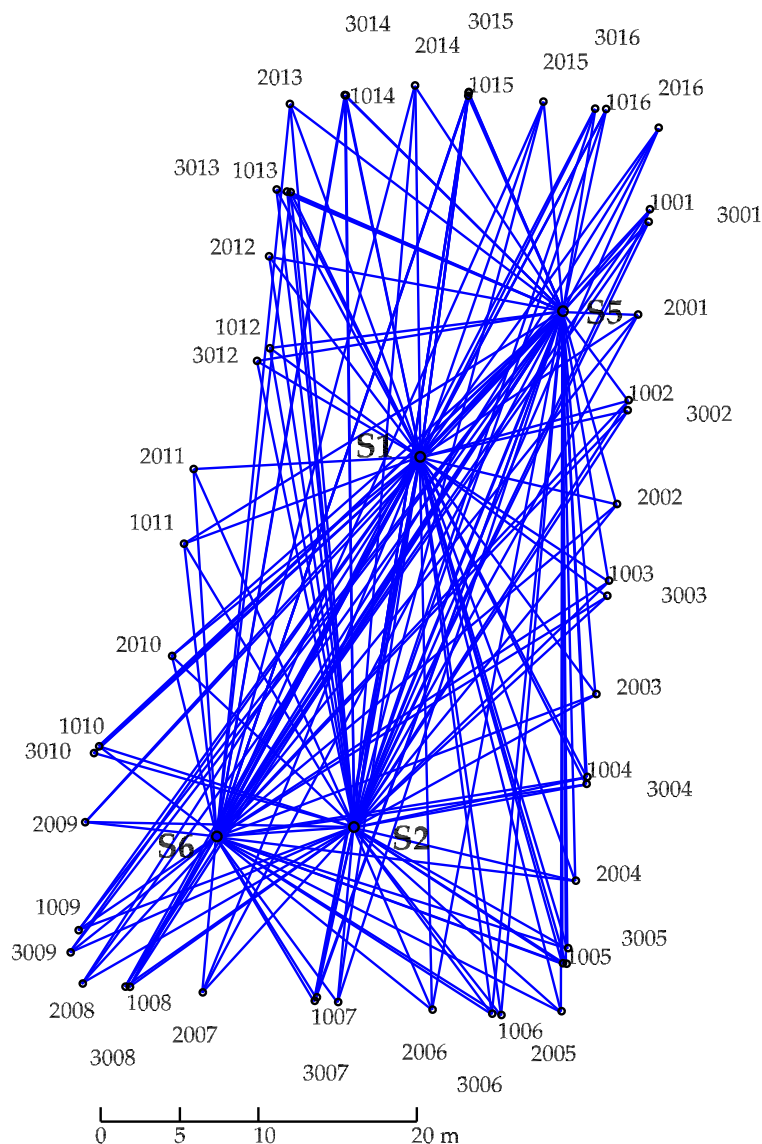
Slika 3.10: Meritve mreže črno-belih tarč

Figure 3.10: Measurements of the black-white target network

Oblika mreže je prikazana na Sliki 3.11 V prvi izmeri črno-belih tarč smo uporabili instrument Leica TC2003, čigar karakteristike prikazuje Preglednica 3.5. Druga izmera je bila izvedena z instrumentom Leica TS30, Preglednica 3.5. Na vsakem stojišču med meritvami beležimo suho in mokro temperaturo ter zračni tlak.

**Obdelava podatkov** obsega izračun sredin girusov ter redukcijo dolžin za meteorološke popravke (Kogoj, 2005) in adicijske konstante prizem. Pri računu sredin girusov računamo standardne odklone ponovljenih meritev in pri tem zasledujemo morebitne grobe pogoške.

**Izravnava 3D mreže** je izvedena z lastnim programom *Izravnava 3.7*, katerega delovanje je opi-



Slika 3.11: Oblika geodetske mreže črno-belih tarč ČB1 in ČB2

Figure 3.11: Design of the geodetic network for black-white targets

sano v Dodatku A, v Dodatku E elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si> pa prilagamo podatke o izravnava obih mrež črno-belih tarč ČB1 in ČB2.

**Povzetek rezultatov izravnave ČB1:** Mreža je 3-razsežna, datum je zagotovljen s štirimi danimi točkami. Natančnosti opazovanj so enotne za vsak tip opazovanj, in sicer  $3,5''$  za smeri in  $2''$  za zenitne razdalje ter  $0,2\text{ mm}$  za poševne dolžine. V mreži je opazovanih 206 smeri ter prav toliko zenitnih razdalj in 28 poševnih dolžin (med stojišči in danimi točkami), skupaj **440 opazovanj**. V mreži je 51 novih točk, ki pomenijo 153 koordinatnih neznank ter štiri stojišča, ki prinašajo 4 koordinatne neznanke, skupaj **157 neznank**. Ker je datum zagotovljen z danimi točkami, nimamo datumskega defekta in tako imamo **283 nadštevilnih opazovanj**. Položajni standardni odkloni definitivnih koordinat točk so manjši od  $1\text{ mm}$ , razen za točke v severovzhodnem vogalu (1016, 1001, 2016, 3001), in to zaradi slabših presekov vizur. **Globalni test modela 1,06** ter dobre položajne natančnosti kažejo na skladnost opazovanj tako znotraj mreže kot tudi z danimi količinami.

**Povzetek rezultatov izravnave ČB2:** Mreža je 3-razsežna, datum je zagotovljen s štirimi danimi točkami. Natančnosti opazovanj so enotne za vsak tip opazovanj, in sicer  $2''$  za smeri

in 1" za zenitne razdalje ter 0,2 mm za poševne dolžine. V mreži je opazovanih 205 smeri ter prav toliko zenitnih razdalj in 27 poševnih dolžin (med stojišči in danimi točkami), skupaj 437 opazovanj. V mreži je 51 novih točk, ki pomenijo 153 koordinatnih neznank ter štiri stojišča, ki prinašajo 4 koordinatne neznanke, skupaj 157 neznank. Ker je datum zagotovljen z danimi točkami, nimamo datumskega defekta in tako imamo 280 nadštevilnih opazovanj. Položajni standardni odkloni definitivnih koordinat točk so manjši od 1 mm, razen za točki v severovzhodnem vogalu (1016 in 1001), in to zaradi slabših presekov vizur. **Globalni test modela 1,13** ter dobre položajne natančnosti kažejo na skladnost opazovanj tako znotraj mreže kot tudi z danimi količinami.

## Skeniranje

Kalibracijsko polje Gradbena jama smo skenirali petkrat z instrumentom Riegl VZ-400 (tehnični podatki v Preglednici 3.3) podjetja DFG consulting d.o.o. (Glej Preglednico terminov izmer 3.4). V peti izmeri smo vzporedno skenirali tudi z instrumentom Riegl VZ-400 Fakultete za gradbeništvo in geodezijo UL. V nadaljevanju to vzporedno skeniranje imenujemo kar šesta izmera (Slika 3.12).



Slika 3.12: Stojišče skenerja v poletni pripeki – šesta izmera

*Figure 3.12: Scanner station in the summer heat – sixth measurement*

V vseh izmerah smo skenirali s stojišč na tleh Gradbene jame S1 in S2 vse vidne točke (Leica modre tarče na pečljih in črno-bele tarče). Na sosednjem stojišču je bila stabilizirana Leica modra tarča na kovinskem stativu s podnožjem.

Vse tarče so bile skenirane z gostoto približno 1×1 mm.

Za vse skenirane tarče v vseh "šestih" izmerah z obeh stojišč smo izvednotili centre tarč s postopkom, opisanim v poglavju 2. Rezultati so zbrani v Dodatku F elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>, in vsebujejo naslednje atribute:

- tt – tip tarče (M – Leica modra tarča za skenerje, ČB – črno-bela tarča)
- i – številka izmere (1-6)
- s – številka stojišča (1-2)
- t – ime točke

- $X, Y, Z$  – koordinate centra tarče [m]
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  – natančnosti koordinat [mm]
- $\rho_{max}$  – največja korelacija pri iskanju centra tarče [%]
- $i$  – vpadni kot laserskega žarka na tarčo [°]
- $RmR$  – razdalja med črno in belo ravnino [mm]
- $\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  – elementi variančno-kovariančne matrike [m<sup>2</sup>]

### 3.4 Izračuni in analize

Postopek samokalibracije, opisan v poglavju 3.2, smo izvedli na naslednjih šestih poskusih:

- Testno kalibracijsko polje
  - Poskus A s skenerjem Leica ScanStation C10
  - Poskus B s skenerjem Riegl VZ-400
- Gradbena jama, šest izmer z dveh stojišč z instrumentom Riegl VZ-400
  - Poskus C samo Leica modre tarče
  - Poskus D samo črno-bele tarče
  - Poskus E oba tipa tarč, pri čemer neznane transformacijske parametre na vsakem stojišču določimo ločeno za en in drug tip tarč
  - Poskus F oba tipa tarč, pri čemer neznane transformacijske parametre na vsakem stojišču določimo za oba tipa tarč skupaj

Vseh izravnjav samokalibracije smo se lotili okvirno v naslednjem vrstnem redu:

- i) Objektne koordinate (v nadaljevanju  $KO$ ) so v izravnavi neznanke, kalibracijskih parametrov (v nadaljevanju  $KP$ ) pa ne vključimo v izravnavo. Izravnajo se transformacijski parametri (v nadaljevanju  $TP$ ) za vsa stojišča in  $KO$ , ki najbolj ustrezajo opazovanjem (geodetski datum je zagotovljen z notranjimi vezmi). V prvem koraku za natančnosti skenerskih opazovanj uporabimo empirične natančnosti centrov tarč, določene v poglavju 2. Na podlagi globalnega testa modela (v nadaljevanju  $GTM$ ) in vrednosti popravkov opazovanj izberemo ustrezne natančnosti opazovanj  $\sigma_\theta, \sigma_\alpha, \sigma_\rho$ . Uporabili bi lahko postopek za izbiro a-priori ocene uteži iz Kogoj (1992).
- ii)  $KO$  vključimo v izravnavo kot opazovanja (določena s klasičnimi meritvami) z natančnostmi, določenimi v izravnavi geodetske mreže. Izravnajo se le  $TP$  za vsa stojišča. Ker so  $\sigma_\theta, \sigma_\alpha, \sigma_\rho$  določene že v prejšnjem koraku, lahko zdaj na podlagi  $GTM$  in popravkov opazovanih  $KO$  ocenimo še natančnosti  $KO$ :  $\sigma_X, \sigma_Y, \sigma_Z$ . Po tem koraku imamo načelno usklajene natančnosti opazovanj. Teoretično ocenjene natančnosti pri izvrednotenju tarč in izravnavi mreže namreč niso vedno popolnoma ustrezne za izravnavo samokalibracije.
- iii) V izravnavo vključimo  $KP$ , kar lahko oziroma naj bi povzročilo zmanjšanje vrednosti popravkov opazovanj in posledično zmanjšalo vrednost  $GTM$ , saj se odstopanja lahko porazdelijo še na te neznanke.
- iv) Izrišemo popravke opazovanj  $v_\theta, v_\alpha, v_\rho$  v odvisnosti od skenerjevih opazovanj  $\theta, \alpha, \rho$  in vpadnega kota  $i$ .

Rezultate kalibracij bomo podajali v okolju Kalibracija (podobno kot Slika ali Preglednica). Najprej bomo podali seznam nizov, ki jih vključujemo v izravnavo – vsak niz ima naslednje podatke: instrument, izmera, stojišče in tip tarče. Sledijo izravnane neznanke  $TP$  za vsak niz skupaj z njihovimi natančnostmi. V naslednji tabeli podamo definitivne vrednosti  $KP$  z natančnostmi, v nadaljevanju tabele sledijo korelacijski koeficienti med neznankami  $KP$  in neznankami  $TP$  ter  $KP$ . Zadnji tabeli podajata statistike popravkov opazovanj, prva za skenerska, druga pa za klasična opazovanja. Podajamo standardne odklone popravkov ter povprečne natančnosti popravkov, ki so izračunani kot koren srednje vrednosti variance popravkov, za posamezni tip opazovanj ( $\theta, \alpha, \rho$  za skenerske in  $X, Y, Z$  za klasične). Na koncu izrišemo popravke skenerskih opazovanj v odvisnosti od vrednosti opazovanj  $\theta, \alpha, \rho$  in vpadnega kota  $i$ .

### 3.4.1 Samokalibracija na Testnem kalibracijskem polju

#### Rezultati izmere z instrumentom Leica ScanStation C10 – Poskus A

Zaradi zelo velikih vpadnih kotov smo morali nekatere grobo pogrešene centre tarč, določene s skeniranjem, odstraniti.  $TP$  so za tako majhno polje določeni zelo dobro. Opazimo, da je instrument horizontiran; Riegl tega ne omogoča.

Natančnosti skenerskih opazovanj smo po prvem koraku i) nastavili na  $\sigma_\theta = 3''$ ,  $\sigma_\alpha = 6''$  in  $\sigma_\rho = 2$  mm, toda z vključitvijo  $KO$  kot opazovanja  $GTM$  izredno pade, zato jih lahko znižamo na  $2''$ ,  $4''$  in 1 mm, skladno s statistikami popravkov teh opazovanj. Natančnost opazovanj  $KO$  pa nastavimo na 0,2 mm. Natančnosti skenerskih opazovanj, ki ustrezajo izravnavi, so občutno višje od tovarniških specifikacij, kar pripisujemo relativno majhnemu kalibracijskemu polju.

Vključitev  $KP$  v izravnavo zniža  $GTM$  le z 1,15 na 1,03, kar kaže, da  $KP$  odmodelirajo le malo pogreškov. Sklepamo torej, da je uporabljeni instrument že tovarniško zelo dobro skalibriran.

Preglednice v Kalibraciji 3.1 kažejo rezultate izravnave.  $KP$  za dolžine  $A_0$  in  $A_1$  sta značilna in z ničemer korelirana. Za smeri kolimacijski pogrešek  $B_1$  ni značilen in je vedno močno koreliran z orientacijo  $\omega$  in  $\vec{v}_Z$ .  $B_2$  je značilen, indeksni pogrešek  $C_0$  pa skoraj na meji značilnega. Slednji je koreliran z nagnjenostjo instrumenta  $\vec{v}_X$  oz.  $\vec{v}_Y$ , malo pa tudi s translacijo instrumenta po višini  $T_Z$ . Glede na to, da vključitev  $KP$  ni zmanjšala popravkov, je nekoliko nepričakovano, da so  $KP$  dokaj značilni.

Izrisi popravkov opazovanj na pogled ne kažejo nobenih trendov. To pomeni, da iskanje morebitnih dodatnih sistematičnih pogreškov verjetno ni smiselno. Natančnosti  $2''$ ,  $4''$  in 1 mm pa glede na izrise izgledajo realne.

Kalibracija 3.1: Rezultati Poskusa A – Leica ScanStation C10 na Testnem kalibracijskem polju

Seznam nizov				
Niz	Instrument	Izmera	Stojišče	Tip tarč
1	Leica C10	1	1	Črno-bele tarče
2	Leica C10	1	2	Črno-bele tarče
3	Leica C10	1	3	Črno-bele tarče
4	Leica C10	1	4	Črno-bele tarče

Orientacijski parametri $OP$							
Niz	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	$57,91388^\circ$ $\pm 22,90''$	0,00002 $\pm 0,00001$	-0,00002 $\pm 0,00001$	1,00040 $\pm 0,00003$	18,62302 $\pm 0,00005$	7,86962 $\pm 0,00006$	2,29769 $\pm 0,00006$
2	$26,26855^\circ$ $\pm 28,22''$	0,00003 $\pm 0,00002$	0,00002 $\pm 0,00002$	1,00199 $\pm 0,00010$	18,62648 $\pm 0,00005$	5,00167 $\pm 0,00006$	2,31059 $\pm 0,00006$
3	$12,19733^\circ$ $\pm 46,99''$	0,00012 $\pm 0,00004$	-0,00006 $\pm 0,00003$	1,00602 $\pm 0,00048$	5,00092 $\pm 0,00005$	5,00007 $\pm 0,00006$	2,29535 $\pm 0,00007$
4	$196,98913^\circ$ $\pm 21,58''$	0,00001 $\pm 0,00002$	0,00000 $\pm 0,00003$	1,00008 $\pm 0,00119$	5,01830 $\pm 0,00005$	7,85970 $\pm 0,00005$	2,28438 $\pm 0,00006$

		<b>Kalibracijski parametri <math>KP</math></b>				
		$A_0$ [mm]	$A_1$ [ppm]	$B_1$ ["]	$B_2$ ["]	$C_0$ ["]
		-0,59	168,85	46,15	24,78	9,25
		$\pm 0,12$	$\pm 21,42$	$\pm 21,44$	$\pm 4,68$	$\pm 3,25$
		<b>Korelacije med <math>KP</math> in <math>OP</math> (<math>&gt; 0,5</math>)</b>				
		$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 1	$\omega$			-0,93		
Niz 1	$\vec{v}_Y$					-0,80
Niz 1	$\vec{v}_Z$			0,99	0,50	
Niz 1	$T_Z$					-0,61
Niz 2	$\omega$			-0,76		
Niz 2	$\vec{v}_Y$					-0,77
Niz 2	$\vec{v}_Z$			1,00	0,51	
Niz 2	$T_Z$					-0,54
Niz 3	$\vec{v}_Y$					0,86
Niz 3	$\vec{v}_Z$			1,00	0,51	
Niz 3	$T_Z$					-0,60
Niz 4	$\omega$			-1,00	-0,51	
Niz 4	$\vec{v}_X$					0,84
Niz 4	$\vec{v}_Z$			-0,60		
Niz 4	$T_Z$					-0,69
	$A_0$	1,00				
	$A_1$		1,00			
	$B_1$			1,00	0,52	
	$B_2$			0,52	1,00	
	$C_0$					1,00

**Statistika popravkov SKENERSKIH opazovanj**

Apriori:  $\sigma_\theta = 2,00''$ ,  $\sigma_\alpha = 4,00''$ ,  $\sigma_\rho = 1,00$  mm

Niz	$\sigma_{v\theta}$	$\sigma_{v\alpha}$	$\sigma_{v\rho}$	$\bar{\sigma}_{v\theta}$	$\bar{\sigma}_{v\alpha}$	$\bar{\sigma}_{v\rho}$
1	0,69	3,14	0,70	0,66	2,01	0,98
2	0,55	2,77	0,74	0,70	2,09	0,98
3	0,83	2,14	0,59	0,68	2,07	0,98
4	0,67	2,36	0,84	0,68	2,08	0,98
vsi:	0,68	2,61	0,72	0,68	2,06	0,98

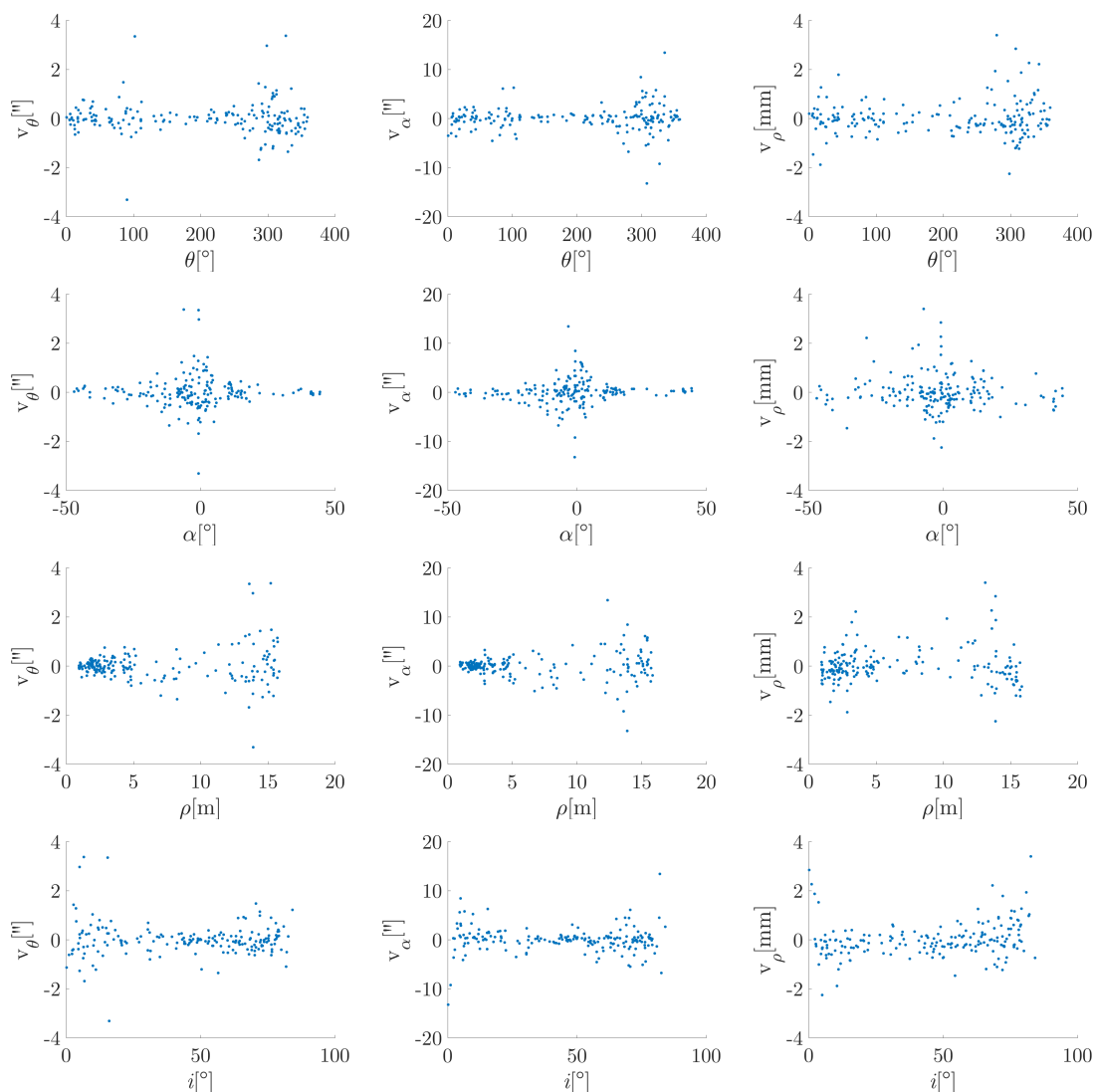
**Statistika popravkov koordinat iz TAHIMETRIJE**

Apriori:  $\sigma_X = 0,20$  mm,  $\sigma_Y = 0,20$  mm,  $\sigma_Z = 0,20$  mm

Niz	$\sigma_{vX}$	$\sigma_{vY}$	$\sigma_{vZ}$	$\bar{\sigma}_{vX}$	$\bar{\sigma}_{vY}$	$\bar{\sigma}_{vZ}$
1	0,13	0,21	0,21	0,13	0,14	0,16
2	0,15	0,12	0,18	0,14	0,14	0,16
3	0,13	0,16	0,16	0,14	0,14	0,16
4	0,12	0,16	0,15	0,13	0,15	0,16
vsi:	0,13	0,16	0,17	0,13	0,14	0,16

**Globalni Test Modela: 1,03**

### Izris popravkov SKENERSKIH opazovanj



### Rezultati izmere z instrumentom Riegl VZ-400 – Poskus B

Odstraniti smo morali nekatere grobo pogrešene centre tarč, določene s skeniranjem. Brez vključitve *KP* v izravnavo je bil *GTM* previsok (32,8). Natančnosti skenerskih opazovanj smo nastavili na 10'', 20'' in 3 mm. Z vključitvijo *KO* kot opazovanja in vseh petih *KP* je *GTM* zelo padel (na 0,7). Postopoma smo natančnosti skeniranja lahko znižali na 3'', 5'' in 2 mm, kar se, razen dolžin, sklada z natančnostmi, določenimi v poglavju 2. Natančnosti opazovanih *KO* so nastavljene na 0,4 mm v vseh treh koordinatnih smereh.

V Kalibraciji 3.2 so rezultati izravnave. Kalibracijska parametra za dolžine  $A_0$  in  $A_1$  sta popolnoma neznačilna in nista z ničemer korelirana. Kolimacijski pogrešek  $B_1$  je zelo značilen,  $B_2$  pa nekje na meji.  $B_1$  je popolnoma koreliran z orientacijo instrumenta  $\omega$  in  $\vec{v}_Z$ . Indeksni  $C_0$  ni značilen, je pa močno koreliran z nagnjenostjo instrumenta  $\vec{v}_X$  oziroma  $\vec{v}_X$  in manj s translacijo instrumenta po višini  $T_Z$ .

Korelacije se zdijo smiselne. Glede na Poskus A, kjer vključitev sistematičnih pogreškov skoraj ni vplivala na skladnost izravnave, nas je pri tem poskusu presenetilo, kako dobro je vključitev *KP* v izravnavo modelirala sistematične pogreške in s tem znižala *GTM*.



Izrisi kažejo možnosti za iskanje dodatnih trendov, morda odvisnost popravkov  $v_\alpha$  od višinskega kota  $\alpha$  ali popravkov smeri  $v_\theta$  od vrednosti smeri  $\theta$ . Morda so trendi vidni tudi zaradi oblike in majhnosti Testnega kalibracijskega polja, ne odražajo pa dejanskih sistematičnih vplivov na meritve.

Kalibracija 3.2: Rezultati Poskusa B – Riegl VZ-400 na Testnem kalibracijskem polju

Seznam nizov				
Niz	Instrument	Izmera	Stojišče	Tip tarč
1	Riegl VZ-400	1	1	Črno-bele tarče
2	Riegl VZ-400	1	2	Črno-bele tarče
3	Riegl VZ-400	1	3	Črno-bele tarče
4	Riegl VZ-400	1	4	Črno-bele tarče

Orientacijski parametri $OP$							
Niz	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	92,54589° ±46,07''	-0,00120 ±0,00001	0,00085 ±0,00002	1,00001 ±0,00008	18,62258 ±0,00011	7,86985 ±0,00012	2,06042 ±0,00013
2	300,87381° ±48,00''	-0,00090 ±0,00002	-0,00181 ±0,00002	1,00002 ±0,00005	18,62625 ±0,00011	5,00106 ±0,00013	2,07407 ±0,00014
3	166,77564° ±45,14''	-0,00098 ±0,00006	0,00003 ±0,00008	1,00000 ±0,00410	5,00068 ±0,00011	5,00034 ±0,00012	2,05950 ±0,00015
4	7,95548° ±155,41''	-0,00050 ±0,00012	0,01478 ±0,00011	1,00819 ±0,00261	5,01840 ±0,00011	7,85987 ±0,00012	2,04821 ±0,00014

Kalibracijski parametri $KP$					
	$A_0$ [mm]	$A_1$ [ppm]	$B_1$ ["]	$B_2$ ["]	$C_0$ ["]
	0,25 ±0,28	27,81 ±48,86	-628,53 ±44,77	-25,39 ±8,61	-4,08 ±7,49

Korelacije med $KP$ in $OP$ ( $> 0,5$ )					
	$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 1 $\omega$			-0,97		
Niz 1 $\vec{v}_Y$				-0,76	
Niz 1 $\vec{v}_Z$			0,97		
Niz 1 $T_Z$					-0,62
Niz 2 $\omega$			-0,93		
Niz 2 $\vec{v}_Y$				0,86	
Niz 2 $\vec{v}_Z$			-0,99		
Niz 2 $T_Z$					-0,55
Niz 3 $\omega$			-1,00		
Niz 3 $\vec{v}_X$				0,88	
Niz 3 $T_Z$					-0,66
Niz 4 $\omega$	-0,50				
Niz 4 $\vec{v}_Y$				0,88	
Niz 4 $\vec{v}_Z$			1,00		
Niz 4 $T_Z$					-0,71
$A_0$	1,00				
$A_1$		1,00			
$B_1$			1,00		
$B_2$				1,00	
$C_0$					1,00

### Statistika popravkov SKENERSKIH opazovanj

Apriori:  $\sigma_\theta = 3,00''$ ,  $\sigma_\alpha = 5,00''$ ,  $\sigma_\rho = 2,00$  mm

Niz	$\sigma_{v\theta}$	$\sigma_{v\alpha}$	$\sigma_{v\rho}$	$\bar{\sigma}_{v\theta}$	$\bar{\sigma}_{v\alpha}$	$\bar{\sigma}_{v\rho}$
1	0,60	1,32	1,68	0,80	1,94	2,06
2	0,52	1,13	1,69	0,87	2,11	2,06
3	0,92	1,96	2,15	0,86	2,10	2,06
4	0,75	1,47	1,51	0,83	2,02	2,06
vsi:	0,71	1,49	1,77	0,84	2,05	2,06

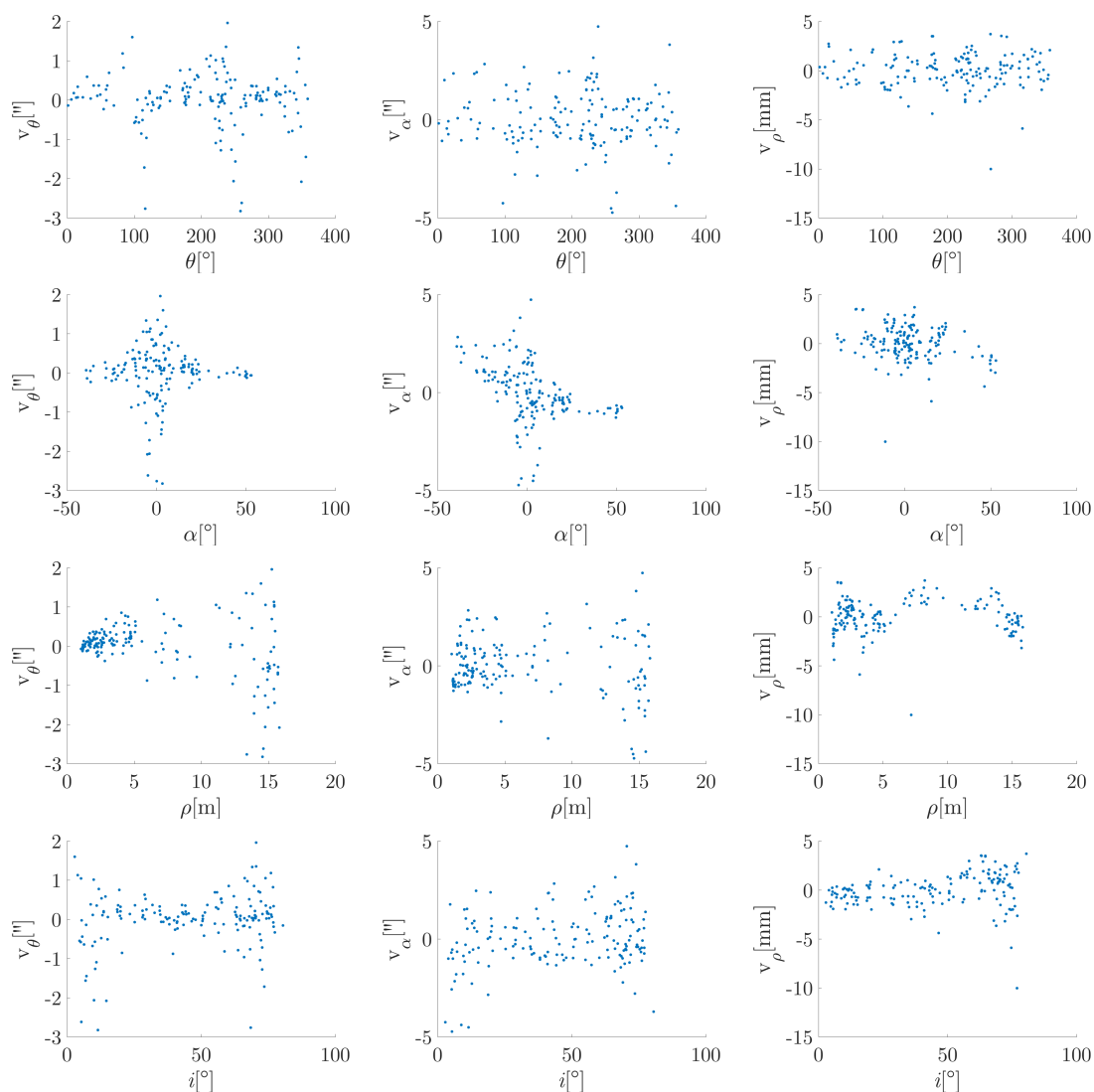
### Statistika popravkov koordinat iz TAHIMETRIJE

Apriori:  $\sigma_X = 0,40$  mm,  $\sigma_Y = 0,40$  mm,  $\sigma_Z = 0,40$  mm

Niz	$\sigma_{vX}$	$\sigma_{vY}$	$\sigma_{vZ}$	$\bar{\sigma}_{vX}$	$\bar{\sigma}_{vY}$	$\bar{\sigma}_{vZ}$
1	0,31	0,30	0,41	0,29	0,31	0,36
2	0,23	0,27	0,35	0,29	0,30	0,36
3	0,30	0,35	0,46	0,29	0,30	0,35
4	0,34	0,37	0,47	0,28	0,31	0,36
vsi:	0,29	0,32	0,42	0,29	0,31	0,36

Globalni Test Modela: 1,14

### Izris popravkov SKENERSKIH opazovanj



### 3.4.2 Samokalibracija na kalibracijskem polju Gradbena jama

V Gradbeni jami smo naredili šest izmer na dveh stojščih (12 nizov podatkov). Ker imamo v jami dva tipa tarč, črno-bele tarče in Leica modre tarče, smo s temi podatki izvedli štiri postopke samokalibracije:

#### Poskus C Samo Leica modre tarče

Začnemo z izravnavo brez  $KP$  in  $KO$  kot neznankami. V 3. izmeri na 1. stojšču (5. niz) smo napazili večje popravke merjenih smeri, v 6. izmeri (11. in 12. niz) pa večje popravke merjenih dolžin. Z natančnostmi opazovanj  $10''$ ,  $10''$  in 2 mm se  $GTM$  iz 8,6 spusti na 1,1. Po vklopu  $KO$  kot opazovanja njihovi popravki nakazujejo na natančnosti 0,2 mm. Kljub temu, da jih nastavimo na 0,5 mm, vrednost  $GTM$  ostane 1,2, zato natančnosti skenerskih opazovanj ne moremo zmanjšati. V izravnavo vključimo  $KP$ , vendar tudi to ne zmanjša vrednosti  $GTM$ .

Morda težava ni v neskladju natančnosti, ampak so v modelu prisotni grobi pogreški. Po izmeničnem izključevanju 5., 11. in 12. niza opazovanj se odločimo za izključitev vseh treh iz izravnave.  $GTM$  se spusti na vrednost 0,93. Natančnosti skenerskih opazovanj nastavimo na  $8''$ ,  $10''$  in 2 mm, natančnosti  $KO$  pa so 0,5 mm.

$KP$  po izravnavi zgledata značilni.  $B_1$  in  $B_2$  sta popolnoma korelirana tako s horizontalno orientacijo instrumenta kot medseboj,  $C_0$  pa z vertikalno translacijo, kar je vse smiselno. Rezultati tega poskusa so v Dodatku G elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>.

#### Poskus D Samo črno-bele tarče

Glede na natančnosti  $TP$  je georeferenciranje s črno-belimi tarčami izrazito boljše kot z Leica modrimi tarčami. Možen vzrok je, da centri Leica modrih tarč ne sovpadajo dovolj dobro s centri prizem.

$GTM$  na začetku zavzame vrednost 6,8, povprečne natančnosti  $KO$  so 0,4 mm. Z dvigom apriori natančnosti skenerskih opazovanj na  $8''$ ,  $8''$  in 2 mm, pade  $GTM$  na 1,33.

Glede na natančnosti  $TP$  je 2. niz orientiran slabše od ostalih. Glede na popravke skenerskih opazovanj so slabši 5., 11. in 12. niz. Odločimo se, izključiti 5., 11. in 12. niz; kot v Poskusu C.  $GTM$  se spusti na 0,82. Vklop  $KP$  in  $KO$  kot opazovanja z apriori natančnostjo 0,5 mm dovoli spustiti apriori natančnosti skenerskih opazovanj na  $6''$ ,  $7''$  in 2 mm.

Za razliko od prejšnjega poskusa sta tokrat značilna le parametra  $A_1$  in  $B_1$ . Korelacije so so prav takšne kot prej. Rezultati so izpisani v Dodatku G elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>.

#### Poskus E Črno-bele in Leica modre tarče v skupni izravnavi, vendar vsak tip kot svoje stojšče

V tem poskusu imamo 24 nizov podatkov, saj na vsakem stojšču posebej obravnavamo Leica modre in črno-bele tarče. Transformacije opazovanj v sistem kalibracijskega polja so enake kot v Poskusih C in D. V tem poskusu nas torej zanimajo predvsem vrednosti  $KP$ . Glede na prejšnja dva poskusa nastavimo apriori natančnosti skenerskih opazovanj na  $6''$ ,  $7''$  in 2 mm in opazovanih  $KO$  na 0,5 mm. Izključili smo nize, ki so se v prejšnjih dveh poskusih izkazali za grobo pogrešene. Po vklopu  $KP$  v model izravnave je vrednost  $GTM$  1,22.

Rezultati izravnave za neznane  $KP$  kažejo, da sta značilna le  $B_1$  in  $C_0$  (petkrat večja od standardnega odklona). Korelacije so takšne kot prej. Rezultati so nam všeč, nahajajo pa se v Dodatku G elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>.

**Poskus F** Črno-bele in Leica modre tarče v skupni izravnavi

Po prvi izravnavi brez  $KP$  in s  $KO$  kot neznankami dobimo vrednost  $GTM$  8,5, natančnosti  $KO$  kot neznank pa 0,5 mm. Apriori natančnosti skenerskih opazovanj naštimamo na 6'', 7'' in 2,5 mm, zato vrednost  $GTM$  pade na 2,13. Izločimo 5., 11. in 12. niz, tako kot prej, ter vključimo  $KO$  kot opazovanja z apriori natančnostjo 0,5 mm; vrednost  $GTM$  se zniža na 1,6. Neznanke  $TP$  po izravnavi kažejo, da je 2. niz vklopljen izrazito slabše od ostalih, toda izključitev tega niza ne izboljša stanja  $GTM$ ; to pomeni, da ne povzroča večjih popravkov opazovanj kot so sicer. Po vklopu  $KP$  v izravnavo vrednost  $GTM$  pade na 1,42, to je na meji spremenljivega; dobro bo.

Rezultati izravnave za neznane  $KP$  kažejo, da sta značilna le  $B_1$  in  $C_0$  (petkrat večja od standardnega odklona). Korelacije so takšne kot prej. Rezultati izravnave so podani v Kalibraciji 3.3. To je generalna solucija samokalibracije gradbene jame. Rezultati bodo uporabljeni pri nadaljnjih analizah morebitnih dodatnih sistematičnih pogreškov.

Kalibracija 3.3: Rezultati Poskusa F – Riegl VZ-400 na kalibracijskem polju Gradbena jama

Seznam nizov				
Niz	Instrument	Izmera	Stojišče	Tip tarč
1	Riegl VZ-400	1	1	Črno-bele in Leica modre Tarče
2	Riegl VZ-400	1	2	Črno-bele in Leica modre Tarče
3	Riegl VZ-400	2	1	Črno-bele in Leica modre Tarče
4	Riegl VZ-400	2	2	Črno-bele in Leica modre Tarče
5	Riegl VZ-400	3	2	Črno-bele in Leica modre Tarče
6	Riegl VZ-400	4	1	Črno-bele in Leica modre Tarče
7	Riegl VZ-400	4	2	Črno-bele in Leica modre Tarče
8	Riegl VZ-400	5	1	Črno-bele in Leica modre Tarče
9	Riegl VZ-400	5	2	Črno-bele in Leica modre Tarče

Orientacijski parametri $OP$							
Niz	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	84,57342° ±15,99''	-0,00110 ±0,00000	0,00126 ±0,00000	0,99998 ±0,00002	2103,03845 ±0,00015	1587,70233 ±0,00016	287,24785 ±0,00018
2	9,44812° ±39,42''	-0,00245 ±0,00002	0,01115 ±0,00003	0,99995 ±0,00053	2098,84904 ±0,00016	1564,27798 ±0,00016	287,31330 ±0,00018
3	203,50805° ±15,54''	-0,00103 ±0,00001	-0,00036 ±0,00001	1,00001 ±0,00044	2103,03847 ±0,00015	1587,70147 ±0,00016	287,24950 ±0,00018
4	129,28553° ±15,67''	-0,00104 ±0,00001	0,00052 ±0,00000	1,00002 ±0,00009	2098,84759 ±0,00016	1564,27839 ±0,00016	287,31465 ±0,00018
5	249,07117° ±15,67''	-0,00097 ±0,00000	-0,00065 ±0,00000	1,00002 ±0,00005	2098,84781 ±0,00016	1564,27681 ±0,00016	287,31478 ±0,00018
6	203,36629° ±15,54''	-0,00100 ±0,00001	-0,00029 ±0,00001	1,00000 ±0,00045	2103,03834 ±0,00015	1587,70089 ±0,00016	287,24905 ±0,00018
7	249,00535° ±15,67''	-0,00098 ±0,00000	-0,00062 ±0,00000	1,00001 ±0,00005	2098,84802 ±0,00016	1564,27700 ±0,00016	287,31410 ±0,00018
8	202,64593° ±15,52''	-0,00102 ±0,00001	-0,00023 ±0,00001	1,00000 ±0,00048	2103,03821 ±0,00015	1587,70165 ±0,00016	287,24833 ±0,00018
9	248,96083° ±15,67''	-0,00101 ±0,00000	-0,00041 ±0,00000	0,99999 ±0,00005	2098,84815 ±0,00016	1564,27712 ±0,00016	287,31309 ±0,00018

		<b>Kalibracijski parametri <math>KP</math></b>				
		$A_0$ [mm]	$A_1$ [ppm]	$B_1$ ["]	$B_2$ ["]	$C_0$ ["]
		-0,16	9,48	74,74	5,99	9,81
		$\pm 0,30$	$\pm 15,43$	$\pm 15,74$	$\pm 4,51$	$\pm 1,28$
		<b>Korelacije med <math>KP</math> in <math>OP</math> (<math>&gt; 0,5</math>)</b>				
		$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 1	$\omega$			-0,97	0,87	
Niz 1	$\vec{v}_Z$			0,98	-0,88	
Niz 1	$T_Z$					-0,73
Niz 2	$\omega$	-0,57				
Niz 2	$\vec{v}_Z$			1,00	-0,90	
Niz 2	$T_Z$					-0,66
Niz 3	$\omega$			-1,00	0,90	
Niz 3	$\vec{v}_Z$			-0,69	0,62	
Niz 3	$T_Z$					-0,73
Niz 4	$\omega$			-0,99	0,90	
Niz 4	$\vec{v}_Z$			0,92	-0,83	
Niz 4	$T_Z$					-0,66
Niz 5	$\omega$			-0,99	0,89	
Niz 5	$\vec{v}_Z$			-0,96	0,87	
Niz 5	$T_Z$					-0,66
Niz 6	$\omega$			-1,00	0,90	
Niz 6	$\vec{v}_Z$			-0,69	0,62	
Niz 6	$T_Z$					-0,73
Niz 7	$\omega$			-0,99	0,89	
Niz 7	$\vec{v}_Z$			-0,96	0,87	
Niz 7	$T_Z$					-0,66
Niz 8	$\omega$			-1,00	0,90	
Niz 8	$\vec{v}_Z$			-0,67	0,60	
Niz 8	$T_Z$					-0,72
Niz 9	$\omega$			-0,99	0,89	
Niz 9	$\vec{v}_Z$			-0,96	0,87	
Niz 9	$T_Z$					-0,66
	$A_0$	1,00				
	$A_1$		1,00			
	$B_1$			1,00	-0,91	
	$B_2$			-0,91	1,00	
	$C_0$					1,00

**Statistika popravkov SKENERSKIH opazovanj**

Apriori:  $\sigma_\theta = 6,00''$ ,  $\sigma_\alpha = 7,00''$ ,  $\sigma_\rho = 2,50$  mm

Niz	$\sigma_{v\theta}$	$\sigma_{v\alpha}$	$\sigma_{v\rho}$	$\bar{\sigma}_{v\theta}$	$\bar{\sigma}_{v\alpha}$	$\bar{\sigma}_{v\rho}$
1	5,54	6,64	1,84	5,57	6,87	2,90
2	7,39	10,35	2,33	5,61	6,90	2,90
3	5,35	5,97	2,55	5,57	6,87	2,90
4	5,78	5,06	2,54	5,61	6,90	2,90
5	7,60	5,42	2,47	5,61	6,90	2,90
6	6,79	5,46	2,26	5,57	6,87	2,90
7	6,55	4,90	2,40	5,61	6,90	2,90
8	6,69	5,16	2,75	5,55	6,85	2,90
9	6,81	8,33	2,14	5,57	6,87	2,90
vsi:	6,50	6,60	2,37	5,58	6,88	2,90

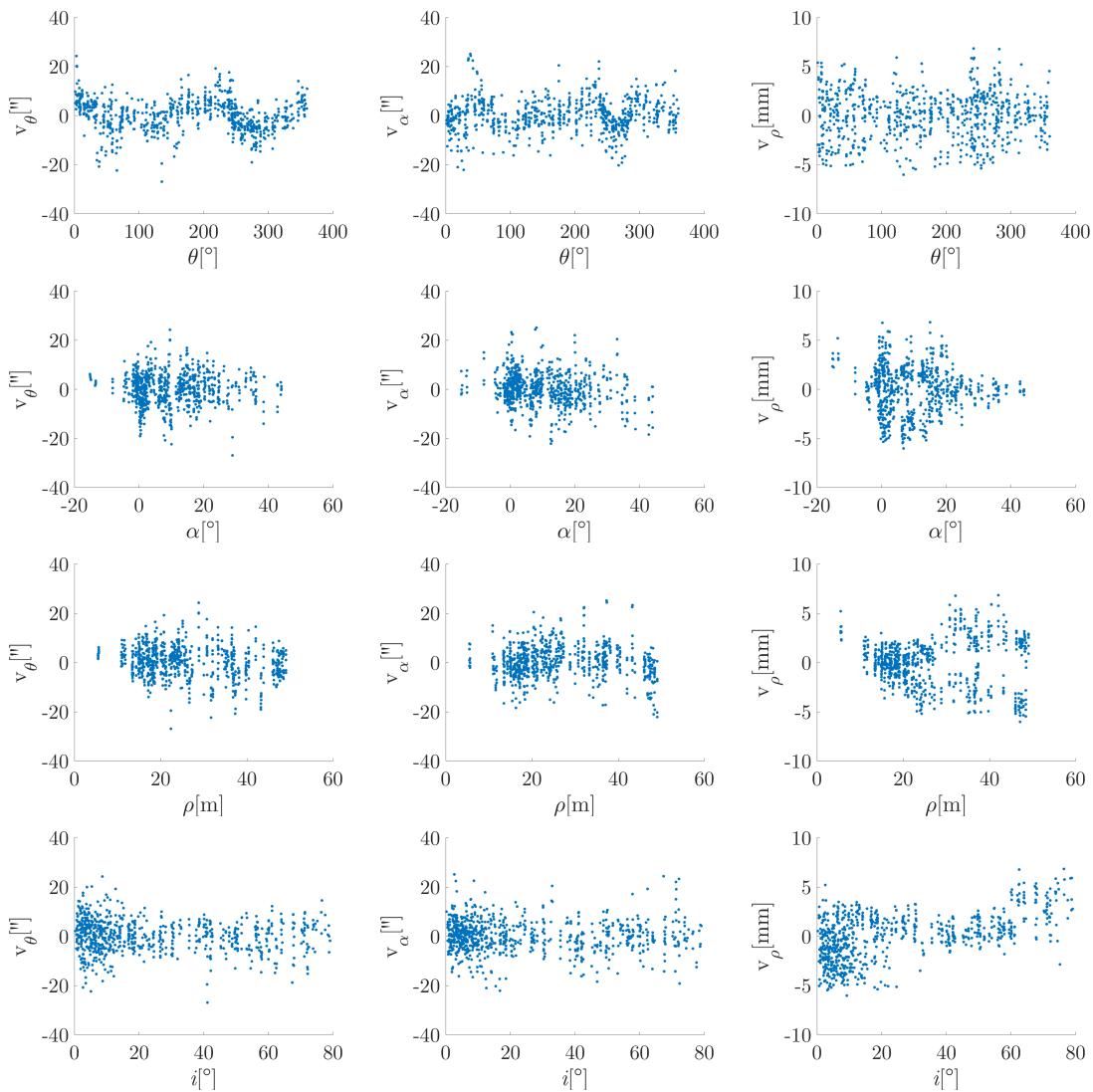
**Statistika popravkov koordinat iz TAHIMETRIJE**

Apriori:  $\sigma_X = 0,50$  mm,  $\sigma_Y = 0,50$  mm,  $\sigma_Z = 0,50$  mm

Niz	$\sigma_{vX}$	$\sigma_{vY}$	$\sigma_{vZ}$	$\bar{\sigma}_{vX}$	$\bar{\sigma}_{vY}$	$\bar{\sigma}_{vZ}$
1	0,31	0,28	0,34	0,28	0,26	0,31
2	0,35	0,29	0,36	0,27	0,27	0,31
3	0,26	0,28	0,33	0,28	0,26	0,31
4	0,28	0,28	0,22	0,27	0,27	0,31
5	0,38	0,37	0,25	0,27	0,27	0,31
6	0,31	0,33	0,28	0,28	0,26	0,31
7	0,33	0,34	0,22	0,27	0,27	0,31
8	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,31
9	0,36	0,33	0,36	0,27	0,27	0,31
vsi:	0,33	0,32	0,30	0,28	0,26	0,31

**Globalni Test Modela: 1,42**

**Izris popravkov SKENERSKIH opazovanj**



*Predstavljeni rezultati samokalibracij laserskih skenerjev na Testnem kalibracijskem polju in kalibracijskem polju v Gradbeni jami predstavljajo rezultat največjega dela v tej disertaciji. Rezultati sami po sebi niso posebno značilni. Dokaj truda in dela je bilo vložnega v vzpostavitev obeh polj, kakovostne meritve in celovite obravnave podatkov, tako klasičnih geodetskih mrež kot skenira-*

nja in izvednotenja centrov tarč ter nenazadnje izdelavo računalniških programov, ki izvedejo samokalibracijo. Delo smo opravili skrbno, v upanju na zanimive končne rezultate, izkazalo pa se je, da rezultati niso posebno značilni.

### 3.4.3 Analiza transformacijskih parametrov

V gradbeni jami je skener Riegl VZ-400 v vsaki izmeri prisilno centriran v stabilni stojšči. Stabilnost stojšč smo preverjali z izmero klasične geodetske mreže, sočasno s preverjanjem stabilnosti sten jame. Enak način centriranja v vseh izmerah nam omogoča primerjalno analizo transformacijskih parametrov oziroma zunanje orientacije instrumenta. Analiza je posebno pomembna v smislu vprašanja direktnega georeferenciranja skenerja, ki smo ga obljubljali v hipotezi: Koliko enaki so transformacijski parametri, če je skener vedno prisilno centriran v stabilno in horizontalno podnožje? Primerjalna preglednica bo narejena iz rezultatov Poskusa E, kjer so transformacijski parametri stojšč izračunani ločeno za Leica modre tarče in črno-bele tarče.

- Najprej smo preverili, ali kalibracijski parametri  $KP$  v izravnavi vplivajo na transformacijske parametre  $TP$ . Vplivajo, saj so nekateri  $KP$  popolnoma korelirani z  $TP$ . Za primerjavo bomo torej uporabili  $TP$ , določene v izravnavi brez  $KP$ .
- Ali ročne nastavitve apriori natančnosti opazovanih količin v izravnavi vplivajo na parametre  $TP$ ? Da, rezultate lahko spremenijo za nekaj ločnih sekund pri rotacijah in nekaj desetink milimetra pri translacijah.

Za primerjavo bomo uporabili izravnavo brez  $KP$ ,  $KO$  kot opazovanji z natančnostmi 0,5 mm in ročno nastavljenimi natančnostmi skenerskih opazovanj na  $\sigma_\theta = 6''$ ,  $\sigma_\alpha = 7''$  in  $\sigma_\rho = 2$  mm.

Čeprav smo pri kalibracijah transformacijske parametre vedno podajali v kvaternionski obliki kot vektor in zasuk, bomo v tem poglavju primerjavo izvedli tudi na Eulerjevi parametrizaciji, ki vključuje tri kote rotacije in merilo. Parametrizaciji transformacij sta nekoliko podrobneje razloženi v poglavju 3.2.1.

#### Primerjava transformacijskih parametrov glede na tip tarče

Ali so transformacijski parametri vsakega od stojšč v vsaki izmeri, določeni s skeniranjem Leica modrih tarč, drugačni od tistih, določenih s skeniranjem črno-belih tarč?

V Preglednici 3.6 za vsako stojšče podajamo razliko med transformacijskimi parametri, določenimi preko enega ali drugega tipa tarč. Na desni strani preglednic so podana razmerja med razliko parametrov in natančnostjo določitve te razlike. Kjer so razmerja večja od 3, smo kvociente pobarvali rdeče; to pomeni, da gre verjetno za statistično značilno razliko parametra.

Parametri translacije (položaj instrumenta) so določeni enako prek Leica modrih ali prek črno-belih tarč.

Največje razlike med parametri se pojavijo pri kvaternionski parametrizaciji, in sicer pri kotu zasuka ("horizontalna" orientacija instrumenta) ter na stojščih S2 pri vertikalni komponenti vektorja zasuka, ki praktično predstavlja merilo transformacije.

Pri parametrizaciji z Eulerjevimi koti zasukov so zares značilne le spremembe merila. Ker gre za iste nize točk, lahko trdimo, da se je prav tako zgodilo tudi pri kvaternionih, le da merilo tam ni eksplicitno izraženo in se zato sprememba prenese tako na kot kot tudi na vertikalno komponento vektorja zasuka.

Preglednica 3.6: Primerjava  $TP$  glede na tip tarče

Table 3.6: Comparison of the transformation parameters with respect to the target type

(a) kvaternioni parametri  
 (a) quaternion parameters

i	s	$\Delta\omega$ ["]	$\Delta\vec{v}$ [mm]			$\Delta\mathbf{T}$ [mm]			$\Delta\omega/\sigma_{\Delta\omega}$	$\Delta\vec{v}/\sigma_{\Delta\vec{v}}$			$\Delta\mathbf{T}/\sigma_{\Delta\mathbf{T}}$		
1	1	-21,47	0,02	0,00	0,13	-0,19	0,02	-0,97	3,8	1,8	0,1	13,0	0,6	0,0	3,5
1	2	-347,66	-0,04	0,44	10,33	-0,05	-0,33	-0,69	6,8	0,8	6,7	13,7	0,1	1,0	2,4
2	1	14,16	0,00	0,00	0,09	-0,30	0,01	0,00	5,8	0,1	0,2	1,5	0,9	0,0	0,0
2	2	-10,70	0,02	0,01	0,09	0,12	-0,07	-0,15	3,5	1,5	0,7	6,4	0,3	0,2	0,5
3	1	2,78	0,01	-0,01	0,07	-1,26	-0,13	-0,18	1,1	0,2	0,5	1,1	3,9	0,4	0,6
3	2	25,15	0,02	-0,02	0,10	0,31	-0,20	-0,13	6,7	1,5	1,6	11,4	0,9	0,6	0,4
4	1	14,64	0,00	-0,01	0,09	-0,24	0,24	-0,19	6,0	0,0	0,3	1,3	0,7	0,7	0,7
4	2	24,59	0,01	-0,02	0,10	0,05	-0,27	-0,29	6,6	1,2	1,7	12,4	0,2	0,8	1,0
5	1	16,71	0,00	-0,01	0,11	0,03	0,75	-0,85	6,8	0,1	0,4	1,6	0,1	2,2	3,1
5	2	24,72	0,02	-0,02	0,10	-0,18	-0,76	-0,77	6,4	1,7	1,6	11,4	0,5	2,3	2,6
6	1	7,60	0,03	0,00	0,03	0,16	-0,20	-0,56	2,2	2,1	0,1	2,7	0,5	0,6	2,0
6	2	9,90	-0,02	0,02	0,02	-0,64	0,00	-0,55	1,7	2,0	1,7	2,4	1,8	0,0	1,9

(b) Eulerjevi parametri  
 (b) Eulers parameters

i	s	$\Delta\omega$ ["]			$\Delta m$ [ppm]	$\Delta\mathbf{T}$ [mm]			$\Delta\omega/\sigma_{\Delta\omega}$			$\Delta m/\sigma_{\Delta m}$	$\Delta\mathbf{T}/\sigma_{\Delta\mathbf{T}}$		
1	1	3,67	3,53	5,17	117,45	-0,19	0,02	-0,97	1,2	0,8	2,3	5,1	0,6	0,0	3,5
1	2	-1,25	10,88	2,95	140,87	-0,05	-0,33	-0,69	0,4	2,5	1,3	6,8	0,1	1,0	2,4
2	1	1,88	-0,53	6,52	177,87	-0,30	0,01	0,00	0,6	0,1	2,9	7,7	0,9	0,0	0,0
2	2	1,27	8,31	3,90	149,27	0,12	-0,07	-0,15	0,4	1,9	1,7	7,2	0,3	0,2	0,5
3	1	2,95	3,29	-2,75	127,00	-1,26	-0,13	-0,18	1,0	0,7	1,2	5,5	3,9	0,4	0,6
3	2	1,69	7,42	6,49	131,31	0,31	-0,20	-0,13	0,5	1,7	2,8	6,4	0,9	0,6	0,4
4	1	2,12	0,95	7,67	163,51	-0,24	0,24	-0,19	0,7	0,2	3,4	7,1	0,7	0,7	0,7
4	2	2,59	6,50	4,42	142,15	0,05	-0,27	-0,29	0,8	1,5	1,9	6,9	0,2	0,8	1,0
5	1	3,30	-0,73	7,85	214,35	0,03	0,75	-0,85	1,1	0,2	3,5	9,2	0,1	2,2	3,1
5	2	1,48	7,88	5,67	134,38	-0,18	-0,76	-0,77	0,5	1,8	2,4	6,3	0,5	2,3	2,6
6	1	-4,59	8,10	2,11	51,05	0,16	-0,20	-0,56	1,5	1,7	0,9	2,2	0,5	0,6	2,0
6	2	0,54	-6,62	4,84	20,31	-0,64	0,00	-0,55	0,2	1,5	2,0	1,0	1,8	0,0	1,9

Rezultati so smiselni, saj je bistvena razlika med skeniranjem Leica modrih in črno-belih tarč prav v merjenju dolžin. Morda so spremembe tudi posledica odločitve o uporabi belih ravnin iz poglavja 2.4. Iz rezultatov moramo sklepati, da ni popolnoma vseeno, ali uporabljamo črno-bele ali Leica modre tarče. Na podlagi primerjave natančnosti  $TP$  iz Poskusov C in D bi se odločili, da so  $TP$  bolj prav določeni iz črno-belih tarč. Vezočnik (2011) je empirično določil modele za popravke dolžin, merjenih s skenerjem Riegl VZ-400 na Leica modre tarče, ki jih pri našem delu nismo upoštevali, saj želimo v kalibraciji ocenjevati pogreške neodvisno iz surovih opazovanj. Morda bi uporaba takšnih empiričnih modelov uskladila  $TP$ , določene na različnih tipih tarč.



### Primerjava transformacijskih parametrov na istem stojišču med izmerami

Koliko se spremenijo transformacijski parametri (orientacija instrumenta) zaradi ponovne postavitve instrumenta v stabilno podnožje? Najprej pogledjmo vrednosti transformacijskih parametrov na obeh stojiščih v vseh petih izmerah. Šesta izmera je izpuščena, saj je šlo za drug instrument z ne povsem identičnim načinom prisilnega centriranja.



Slika 3.13: Adapter za prisilno centriranje skenerja Riegl VZ-400

Figure 3.13: Adapter for force centering of the Riegl VZ-400 scanner

V času izmer je bilo na vsakem kovinskem stativu v gradbeni jami trajno stabilizirano podnožje Leica GDF321. Instrument Riegl VZ-400 je v to podnožje moč prisilno centrirati z uporabo trinožnega adapterja s 5/8" navojem, ki se ga privije v instrument (glej Sliko 3.13). Za zagotovitev enake horizontalne orientacije je treba nogice adapterja v vsaki izmeri vtakniti v ustrezne luknjice podnožja. S takšnim načinom zagotavljanja "prisilne orientacije" smo pričeli šele v drugi izmeri, zato lahko na prvem stojišču primerjamo 2., 3., 4. in 5. izmero, na drugem pa le 3., 4. in 5. izmero, vsaj kar se tiče orientacije instrumenta; kar pa se tiče položaja, lahko primerjamo vse izmere.

Preglednica 3.7: Primerjava *TP* glede na stojišče

Table 3.7: Comparison of the transformation parameters with respect to the station

(a) kvaternionski parametri  
 (a) quaternion parameters

datum	i	s	$\omega$ [°]	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
19. 7. 2013	1	1	84,594383	-0,00109	0,00125	0,99999	2103,0383	1587,7024	287,2468
22. 1. 2013	2	1	<b>203,529902</b>	-0,00103	-0,00037	1,00002	2103,0384	1587,7015	287,2485
3. 12. 2013	3	1	<b>203,876664</b>	-0,00104	-0,00033	1,00002	2103,0392	1587,7033	287,2490
22. 1. 2014	4	1	<b>203,388143</b>	-0,00100	-0,00029	1,00001	2103,0382	1587,7009	287,2480
7. 7. 2014	5	1	<b>202,667842</b>	-0,00102	-0,00024	1,00001	2103,0381	1587,7017	287,2473
19. 7. 2013	1	2	9,462933	-0,00258	0,01114	1,00069	2098,8493	1564,2779	287,3124
22. 1. 2013	2	2	129,307078	-0,00105	0,00053	1,00002	2098,8479	1564,2783	287,3138
3. 12. 2013	3	2	<b>249,093381</b>	-0,00096	-0,00064	1,00003	2098,8481	1564,2767	287,3139
22. 1. 2014	4	2	<b>249,027576</b>	-0,00098	-0,00061	1,00002	2098,8483	1564,2769	287,3132
7. 7. 2014	5	2	<b>248,983091</b>	-0,00100	-0,00040	0,99999	2098,8484	1564,2770	287,3122
povprečje	1		203,365638	-0,00102	-0,00031	1,00002	2103,0385	1587,7019	287,2503
povprečje	2		249,034683	-0,00098	-0,00055	1,00001	2098,8483	1564,2774	287,3152

(b) Eulerjevi parametri  
 (b) Eulers parameters

datum	i	s	$\omega$ [°]			m [ppm]	$\mathbf{T}$ [m]		
19. 7. 2013	1	1	-0,127390	0,014656	84,593867	0,999993	2103,0383	1587,7024	287,2468
22. 1. 2013	2	1	0,063864	-0,104524	<b>-156,470511</b>	1,000041	2103,0384	1587,7015	287,2485
3. 12. 2013	3	1	0,060803	-0,106606	<b>-156,123819</b>	1,000046	2103,0392	1587,7033	287,2490
22. 1. 2014	4	1	0,054771	-0,103625	<b>-156,612025</b>	1,000019	2103,0382	1587,7009	287,2480
7. 7. 2014	5	1	0,048762	-0,106997	<b>-157,332342</b>	1,000021	2103,0381	1587,7017	287,2473
19. 7. 2013	1	2	-0,032979	0,102932	9,469459	1,000010	2098,8493	1564,2779	287,3124
22. 1. 2013	2	2	-0,095837	-0,074360	129,308033	1,000039	2098,8479	1564,2783	287,3138
3. 12. 2013	3	2	0,101179	-0,040176	<b>-110,908259</b>	1,000043	2098,8481	1564,2767	287,3139
22. 1. 2014	4	2	0,099463	-0,043646	<b>-110,973394</b>	1,000026	2098,8483	1564,2769	287,3132
7. 7. 2014	5	2	0,084727	-0,056604	<b>-111,016502</b>	0,999992	2098,8484	1564,2770	287,3122
povprečje	1		0,057050	-0,105438	-156,634674	1,000031	2103,0385	1587,7019	287,2503
povprečje	2		0,095123	-0,046809	-110,966052	1,000023	2098,8483	1564,2774	287,3152

Izračunali smo povprečne parametre na posameznem stojišču; prikazani so v Preglednici 3.7. Izračunali smo odstopanja parametrov posameznih stojišč od povprečnega parametra.

Odstopanja smo primerjali z natančnostjo njihove določitve v Preglednici 3.8. Kadar razmerje preseže vrednost 3, rečemo, da parameter značilno odstopa od povprečja.

Preglednica 3.8: Odstopanja  $TP$  na istem stojišču glede na izmere

Table 3.8: Deviations of the transformation parameters with respect to consecutive measurements

(a) kvaternionski parametri  
(a) quaternion parameters

i	s	$\Delta\omega$ [°]	$\Delta\vec{v}$ [m]			$\Delta\mathbf{T}$ [m]		
1	1					-0.0001	0.0004	-0.0011
2	1	0.164264	-0.00001	-0.00006	0.00001	0.0000	-0.0005	0.0006
3	1	0.511026	-0.00002	-0.00002	0.00001	0.0008	0.0013	0.0011
4	1	0.022505	0.00002	0.00002	0.00000	-0.0002	-0.0011	0.0001
5	1	-0.697796	0.00000	0.00007	0.00000	-0.0003	-0.0003	-0.0006
$\sigma$		0.508447	0.00002	0.00006	0.00001	0.0004	0.0009	0.0009
razpon		1.208822	0.00004	0.00013	0.00001	0.0011	0.0024	0.0022
1	1					0.0009	0.0005	-0.0007
2	1					-0.0005	0.0009	0.0007
3	1	0.058698	0.00002	-0.00009	0.00002	-0.0003	-0.0007	0.0008
4	1	-0.007107	0.00000	-0.00006	0.00001	-0.0001	-0.0005	0.0001
5	1	-0.051592	-0.00002	0.00015	-0.00002	0.0000	-0.0004	-0.0009
$\sigma$		0.055487	0.00002	0.00013	0.00002	0.0005	0.0007	0.0008
razpon		0.110290	0.00004	0.00024	0.00004	0.0014	0.0016	0.0017

(b) Eulerjevi parametri  
(b) Eulers parameters

i	s	$\Delta\omega$ [°]			$\Delta m$ [ppm]	$\Delta\mathbf{T}$ [m]		
1	1					-0.0001	0.0004	-0.0011
2	1	0.006814	0.00091	0.16416	0.00001	0.0000	-0.0005	0.0006
3	1	0.003753	-0.00117	0.51086	0.00001	0.0008	0.0013	0.0011
4	1	-0.002279	0.00181	0.02265	-0.00001	-0.0002	-0.0011	0.0001
5	1	-0.008288	-0.00156	-0.69767	-0.00001	-0.0003	-0.0003	-0.0006
$\sigma$		0.006693	0.00162	0.50832	0.00001	0.0004	0.0009	0.0009
max - min		0.015102	0.00337	1.20852	0.00003	0.0011	0.0024	0.0022
1	2					0.0009	0.0005	-0.0007
2	2					-0.0005	0.0009	0.0007
3	2	0.006056	0.00663	0.05779	0.00002	-0.0003	-0.0007	0.0008
4	2	0.004340	0.00316	-0.00734	0.00001	-0.0001	-0.0005	0.0001
5	2	-0.010396	-0.00980	-0.05045	-0.00003	0.0000	-0.0004	-0.0009
$\sigma$		0.009044	0.00866	0.05449	0.00003	0.0005	0.0007	0.0008
max - min		0.016452	0.01643	0.10824	0.00005	0.0014	0.0016	0.0017

Vidimo, da se merilo na stojiščih ni spreminjalo. Na to očitno vpliva tip tarč, ne pa čas med izmerami.

Horizontalne orientacije s prisilnim centriranjem očitno ni mogoče kakovostno zagotoviti (razen če bi bili zadovoljni z natančnostjo  $1^\circ$ ). Zanimivo je, da se za dokaj stabilen parameter izkaže zasuk okoli vrtilne osi zrcala, torej osi  $y$ , medtem ko zasuk okoli  $x$  ni stabilen. Takšen rezultat pokaže tako nestabilnost druge komponente vektorja zasuka  $\vec{v}_y$  in stabilnost  $\vec{v}_x$  in  $\vec{v}_z$  pri kvaternionskih kot tudi stabilnost  $\omega_y$  in nestabilnost  $\omega_x$  pri Eulerjevih parametrih zasukov.

*Prisilno centriranje na stabilno podnožje lahko dovolj kakovostno zagotovi parametre translacije oziroma položaj skenerja v vseh treh koordinatnih oseh. Translacijski parametri se na obeh stojiščih med vsemi petimi izmerami v absolutnem smislu ne spremenijo za več kot 2,5 mm, njihova standardna deviacija pa je vedno manjša od milimetra.*

*Rezultati primerjave nam odgovorijo na vprašanje Hipoteze 1 o direktnem georeferenciranju oziroma prisilnem centriranju za naloge določanja premikov. Instrument lahko zelo dobro prisilno centriramo, za orientacijo pa moramo zagotoviti vsaj dve kakovostni orientacijski točki.*

### 3.4.4 Določanje dodatnih sistematičnih pogreškov iz popravkov opazovanj

Ker v postopku samokalibracije ocenjujemo parametre le petih “glavnih” sistematičnih pogreškov (pa še te dobimo bolj ali manj značilne in korelirane), moramo preveriti, ali je v popravkih skenerskih opazovanj po izravnavi, moč določiti še kakšne sistematične vplive.

Za skener Leica ScanStation C10 bomo dodatne sistematične vplive iskali v popravkih opazovanj iz Poskusa A samokalibracije. Skener Riegl VZ-400 je bil uporabljen v Poskusih B — F. Sistematične vplive bomo iskali na popravkih iz Poskusa F, saj so samo v njem uporabljene vse meritve iz kalibracijskega polja Gradbena jama. Rezultati in tudi izrisi popravkov so navedeni v poglavju 3.4.1 za Poskus A in v poglavju 3.4.2 za Poskus F. Poskusa B na Testnem kalibracijskem polju ne obravnavamo posebej, saj imamo za ta instrument veliko boljše podatke iz Gradbene jame.

Podatki so: popravki smeri, višinskih kotov in poševnih dolžin ( $v_\theta$ ,  $v_\alpha$  in  $v_\rho$ ), ki jih opazujemo v odvisnosti od izmerjenih smeri, višinskega kota, poševne dolžine in vpadnega kota laserskega žarka na tarčo ( $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$  in  $i$ ). Glede na (Lichti, 2007) poskušamo teh dvanajst odvisnosti predstaviti z naslednjima funkcijskima modeloma:

- sinusna krivulja

$$y = n + a \sin(kx) + b \cos(kx) \quad (3.63)$$

- polinom k-te stopnje

$$y = ax^k + bx^{k-1} + \dots + cx^1 + dx^0, \quad k = 1, \dots, 4 \quad (3.64)$$

Za vsako od 12 odvisnosti z metodo najmanjših kvadratov iščemo parametre funkcije ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ , ... in  $k$ ), ki se najbolj prilega podatkom. Če podatkom ( $v_\theta$ ,  $v_\alpha$  in  $v_\rho$ ) odštejemo vrednosti izračunane s funkcijo ( $y$ ), mora biti razpršenost teh razlik manjša od razpršenosti podatkov, kajti drugače opisovanje pogreškov s tako funkcijo ni smiselno.

Sam izris odvisnosti nam zgovorno pokaže, ali v podatkih obstajajo nemodelirani trendi ali ne. Pri iskanju matematične funkcije takšnih trendov pa je treba biti skrajno pazljiv. V vsak niz podatkov lahko izravnamo neko krivuljo, vendar v mnogo primerih takšen rezultat ne predstavlja ničesar realnega. V članku (Kregar in sod., 2012) smo podrobno statistično obravnavali neodvisnosti merjenih količin in pri tem pridobili dragocen občutek za smiselno in zadržano uporabo striktno matematičnih rezultatov na slučajno pogrešenih realnih podatkih.

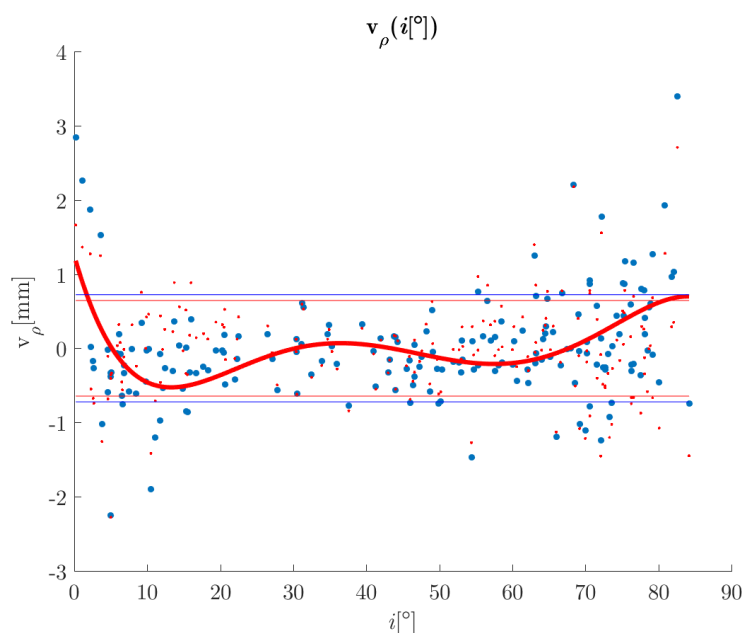
Za kriterij, katere od funkcijsko modeliranih odvisnosti je treba vzeti za res in jih prikazati v disertaciji, smo vzeli pravilo, da funkcija, ki se prilega, zmanjša razpršenost podatkov za vsaj 10 %.

#### Poskus A – Leica ScanStation C10 na Testnem kalibracijskem polju

V podatke iz Poskusa A smo najprej poskušali prilegati sinusoidno funkcijo. V nobeni od dvanajstih odvisnosti funkcija ni izboljšala razpršenosti za več kot 4 %. Tudi sam pogled na

izrise odvisnosti (Kalibracija 3.1) ne namiguje na prisotnost trenda v podatkih. Pri prilaganju polinomske funkcije stopnje 1 do 4 nismo dosegli kriterija 10 %. S polinomom 5. stopnje smo lahko aproksimirali odvisnost popravkov meritev dolžin od vpadnega kota žarka z 10,8 % izboljšanjem razpršenosti (iz 0,72 na 0,64 mm). Na sliki 3.14 so z Leica modrimi točkami prikazani podatki, z rdečo krivuljo prilagana polinomska funkcija, rdeče točke pa so vrednosti popravkov, zmanjšani za vrednost funkcije. Tanka modra oziroma rdeča črta predstavljata standardni odklon podatkov oziroma njihovih odstopanj od funkcije.

Že sama stopnja polinoma kaže na “preprileganje” (angl. overfit) podatkov, pogled na sliko pa nam še bolj jasno pove, da takšna funkcijska odvisnost verjetno nima fizikalnega ozadja in jo moramo jemati kot nerelevantno.



Slika 3.14: Polinom 5. stopnje je izboljšal razpršenost popravkov za 10,8 %

Figure 3.14: Polynom of the 5<sup>th</sup> degree

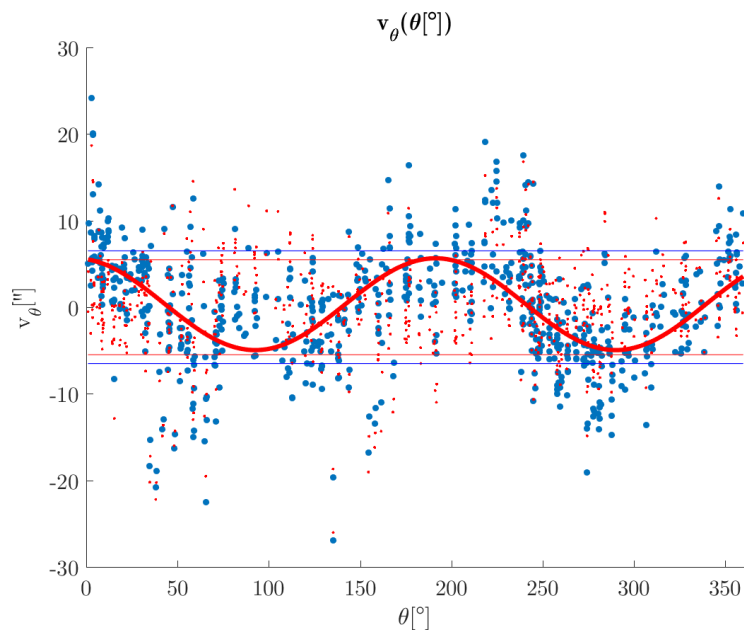
### Poskus F – Riegl VZ-400 na kalibracijskem polju Gradbena jama

Pri podatkih iz Poskusa F nam je sinusoidno funkcijo uspelo vklopiti v odvisnost  $v_{\theta}(\theta)$ . Že izris podatkov nakazuje na kosinusno odvisnost in tudi krivulja zmanjša razpršenost za 15,6 % (iz 6,5'' na 5,5''). Izris je na Sliki 3.15, funkcija z izravnanimi vrednostmi parametrov pa se glasi

$$y = 0,34 - 1,04 \sin(1,82x) + 5,20 \cos(1,82x)$$

Pošteno bi bilo poiskati fizikalno razlago za takšne rezultate. V poglavju 3.1 povemo, da parametra  $B_5$  in  $B_6$  v modelu pogreškov merjene smeri (enačba (3.3)) modelirata pogrešek alhidadnih libel (nehorizontalnost limba oziroma nepravokotnost limba na os z). Člen enačbe, ki vsebuje ta dva pogreška, ima obliko  $B_5 \sin(2\theta) + B_6 \cos(2\theta)$ , kar se ob upoštevanju nenatančnosti meritev popolnoma sklada z izravnano sinusoido. Po teoriji (Mihailović in Vračarić, 1984) je vpliv pogreška alhidadne libele sorazmeren s tangensom višinskega kota

$$\Delta_{\theta \text{alh.lib.}} = v \cos(\beta) \tan(\alpha) \tag{3.65}$$



Slika 3.15: Sinusoida z 1,8 valovoma na  $360^\circ$  je izboljšala razpršenost popravkov za 15,6 %

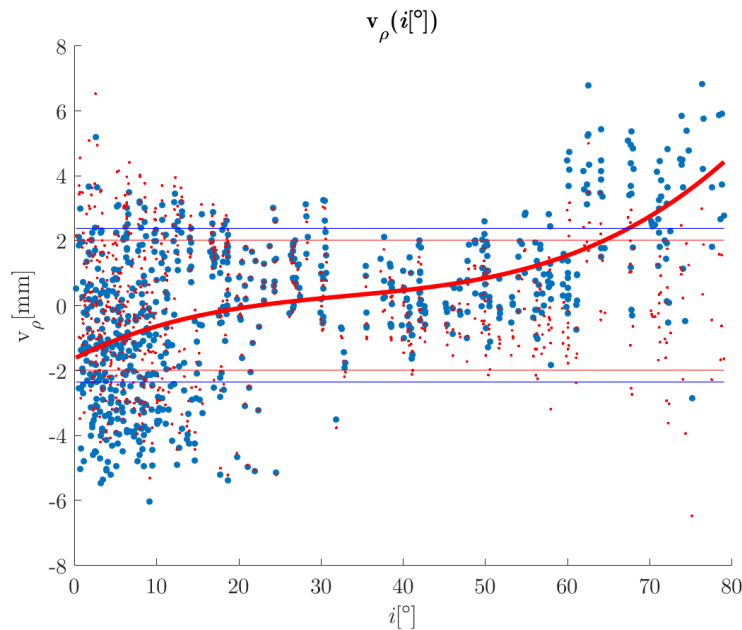
Figure 3.15: Sinusoid with 1.8 waves at  $360^\circ$

kjer je  $v$  vrednost nagiba,  $\beta$  kot med vrtilno osjo daljnogleda – os  $y$  in smerjo največjega nagiba instrumenta,  $\alpha$  pa višinski kot. Mogoče je pri tem zanimivo, da pogreška ne odpravi že transformacija stojišča v skupni koordinatni sistem. Predlagamo nadaljnje raziskave o vplivu vključitve parametrov  $B_5$  in  $B_6$  v samokalibracijo.

Polinomska funkcija dobro izboljša odvisnost  $v_\rho(i)$ . Polinom 3. stopnje zmanjša razpršenost za 15,4 % (iz 2,37 na 2,00 mm), prav toliko polinom 4. stopnje; polinom 5. stopnje zmanjša razpršenost za 16,2 %, vendar to ocenjujemo kot preprileganje. Slika 3.16 prikazuje podatke s funkcijo polinoma 3. stopnje

$$y = 0,00003x^3 - 0,00312x^2 + 0,12716x - 1,64436$$

Odvisnost popravkov dolžin od vpadnega kota se zdi smiselna. Pri vplivu vpadnega kota za polinom tretje stopnje težje poiščemo fizikalno razlago, zato poskusimo s tangensom. Funkcija oblike  $y = n + a \tan(x)$  z izravnanimi koeficienti  $y = -0,91949 + 1,30893 \tan(x)$  izboljša razpršenost točk za 14,1 %, situacijo pa prikazuje Slika 3.17.



Slika 3.16: Polinom 3. stopnje je izboljšal razpršenost popravkov za 15,4 %

Figure 3.16: Polynom of the 3<sup>rd</sup> degree

### 3.4.5 Umetna inteligenca

Za implementacijo strojnega učenja smo uporabili programski paket Weka 3 z univerze Waikato na Novi Zelandiji (Hall in sod., 2009). Weka je zbirka algoritmov za strojno učenje, zapakirana v uporabniku prijazen javanski vmesnik.

Pri strojnem učenju bomo podatke poimenovali na naslednji način: vsaka točka v nizu podatkov se imenuje “primerek” (angl. instance), vsak primerek je sestavljen iz atributov, pri čemer je tisti od atributov, ki ga želimo napovedovati, imenovan “razred” (angl. class). Na primer: prvi primerek je točka, ki ima smer: 217,91°, višinski kot: −8,21°, dolžino: 10,88 m, vpadni kot 7,8° in popravek smeri: 2,89”. Smer, višinski kot, dolžina in vpadni kot so atributi, popravek smeri pa je napovedovani atribut oziroma razred.

Strojno učenje je postopek, pri katerem z različnimi tehnikami poskušamo oblikovati model, ki iz množice primerkov ugotovi pravilo, po katerem na podlagi atributov kar se da dobro napove razred za vsak primerek. Kadar vrednosti razreda zavzemajo nominalne vrednosti (oznake), govorimo o klasifikaciji, v naši nalogi pa so vrednosti razreda številske vrednosti, zato govorimo o regresiji.

Za vsako točko želimo čim boljše napovedati popravek smeri, popravek višinskega kota in popravek poševne dolžine na podlagi smeri, višinskega kota, dolžine in vpadnega kota.

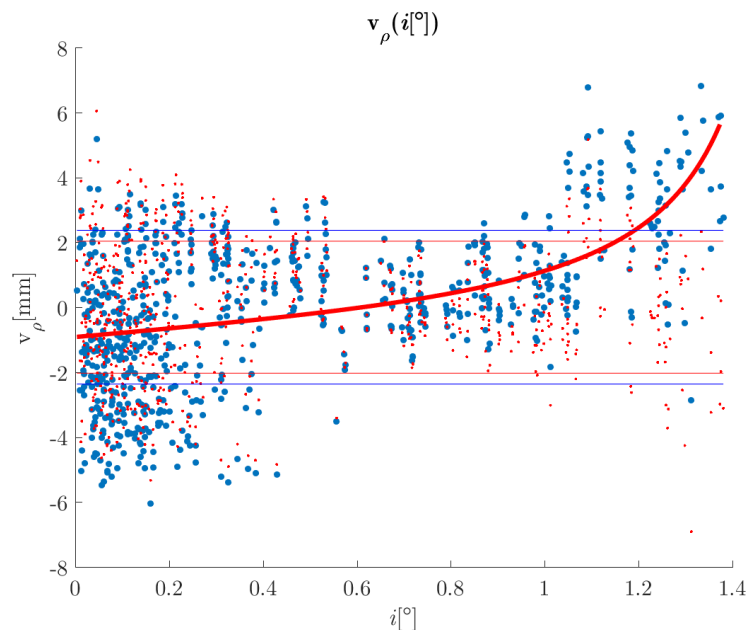
Na kaj mislimo s prislovom “čim boljše”? Kakovost modela preverjamo s primerjavo napovedanih in pravih vrednosti razreda za testni niz podatkov (niz podatkov, iz katerih se model ni učil). Za vsak primerek iz testnega niza podatkov izračunamo razliko med napovedano in pravo vrednostjo napovedovanega atributa

$$e_i = n_i - a_i \quad (3.66)$$

Program Weka omogoča štiri cenilke kakovosti napovedi modela:

- povprečna absolutna napaka

$$\overline{|e|} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (3.67)$$



Slika 3.17: Tangensna funkcija je zmanjšala razpršenost popravkov za 14,1 %

Figure 3.17: Tangents function

- koren povprečja kvadratov odstopanj – standardni odklon, pri katerem ne gre za odstopanja od povprečja ampak od prave vrednosti

$$\sqrt{e^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}} \quad (3.68)$$

- relativna absolutna napaka je razmerje med vsoto odstopanj napovedanih vrednosti od pravih vrednosti ter vsoto odstopanj pravih vrednosti od njihovega povprečja

$$\propto |e| = \frac{\sum_{i=1}^n |n_i - a_i|}{\sum_{i=1}^n |\bar{a} - a_i|} \quad (3.69)$$

- koren relativne kvadratne napake

$$\sqrt{\propto e^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (n_i - a_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\bar{a} - a_i)^2}} \quad (3.70)$$

Ravno ta, zadnja cenilka  $\sqrt{\propto e^2}$ , popolnoma ustreza naši cenilki, ki smo jo uporabili v prejšnjem poglavju – razmerju med razpršenostma pred in po modeliranju funkcije.

Ker je vrednost cenilke odvisna od izbora testnega niza podatkov, uporabimo postopek z desetkratnim navzkrižnim potrjevanjem (angl. 10 fold cross-validation). Vse podatke naključno razdelimo na deset delov (pri čemer pazimo samo na to, da so vrednosti iskanega atributa približno enakomerno porazdeljene po vseh desetih delih). V prvem koraku izločimo prvi del in model učimo na ostalih devetih. Kakovost naučenega modela preverimo tako, da z njim obdelamo izločeni del. V drugem koraku na stran postavimo drugega od desetih delov in tako naprej. Nazadnje imamo deset cenilk kakovosti, ki jim določimo povprečje.

Weka je zbirka algoritmov za strojno učenje; iz te zbirke smo izbrali naslednje algoritme, ki omogočajo učenje regresije (napovedovanje numeričnega atributa):

- (1) ZeroR – model preprosto vsakemu primerku napove srednjo vrednost iskanih atributov vseh primerkov. Vrednosti atributov ne vplivajo na napoved. ZeroR je neinteligenten model strojnega učenja in ga uporabljamo za referenco.  $\sqrt{\alpha e^2}$  je vedno 100 % (ker je napoved vedno kar povprečje, je razpršenost odstopanj od napovedi enaka razpršenosti okoli povprečja).
- (2) LinearRegression – Linearna regresija: napovedani atribut se izrazi kot linearna kombinacija ostalih atributov. Tudi ta metoda ni preveč bistra in od “pravih” metod strojnega učenja pričakujemo, da jo bodo prekašale.
- (3) IBk – K najbližjih sosedov, je metoda, ki spada v vrsto “lenih” (angl. lazy) algoritmov. Iskani atribut napove tako, da v prostoru atributov poišče iskani točki najbližjih pet primerkov in izračuna (uteženo) povprečje njihovih razredov (Aha in sod., 1991).
- (4) M5P – ta algoritem je odločitveno drevo z linearno regresijo na vozliščih. Izumil ga je Quinlan (1992), Wang in Witten (1997) pa sta ga izboljšala.
- (5) M5Rules – algoritem sestavi listo odločitev za regresijo. V vsaki iteraciji zgradi M5 odločitveno drevo in najboljši list privzame za pravilo (Holmes in sod., 1999; Quinlan, 1992; Wang in Witten, 1997).
- (6) SMOreg – uporablja “metodo podpornih vektorjev” za regresijo (Shevade in sod., 1999; Smola in Schölkopf, 2004).
- (7) Bagging – Bootstrap aggregating, imenovan tudi Bagging, je meta-algoritem skupinskega (angl. ensemble) strojnega učenja. Izboljša stabilnost in natančnost metode ter manjša varianco in preprečuje preprileganje. Po navadi ga uporabimo s katero od drevesnih metod. “Bisaganje” je poseben primer povprečenja modelov (Breiman, 1996).
- (8) MultilayerPerceptron – osnovna oblika nevronske mreže, ki za učenje uporablja postopek vzratnega razširjanja napak (angl. backpropagation). Uporabili smo privzete vrednosti za število nevronov v skritem sloju ((atributov + razredov) / 2), stopnjo učenja ( $\alpha = 0,3$ ) in sigmoidno izhodno funkcijo (Rosenblatt, 1957; Krose in Smagt, 1996; Bibel, 2014).

Vsakega od izbranih algoritmov poženemo po desetkrat na vsakem od treh nizov podatkov z desetkratnim navzkrižnim potrjevanjem. Opazujemo cenilke  $\sqrt{e^2}$  in  $\sqrt{\alpha e^2}$ . Iz desetih ponovitev izračunamo njuno povprečje in standardni odklon. ZeroR je izbran za referenčni model. Kadar je cenilka glede na svojo standardni odklon z značilnostjo 5 % boljša od tiste, ki je dobljene z referenčnim modelom, je njena vrednost pobarvana modro.

V Preglednici 3.9 so zbrani rezultati vseh osmih izbranih algoritmov strojnega učenja. Preglednica 3.9a prikazuje razpršenosti napovedovanega atributa okrog napovedanih vrednosti ( $\sqrt{e^2}$ ). Vrednosti v preglednici lahko primerjamo z začetno razpršenostjo popravkov opazovanj (ki so skoraj prav takšni kot tisti, ki jih določi referenčni model ZeroR).

Preglednica 3.9b prikazuje relativno razpršenost napovedovanega atributa okrog napovedanih vrednosti glede na razpršenost okrog povprečja  $\sqrt{\alpha e^2}$ . Ker referenčni model ZeroR napoveduje prav povprečno vrednost, je vrednost  $\sqrt{\alpha e^2}$  vedno enaka 1, to pomeni, da ta model ne izboljša razpršenosti.

Rezultati kažejo, da metode strojnega učenja po izravnavi samokalibracije lahko značilno izboljšajo razpršenost popravkov skenerskih opazovanj. Z iskanjem funkcijskih povezanosti med atributi (poglavje 3.4.4) smo izboljšali “natančnost” smeri s 6,5'' na 5,5'' in dolžin z 2,37 mm



Preglednica 3.9: Rezultati strojnega učenja

Table 3.9: Machine learning results

(a) Na koliko algoritem zmanjša razpršenost popravkov

(a) How much do the algorithm reduces the dispersion of corrections

$\sqrt{e^2}$	apriori	ZeroR	LinReg	IBk	M5P	M5Rules	SMOreg	Bagging	MLPerc
$v_\theta$ ["]	<b>6,50</b>	6,48	<b>6,33</b>	<b>5,79</b>	<b>5,01</b>	<b>5,15</b>	<b>6,35</b>	<b>4,52</b>	6,79
$v_\alpha$ ["]	<b>6,60</b>	6,58	6,48	6,75	<b>5,86</b>	<b>5,97</b>	6,50	<b>5,21</b>	6,76
$v_\rho$ [mm]	<b>2,37</b>	2,36	<b>1,95</b>	<b>2,00</b>	<b>1,66</b>	<b>1,75</b>	<b>1,98</b>	<b>1,46</b>	2,21

(b) Za koliko % algoritem zmanjša razpršenost  $-1 - \sqrt{\alpha} e^2$

(b) How much do the algorithm reduces the dispersion of corrections in %

$1 - \sqrt{\alpha} e^2$	ZeroR	LinReg	IBk	M5P	M5Rules	SMOreg	Bagging	MLPerc
$v_\theta$ [%]	0	<b>2,32</b>	<b>10,49</b>	<b>22,65</b>	<b>20,45</b>	<b>1,99</b>	<b>30,23</b>	-4,91
$v_\alpha$ [%]	0	1,49	-3,13	<b>10,69</b>	<b>9,06</b>	1,17	<b>20,57</b>	-3,17
$v_\rho$ [%]	0	<b>17,3</b>	<b>15,05</b>	<b>29,64</b>	<b>25,77</b>	<b>15,77</b>	<b>38,29</b>	6,46

na 2,00 mm. Tam smo obravnavali vsako odvisnost ločeno, prednost strojnega učenja pa je, da deluje v prostoru atributov in lahko hkrati upošteva sovplivanje vseh atributov.

Nivo izboljšanja iz poglavja (poglavje 3.4.4) sta pri strojnem učenju dosegla že najosnovnejša algoritma: linearna regresija in metoda najbližjih sosedov IBk. Drevesna modela M5P in M5Rules ter ansambelska metoda Bagging se odrežejo neprimerno bolje, medtem ko metoda podpornih vektorjev SMOreg ne doseže posebne izboljšave, nevronska mreža v taki obliki pa stvari še celo poslabša.

Ker je v opisu značilnosti metode Bagging prav zmanjševanje variance in odpornost proti preprileganju podatkom, moramo rezultate te metode vzeti kot pomemben uspeh strojnega učenja na področju kalibracije TLS.

Izboljšanje natančnosti skeniranja za 30 % bi bilo izjemen uspeh, če ne bi bilo doseženo ravno s strojnem učenjem. Splošna slabost takšnih postopkov je pomanjkanje povezave s fizikalnim ozadjem. Rezultate strojnega učenja je z vidika smiselnosti oziroma vzročne posledičnosti zelo težko primerno oceniti. Metode za razlago oziroma pojasnjevanje odločitev strojnega učenja smo obravnavali pri predmetu doktorskega študija Umetna inteligenca na Fakulteti za računalništvo in informatiko UL (Štrumbelj in sod., 2009; Štrumbelj in Kononenko, 2010), vendar jih zaradi obsežnosti v disertaciji ne opisujemo.

Na področju tehnike rezultati, pridobljeni z metodami strojnega učenja, po pravici veljajo za nekoliko negotove. Te metode so lahko izjemno uporabne za pridobivanje informacij iz množice podatkov, ki pomagajo pri odločanju, njihovi rezultati pa ne morejo in ne smejo pomeniti definitivne vrednosti v inženirskem smislu, saj za tako dobljene vrednosti ne moremo popolnoma razumeti, zakaj so take kot so in kako kakovostno so določene.

## 4 PRAKTIČNE IZVEDBE

V poglavjih 2 in 3 smo predstavili postopek za natančno določitev centrov tarč ter postopek za kalibracijo laserskega skenerja. Predstavljena je uspešnost teh postopkov skupaj z omejitvami. V tem poglavju bomo prikazali praktično uporabo terestričnega laserskega skeniranja za meritve visoke natančnosti, pri čemer bomo uporabili postopke in rezultate iz prejšnjih poglavij. Najpogostejša uporaba TLS, pri čemer je potrebna visoka natančnost, je zaznavanje sprememb oziroma deformacij objektov.

Ker začetki uporabe TLS za meritve premikov oziroma deformacij segajo v čas začetkov tehnologije TLS, lahko rečemo, da je to ena od temeljnih uporabnosti tehnologije TLS. V znani literaturi so uporabnost skenerjev za spremljanje premikov prvi preizkušali [Gordon in sod. \(2001b\)](#) na primeru starega lesenega mostu. Čez dve leti so [Gordon in sod. \(2003\)](#) že popisali superiornost skeniranja za spremljanje ploskovnih premikov nasproti klasičnim geodetskim metodam. [Alba in sod. \(2006\)](#) so skener uporabili za kontrolo stabilnosti velikega jezua, [Schneider \(2006\)](#) pa za določitev naklona visokega vodnega stolpa in deformacij dveh jezov. [Tsakiri in sod. \(2006\)](#) raziskujejo potrebne pogoje za uporabo skenerja za merjenje deformacij v smislu kalibracije skenerja ter postopkov modeliranja oblakov za zaznavanje premikov. Našteti viri so referati s konferenc, v znanstveni reviji pa sta članek objavila [Gordon in Lichti \(2007\)](#). V njem opisujeta uporabo TLS za merjenje deformacij pri obremenilnem poskusu v laboratoriju. Na kongresu ISPRS v Pekingu leta 2008 so svoje prispevke na temo TLS za merjenje deformacij predstavili [Bu in sod. \(2008\)](#); [Lijing in Zhengpeng \(2008\)](#); [Lovas in sod. \(2008\)](#); [Montserrat in sod. \(2008\)](#); [Qiu in Wu \(2008\)](#) in [Zogg in Ingensand \(2008\)](#). [Berényi in sod. \(2009\)](#) so uporabili TLS za merjenje povesov velikih mostov pri obremenilnih preizkusih, [Vežočanik in sod. \(2009\)](#) pa je preko premikanja betonskih stebrov, povezanih s podzemnimi cevmi, poskušal določati premikanje plinovoda. Z zaznavanjem sprememb negrajenega, naravnega okolja se na primer ukvarjajo ([Abellán in sod., 2010](#)). Najsodobnejša vira v zvezi s tematiko sta [De Asís López in sod. \(2014\)](#), ki s statističnimi metodami primerjajo dva oblaka točk, zajeta na zelo različen način ter [Harmening in Neuner \(2015\)](#), ki skozi oblake izravnavata poljubne 3D ploskve in jih primerjata med seboj.

V času doktorskega študija sta se ponudili dve priložnosti, pri katerih smo lahko poleg klasičnega načina določanja deformacij/premikov vpregli tudi terestrično lasersko skeniranje in ovrednotili njegovo učinkovitost in skladnost z rezultati klasičnih metod.

Prva naloga je določanje vertikalnosti dveh visokih dimnikov Termoelektrarne Brestanica (v nadaljevanju TEB). Gre za skeniranje dveh dimnikov s treh stojišč z georeferenciranjem skenogramov preko Leica modrih tarč v koordinatni sistem predhodno vzpostavljene geodetske mreže stabilizirane z betonskimi stebri. Sledi izravnava parametrov valja s skeniranim oblakom točk. Na to temo smo objavili članek ([Kregar in sod., 2015](#)).

Druga naloga je preverjanje stabilnosti prelivne stene pri novi mali hidroelektrarni na jezui Melje pri Mariboru, ki odvaja vodo v kanal za HE Zlatoličje. Ponovno gre za skeniranje obravnavanega

objekta s treh stojišč z georeferenciranjem skenogramov preko Leica modrih tarč v koordinatni sistem predhodno vzpostavljene geodetske mreže. Steno lahko aproksimiramo z ravnino, vendar deformacije lahko zaznamo dosti bolj detajlno, če ravnino razrežemo na manjše dele in opazujemo spremembe parametrov ravnin, izravnanih skozi te dele. Vsaka ravnina je določena s štirimi parametri. Spremembe parametrov v času lahko statistično ovrednotimo po zgledu (Savšek Safić in sod., 2006).

## 4.1 Nevertikalnost dimnikov v Termoelektrarni Brestanica

Visoki industrijski dimniki so objekti, ki predstavljajo potencialno nevarnost za okolico, zato je z vidika zagotavljanja varnosti nujno preverjati njihovo (ne)vertikalnost.

Klasično se takšne naloge lotimo s spuščanjem vizur, to je ekscentrično grezenje. Z dveh stojišč, ki proti dimniku gledata s približno pravokotnih smeri, viziramo zgornji rob dimnika ter brez horizontalnega zasuka instrumenta spustimo vizuro do vznožja dimnika, kjer z merskim trakom izmerimo odklik vizure od roba dimnika. Metoda odpove v primeru, če je dimnik stožčaste oblike ali če vznožje dimnika ni dostopno.

Uporaba terestričnega laserskega skeniranja ti dve težavi obide. Ideja je skenirati dimnik z dveh ali treh stojišč, transformirati skenogram v skupni koordinatni sistem, ki ima vertikalno os  $z$ , ter z izravnavo določiti parametre geometrijskega telesa, ki najbolje opiše obliko dimnika. Iz parametrov želimo določiti nagnjenost dimnika. Metodologijo smo preizkusili na primeru dveh dimnikov plinskih turbin v termoelektrarni Brestanica. Slika 4.1 prikazuje obravnavana dimnika s točke S1.



Slika 4.1: Obravnavana dimnika s točke S1

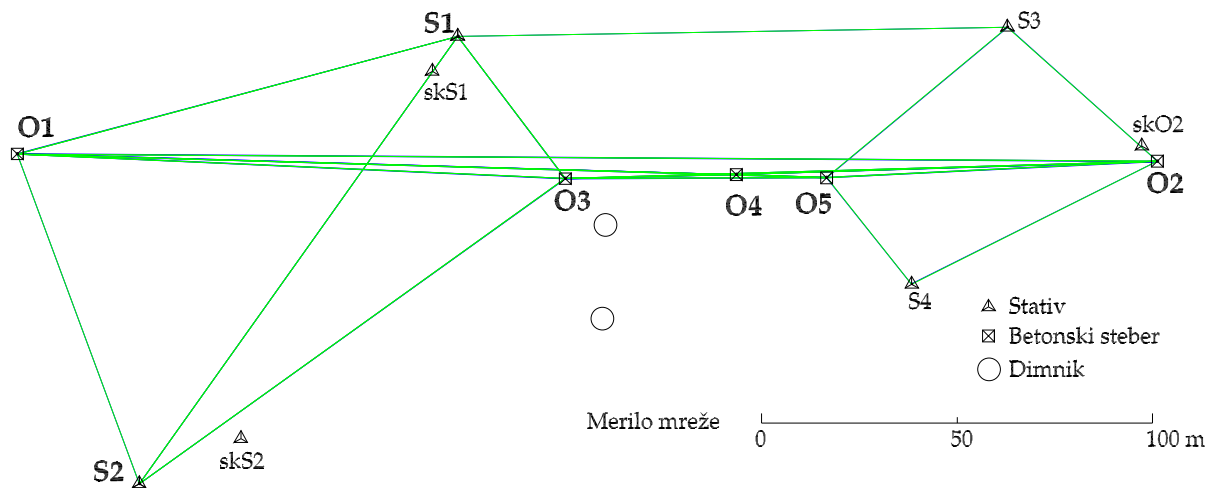
*Figure 4.1: The view of the chimneys from station S1*

### 4.1.1 Zagotovitev koordinatnega sistema

Za ustrezno registracijo skeniranih oblakov točk moramo zagotoviti geodetski koordinatni sistem. Ker nas praktično zanima samo odklon osi dimnika od težiščnice, lahko vzpostavimo lokalni koordinatni sistem, v katerem bo datum zagotovljen takole (Kuang, 1996): merjene dolžine bodo zagotovile merilo, merjene zenitne razdalje bodo zagotovile zasuka  $\omega_x$  in  $\omega_y$ , položaj in horizontalna orientacija mreže pa sta izbrana poljubno.

V TEB so z betonskimi stebri stabilizirane točke geodetske mreže, ki je namenjena preverjanju morebitnega plazjenja hribine nad proizvodno halo. Obstoječo mrežo smo za skeniranje razširili z dodatnimi točkami s stativi. Točke geodetske mreže bodo pri postopku skeniranja služile kot

oslonilne točke za georeferenciranje skenogramov. Tarče na oslonilnih točkah bodo prisilno centrirane v Leicina podnožja GDF321, ki so uporabljena tudi pri klasični izmeri. Oblika geodetske mreže, ki predstavlja koordinatno osnovo, je prikazana na Sliki 4.2



Slika 4.2: Oblika mreže TEB

Figure 4.2: The shape of the Brestanica thermal power plant network

Geodetsko mrežo smo izmerili 21. oktobra 2014 z instrumentom Leica TS30, katerega tehnične značilnosti so opisane v Preglednici 3.5. Z vseh točk (razen S3 in S4) smo proti vsem vidnim točkam v sedmih girusih merili smeri, zenitne razdalje in poševne dolžine pa smo merili v sedmih ponovitvah v obeh krožnih legah. Med merjenjem smo beležili tudi meteorološke pogoje (suho in mokro temperaturo ter zračni tlak). Pred izravnavo smo izračunali sredine girusov, reducirali dolžine na skupni nivo ter izračunali višinske razlike med točkami z enačbami trigonometričnega višinomerstva (Kogoj, 2005). Sledi izravnavo geodetske mreže s programom *Izravnavo 3.7*; postopek izravnave je opisan v Dodatku A. Datum mreže je določen z notranjimi vezmi med neznankami (prosta mreže), pri čemer vertikalnost datuma zagotavljajo opazovanja zenitnih razdalj oziroma iz njih izračunane horizontalne dolžine in višinske razlike. Poročilo o izravnavi je v Dodatku H elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>, v Preglednici 4.1 pa prikazujemo samo bistvene rezultate.

Preglednica 4.1: Rezultati izravnave geodetske mreže TEB

Table 4.1: Results of the geodetic network adjustment

Točka	$x$ [m]	$y$ [m]	$z$ [m]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_z$ [mm]	$\sigma_P$ [mm]
O1	999,3287	1000,0526	194,4075	0,06	0,10	0,27	0,30
O2	1290,8269	998,1615	192,7957	0,06	0,15	0,29	0,33
O3	1139,4778	993,7549	191,3835	0,06	0,11	0,27	0,30
O4	1183,1985	994,7829	192,3338	0,07	0,10	0,34	0,36
O5	1206,2562	994,0186	192,3366	0,06	0,08	0,29	0,31
S1	1111,9994	1030,1176	198,4470	0,09	0,12	0,37	0,40
S2	1030,5372	915,7044	187,8498	0,15	0,08	0,40	0,44
S3	1252,5435	1032,4818	201,2576	0,12	0,14	0,52	0,55
S4	1228,0636	966,7751	185,5718	0,14	0,15	0,65	0,68

$\sigma_{smer} = 1''$   
 $\sigma_{dolz} = 0,2 \text{ mm}$   
 $\sigma_{\Delta z} = 1 \text{ mm}$

#### 4.1.2 Meritve in georeferenciranje skenogramov

Istega dne, 21. oktobra 2014, smo z instrumentom Riegl VZ-400 s treh stojišč skenirali oba dimnika. S prvega stojišča skO2, ki je bilo stabilizirano v bližini točke O2, smo za zagotovitev transformacije v koordinatni sistem mreže podrobno skenirali Leica modre tarče, centrirane v podnožja na točkah O2, O4, O5, S1 in S2, z gostoto  $\sim 1 \times 1$  mm. Dimnika smo skenirali z gostoto  $\sim 1 \times 1$  cm. Z drugega stojišča skS1, ki je bilo v bližini točke S1, smo podrobno skenirali tarče na O1, O3, S1 in S2 ter oba dimnika z gostoto  $\sim 1 \times 1$  cm. S tretjega stojišča skS2, ki je bilo v bližini točke S2, smo prav tako podrobno skenirali tarče na O1, O3, S1 in S2 ter oba dimnika z gostoto  $\sim 1 \times 1$  cm.

S postopkom, opisanim v poglavju 2.1, smo določili centre vseh 13 skeniranih tarč ter upoštevali še meteorološke redukcije izmerjenih dolžin do točk vsakega oblaka. Potem smo izračunali transformacijske parametre iz lokalnega skenerjevega koordinatnega sistema v koordinatni sistem geodetske mreže za vsako od treh stojišč skenerja. Preglednica 4.2 prikazuje vrednosti centrov skeniranih tarč in nekatere cenilke natančnosti njihove določitve.

Preglednica 4.2: Centri skeniranih tarč

Table 4.2: The centres of the scanned targets

stoj	tar	$x$ [m]	$y$ [m]	$z$ [m]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_z$ [mm]	$\rho_{max}$ [%]	$i$ [°]
skO2	S4	67.0250	14.6559	-8.3407	1.1	1.0	1.7	81,3	4,5
skO2	O5	78.8971	-18.4143	-2.6471	1.1	1.2	2.0	77,6	1,7
skO2	O4	100.4555	-26.6065	-3.2157	1.4	1.5	2.6	76,6	2,3
skO2	S3	22.7455	-40.0860	6.0071	0.7	0.8	1.2	86,1	7,3
skO2	O2	-2.4297	5.0562	-0.3083	0.5	1.0	0.2	94,1	2,8
skS1	O1	-91.8724	-57.1812	2.7839	1.5	1.6	2.7	76,9	4,5
skS1	S2	-33.2220	-125.3595	-4.0322	1.9	1.7	3.2	78,4	5,2
skS1	O3	41.3841	-13.9690	-5.4436	0.8	0.7	1.1	86,6	5,4
skS1	S1	3.0931	10.6014	1.9120	0.3	0.8	0.3	94,5	4,7
skS2	O3	-88.7945	57.9120	10.1358	1.5	1.6	2.7	79,3	0,9
skS2	S1	-114.7981	20.2410	15.4914	1.7	1.7	2.9	77,8	8,5
skS2	O1	-51.4579	-77.2946	6.1229	1.4	1.3	2.3	76,1	4,2
skS2	S2	19.0287	-21.2446	1.0847	0.5	0.5	0.7	90,7	4,9

V Preglednici 4.3 so prikazani transformacijski parametri vseh treh stojišč v skupni koordinatni sistem geodetske mreže. Zapisane so tudi natančnosti, ocenjene v postopku izravnave transformacijskih parametrov.

Preglednica 4.3: Transformacijski parametri vseh treh skenerjevih stojišč

Table 4.3: Transformation parameters for the three scanner stations

Stojišče	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
skO2	161,07400° ±1, 51''	-0,00940 ±0,00002	0,01649 ±0,00003	-0,99982 ±0,00007	1286,90008 ±0,00031	1002,14253 ±0,00044	193,66792 ±0,00022
skS1	20,70188° ±14, 81''	0,05633 ±0,00004	-0,09658 ±0,00004	-0,99373 ±0,00010	1105,45683 ±0,00044	1021,30789 ±0,00072	196,27962 ±0,00065
skS2	251,96194° ±2, 76''	0,02423 ±0,00001	-0,01931 ±0,00002	0,99952 ±0,00001	1056,53868 ±0,00067	927,23522 ±0,00064	185,60014 ±0,00118

Razlike med koordinatami točk geodetske mreže in transformiranimi koordinatami centrov skeniranih tarč so manjše od 3 mm, razen pri točki S2, skenirani s stojišča skS1, kjer največja razlika znaša 5 mm v smeri koordinate  $x$ . Z izključitvijo te točke se ocenjene natančnosti ne izboljšajo, prav tako pa se ne zmanjšajo odstopanja na ostalih treh točkah.

Z izračunanimi transformacijskimi parametri transformiramo oblake skeniranih dimnikov v skupni koordinatni sistem. Pri tem upoštevamo izmerjene meteorološke parametre ter z njimi

reduciramo izmerjene dolžine do točk na dimnikih.

### 4.1.3 Izravnava valjev

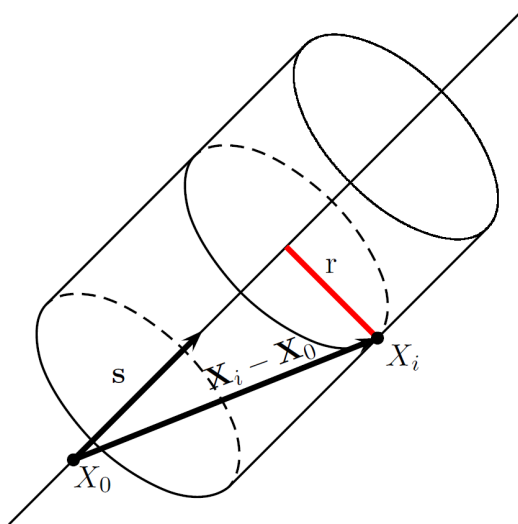
Pred izravnavo valjev s postopkom RANSAC (Fischler in Bolles, 1981; Urbančič in sod., 2016) iz oblakov odstranimo točke, ki verjetno ne ležijo na dimniku. To so razne ograje, lestve in drugi objekti, ki so bili skenirani, ker ležijo v izbranem vidnem polju instrumenta, ne predstavljajo pa dimnika.

Matematični model za izravnavo valja smo povzeli kar po Vezočnik (2011) in njegovem viru Luhmann in sod. (2007).

Valj določajo:

- točka na osi  $\mathbf{X}_0 = [x_0 \ y_0 \ z_0]^T$
- smer osi  $\mathbf{s} = [a \ b \ c]^T$
- radij  $r$

ki v izravnavi predstavljajo neznanke (Slika 4.3).



Slika 4.3: Skica valja in vektorjev na njem

Figure 4.3: A drawing of a cylinder and the vectors on it

Opazovanja v izravnavi predstavljajo skenirane točke na plašču valja  $\mathbf{X}_i = [x_i \ y_i \ z_i]^T$ .

Osnovna enačba je

$$F : \frac{\sqrt{u^2 + v^2 + w^2}}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} - r = 0 \quad (4.1)$$

kjer je  $\mathbf{w} = [u \ v \ w]^T$  vektorski produkt med smernim vektorjem osi valja ter vektorjem med izhodiščem in točko na plašču valja

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = \mathbf{s} \times [\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_0] = \begin{bmatrix} 0 & -c & b \\ c & 0 & -a \\ -b & a & 0 \end{bmatrix} [\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_0] \quad (4.2)$$

Enačba se nam zdi zanimiva. Kako izračunati oddaljenost točke  $\mathbf{X}_i$  od premice skozi  $\mathbf{X}_0$  s smerjo  $\mathbf{s}$ ? Dolžina vektorskega produkta je

$$\|p \times q\| = \|p\| \|q\| \sin \varphi \quad (4.3)$$

Če dolžino vektorskega produkta med smernim vektorjem  $\mathbf{s}$  in lokalnim vektorjem točke  $\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_0$  delimo z dolžino smernega vektorja, ostane ravno dolžina tretje stranice pravokotnega trikotnika, to pa je pravokotna oddaljenost točke od osi valja.

Osnovna enačba splošnega modela izravnave je

$$\mathbf{A}\mathbf{v} + \mathbf{B}\mathbf{\Delta} = \mathbf{f} \quad (4.4)$$

V matriko  $\mathbf{A}$  vnašamo odvode osnovne enačbe po opazovanjih  $x_i$ ,  $y_i$  in  $z_i$ . Za vsako opazovano točko matriki  $\mathbf{A}$  na diagonalni dodamo vrstico

$$\mathbf{A}_i = [u \quad v \quad w] \begin{bmatrix} 0 & -c & b \\ c & 0 & -a \\ -b & a & 0 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\|\mathbf{s}\| \|\mathbf{w}\|} \quad (4.5)$$

Matrika  $\mathbf{A}$  ima dimenzijo  $3n \times 3n$ , če je  $n$  število opazovanih točk.

V matriko  $\mathbf{B}$  vnašamo odvode osnovne enačbe po neznankeh  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  in  $r$ . Za vsako opazovano točko matriki  $\mathbf{B}$  spodaj pripnemo dodatno vrstico oblike

$$\mathbf{B}_i = [-\mathbf{A}_i \quad \frac{\partial F}{\partial \mathbf{s}} \quad -1] \quad (4.6)$$

Odvode po parametrih smernega vektorja  $\mathbf{s}$  smo izpeljali na naslednji način:

$$\frac{\partial F}{\partial \mathbf{s}} = \frac{1}{\|\mathbf{s}\| \|\mathbf{w}\|} \begin{bmatrix} 0 & w & -v \\ -w & 0 & u \\ v & -u & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i - x_0 \\ y_i - y_0 \\ z_i - z_0 \end{bmatrix} - \mathbf{s} \frac{r}{\|\mathbf{s}\|^2} \quad (4.7)$$

Matrika  $\mathbf{B}$  ima dimenzijo  $3n \times 7$ .

Vektor odstopanj  $\mathbf{f}$  napolnimo z odstopanji iz enačbe (4.1)

$$\mathbf{f}_i = r - \frac{\|\mathbf{w}\|}{\|\mathbf{s}\|} \quad (4.8)$$

Vektor  $\mathbf{f}$  ima dimenzijo  $3n \times 1$ .

Stohastično sliko opazovanj v izravnavo vključimo preko matrike kofaktorjev  $\mathbf{Q}$

$$\mathbf{Q} = \frac{1}{\sigma_0^2} \mathbf{\Sigma} \quad (4.9)$$

kjer  $\mathbf{\Sigma}$  označuje variančno-kovariančno matriko opazovanj in ima na diagonalni  $3 \times 3$  variančno-kovariančne podmatrike izmerjenih točk  $\mathbf{Q}_i$ ,  $\sigma_0^2$  pa je referenčna varianca apriori.

Predpostavili smo enake variančno-kovariančne podmatrike  $\mathbf{Q}_i$  za vse točke, izmerjene z istega stojišča. Matrike so izračunane ob predpostavljene natančnosti 3'' za smer, 5'' za višinski kot ter 1, 5 cm za dolžino za točko na sredini vidnega polja pri skeniranju dimnika. Kotni natančnosti sta bili določeni pri poskusih iz poglavja 2.3; za oceno dolžinske natančnosti smo vizualno analizirali razpršenost točk okrog valja.

Obravnavana oblaka točk dimnikov vsebujeta 5,84 in 5,75 milijonov točk, zato bi bilo sestavljanje in množenje celih matrik  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$  in  $\mathbf{P}$  verjetno računsko nemogoče. Namesto postopka

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_e &= (\mathbf{A}\mathbf{Q}\mathbf{A}^T)^{-1} \\ \mathbf{N} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P}_e \mathbf{B} \\ \mathbf{t} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P}_e \mathbf{f} \end{aligned} \quad (4.10)$$

matrike sestavljamo za vsako točko posebej in jih sproti seštevamo

$$\begin{aligned}
 \mathbf{P}_{e_i} &= (\mathbf{A}_i \mathbf{Q}_i \mathbf{A}_i^T)^{-1} \\
 \mathbf{N} &= \sum_{i=1}^n \mathbf{B}_i^T \mathbf{P}_{e_i} \mathbf{B}_i \\
 \mathbf{t} &= \sum_{i=1}^n \mathbf{B}_i^T \mathbf{P}_{e_i} \mathbf{f}_i \\
 \mathbf{f}^T \mathbf{P}_e \mathbf{f} &= \sum_{i=1}^n \mathbf{f}_i^T \mathbf{P}_{e_i} \mathbf{f}_i
 \end{aligned} \tag{4.11}$$

Matrike iz enačbe (4.11) imajo majhne dimenzije. Naprej se sistem reši klasično

$$\begin{aligned}
 \Delta &= \mathbf{N}^{-1} \mathbf{t} \\
 \hat{\sigma}_0^2 &= (\mathbf{f}^T \mathbf{P}_e \mathbf{f} - \Delta^T \mathbf{t}) / (3n - 5) \\
 \Sigma_{\Delta\Delta} &= \hat{\sigma}_0^2 \mathbf{N}^{-1}
 \end{aligned} \tag{4.12}$$

Valj opisujemo s sedmimi parametri; le pet od njih pa je linearno neodvisnih, kar povzroča singularnost matrike  $\mathbf{N}$ . V primeru valja je odvisna ena od komponent smernega vektorja  $\mathbf{s}$ ; vektor nam podaja samo smer, njegova dolžina pa na model valja ne vpliva. Odvisna je tudi ena od koordinat točke na osi, točka namreč lahko leži kjerkoli na osi, valj pa zaradi tega ne bo nič drugačen. Za približno pokončni valj se nam je zdela najbolj elegantna rešitev, da približni vrednosti parametrov  $c$  in  $z_0$  nastavimo na konstantni vrednosti ( $c = 1$  in  $z_0 = \min(z_i)$ ) ter nato neznanke izpustimo iz izravnave (brišemo 3. in 6. stolpec matrike  $\mathbf{B}$ ). Izbrali bi lahko tudi postopek izravnave funkcijsko odvisnih neznank ali kakšen drug način zagotovitve “datuma” (Ghilani, 2011), vendar rezultat zato ne bi bil nič boljši, postopek pa bi bil bolj zapleten.

#### 4.1.4 Rezultati izravnave in nekatere dodatne analize

V Preglednici 4.4 predstavljamo rezultate izravnave valja skozi skenirana oblaka točk dimnikov. Poleg izravnanih parametrov z natančnostmi sta izračunana še odklona osi dimnika od navpičnice (na višini dimnika 65 m), skupni odklon ter smerni kot odklona v koordinatnem sistemu geodetske mreže.

Preglednica 4.4: Rezultati izravnave valja in odklon dimnika od navpičnice

Table 4.4: Adjustment results and the chimney's deviation from the vertical

Dimnik PB1 – vsa stojišča			Dimnik PB2 – vsa stojišča		
Točka na osi			Točka na osi		
$x_0$	1148,88069 m	$\pm 0,006$ mm	$x_0$	1149,67699 m	$\pm 0,006$ mm
$y_0$	957,88049 m	$\pm 0,005$ mm	$y_0$	981,84587 m	$\pm 0,005$ mm
$z_0$	206,95710 m	$\pm 0,000$ mm	$z_0$	207,99350 m	$\pm 0,000$ mm
Smer osi			Smer osi		
$a$	0,00020 m	$\pm 0,000$ mm	$a$	-0,00044 m	$\pm 0,000$ mm
$b$	-0,00105 m	$\pm 0,000$ mm	$b$	-0,00109 m	$\pm 0,000$ mm
$c$	1,00000 m	$\pm 0,000$ mm	$c$	1,00000 m	$\pm 0,000$ mm
Radij			Radij		
$r$	2,91190 m	$\pm 0,002$ mm	$r$	2,91284 m	$\pm 0,002$ mm
Odklon od navpičnice			Odklon od navpičnice		
$o_x$	0,01318 m	$\pm 0,017$ mm	$o_x$	-0,02875 m	$\pm 0,019$ mm
$o_y$	-0,06837 m	$\pm 0,015$ mm	$o_y$	-0,07082 m	$\pm 0,015$ mm
skupaj	0,06962 m	$\pm 0,014$ mm	skupaj	0,07643 m	$\pm 0,016$ mm
smer	169,09°		smer	202,10°	

Zanimalo nas je še, ali bi bil rezultat drugačen, če ne bi tako korektno upoštevali stohastičnega stanja meritev, ampak bi za matriko kofaktorjev  $\mathbf{Q}$  vzeli kar enotsko matriko. Skupni odklon bi se pri obeh dimnikih spremenil za manj kot milimeter, smerni kot odklona pa približno za 2°.



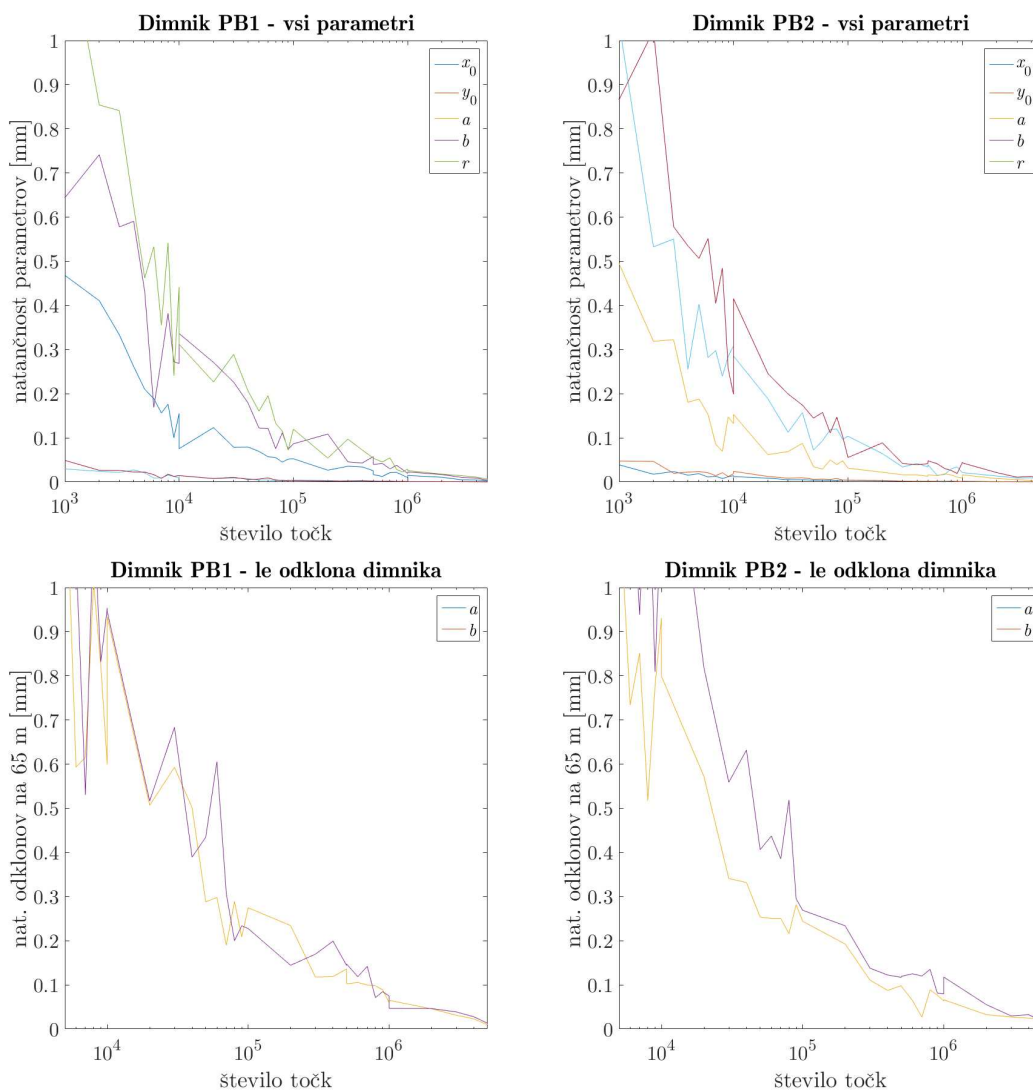
## Določitev uporabnega števila točk

Natančnosti določitve parametrov valja so zaradi ogromne nadštevilnosti v izravnavi zelo verjetno precenjene; zato poskušamo bolj realno oceniti natančnosti parametrov.

Iz celotnega oblaka, ki šteje več kot 5 milijonov točk, izberemo naključen vzorec desetih točk in izravnamo valj skozi točke tega vzorca. Postopek ponovimo desetkrat; tako po desetkrat izračunamo izravnane parametre iz različnih vzorcev. Izračunamo razpršenost teh rezultatov. Ker je bil naključni vzorec relativno majhen, pričakujemo, da bodo rezultati desetih izravnav med seboj “kar” različni.

Postopoma povečujemo velikost vzorca. Večji ko bo naključni vzorec, bolj skladni bodo rezultati desetih ponovitev izravnave, kajne?

Slika 4.4 prikazuje, kako pada razpršenost rezultatov desetih izravnav pri povečevanju naključnega vzorca. Komponenti smernega vektorja  $a$  in  $b$  se nanašata na 1 m dolg vektor, zato sta njuni razpršenosti relativno manjši od ostalih. Izrišemo ju na spodnjih grafih v Sliki 4.4, pomnoženi z višino dimnika, to je 65 m.



Slika 4.4: Določitev uporabnega števila točk

Figure 4.4: Determining the useful number of points

Opazimo lahko, da razpršenost najbolj pade do vzorca 100 000 točk. Ustaliijo se pod vrednostjo

0,2 mm, zato sklepamo, da je to realna ocena natančnosti. Pri oceni natančnosti odklonov od navpičnice upoštevamo višino dimnika in tudi tam se izkaže, da se pri vzorcih, večjih od 100 000 točk, razpršenost ustali približno pri vrednosti 0,2 mm. Pri vzorcih, večjih od milijona točk, se točke, izbrane v različnih ponovitvah, lahko že zelo prekrivajo, zato so parametri določeni na podlagi istih točk in je njihova razpršenost premajhna. Pri položaju točke na osi valja je morda smotrno upoštevati še (ne)natančnosti translacijskih parametrov – določitev položajev skenerja.

## Primerjava stojišč

Z naslednjim poskusom smo želeli preveriti, kakšen rezultat bi dobili, če bi dimnik skenirali le z enega stojišča. Med seboj primerjamo nagibe dimnika, določene iz oblakov točk posameznih stojišč. Rezultate prikazuje Preglednica 4.5.

Preglednica 4.5: Primerjava odklonov dimnikov, določenih po posameznih stojiščih

Table 4.5: Comparison of the chimney declination at individual stations

stojišče	PB1		PB2	
	odklon [m]	smer [°]	odklon [m]	smer [°]
skO2	0,085	173,8	0,081	202,4
skS1	0,064	167,5	0,069	198,3
skS2	0,067	163,8	0,078	202,2
povprečje	0,072	168,4	0,076	201,0
SKUPAJ	0,070	169,1	0,076	202,1

Kaj bomo torej rekli k vsemu temu? (Rim 8, 31) Natančnosti odklonov nismo izpisali, ker so njihove vrednosti manjše od desetink milimetrov. Očitno so te natančnosti precenjene, vzrok za to pa je ogromna nadštevilnost v izravnavi (enačba (4.12)). Če bi razlike med rezultati posameznih stojišč statistično vrednotili, bi bile razlike povsod značilne. Vrednosti odklona se med seboj razlikujejo do 30 % pri prvem in do 10 % pri drugem dimniku, to pa ni zanemarljivo. Vprašanje je, ali gre razlog za takšne razlike iskati v metodologiji zajema in izračuna ali pa so posledica neupoštevanih zunanjih vplivov. Sončno obsevanje in veter sta le dva od možnih vplivov, ki bi lahko spreminjala nagib dimnika v času izmere. Načrtujemo nadaljnje raziskave, s katerimi bi ovrednotili vpliv vsaj teh dveh zunanjih dejavnikov.

## Upoštevanje kalibracijskih parametrov

Pri osnovnem izračunu v račun nismo vzeli kalibracijskih parametrov, določenih v izravnavi samokalibracije (poglavje 3.4.2). Ob upoštevanju kolimacijskega pogreška  $B_1 = 75''$  in indeksnega pogreška  $C_0 = 10''$ , ki sta bila določena s samokalibracijo, smo z izravnavo valjev izračunali nekoliko drugačne parametre. Razlike in natančnosti razlik med parametri, določenimi brez in z upoštevanimi kalibracijskimi parametri, so podane v Preglednici 4.6.

Globalni test modela, ki predstavlja povprečno odstopanje točk od modela valja, se po vklopu kalibracijskih parametrov ne spremeni značilno; prav tako se ne spremenijo natančnosti določitve parametrov, zato sklepamo, da upoštevanje kalibracijskih parametrov v konkretni nalogi ni izboljšalo rezultatov. Vrednosti parametrov se spremenijo manj, kot je za uporabnost rezultatov pomembno.

Določanje nevertikalnosti dimnikov s terestričnim laserskim skenerjem je inovativna metoda, ki smo jo objavili v znanstvenem članku (Kregar in sod., 2015). Glavni prednosti te metode sta splošnost in uporabnost na kompleksnih objektih, kjer z drugačnimi metodami vertikalnosti ne bi mogli izmeriti. Glavna slabost metode pa je v ceni instrumentarija. Izravnava valja je podana splošno, razširitev enačb v model stožca pa bi bila enostavna. Linearna odvisnost neznanek v

Preglednica 4.6: Sprememba parametrov ob upoštevanju kalibracijskih parametrov

Table 4.6: The change in parameters when calibration parameters are considered

Dimnik PB1			Dimnik PB2		
Točka na osi			Točka na osi		
$\delta x_0$	-0,52 mm	$\pm 0,01$ mm	$\delta x_0$	0,03 mm	$\pm 0,01$ mm
$\delta y_0$	-0,81 mm	$\pm 0,01$ mm	$\delta y_0$	0,24 mm	$\pm 0,01$ mm
$\delta z_0$	0,00 mm	$\pm 0,00$ mm	$\delta z_0$	0,00 mm	$\pm 0,00$ mm
Smer osi			Smer osi		
$\delta a$	-0,02 mm	$\pm 0,000$ mm	$\delta a$	-0,04 mm	$\pm 0,000$ mm
$\delta b$	-0,05 mm	$\pm 0,000$ mm	$\delta b$	-0,08 mm	$\pm 0,000$ mm
$\delta c$	0,00 mm	$\pm 0,000$ mm	$\delta c$	0,00 mm	$\pm 0,000$ mm
Radij			Radij		
$\delta r$	1,50 mm	$\pm 0,003$ mm	$\delta r$	0,43 mm	$\pm 0,003$ mm
Odklon od navpičnice			Odklon od navpičnice		
$\delta o_x$	-1,56 mm	$\pm 0,025$ mm	$\delta o_x$	-2,92 mm	$\pm 0,026$ mm
$\delta o_y$	-2,99 mm	$\pm 0,021$ mm	$\delta o_y$	-5,34 mm	$\pm 0,022$ mm
$\delta skupaj$	2,68 mm	$\pm 0,021$ mm	$\delta skupaj$	6,09 mm	$\pm 0,024$ mm
$\delta smer$	1,56°		$\delta smer$	0,02°	

modelu je rešena z uporabo konstant, kar je analogno zagotovitvi datuma geodetske mreže z danimi točkami.

Izkaže se, da upoštevanje kalibracijskih parametrov rezultatov praktično ne spremeni, skladnost opazovanj z modelom pa se malenkostno poveča. Apliciranje modelov pogreškov, pridobljenih s strojnim učenjem, na podatke skeniranih dimnikov bi bilo računsko zahtevno, rezultati pa se značilno ne bi spremenili.

## 4.2 Deformacijska analiza prelivne stene Melje

Naslednji praktični primer uporabe TLS za meritve visoke natančnosti bomo prikazali na nalogi spremljanja stabilnosti vodne pregrade. Kjer reka Drava zapusti mesto Maribor, stoji betonska pregrada, ki večji del reke preusmeri v kanal proti HE Zlatoličje. Takoj na začetku kanala je med staro strugo in kanalom postavljena tako imenovana "prelivna stena". Ker je nekoliko nižja od drugega brega kanala, je zagotovljeno, da bi se ob nepredvidenih težavah v HE Zlatoličje voda čez prelivno steno raje razlila v staro strugo kot pa v mesto.



Slika 4.5: Prelivna stena

*Figure 4.5: Overflow wall*

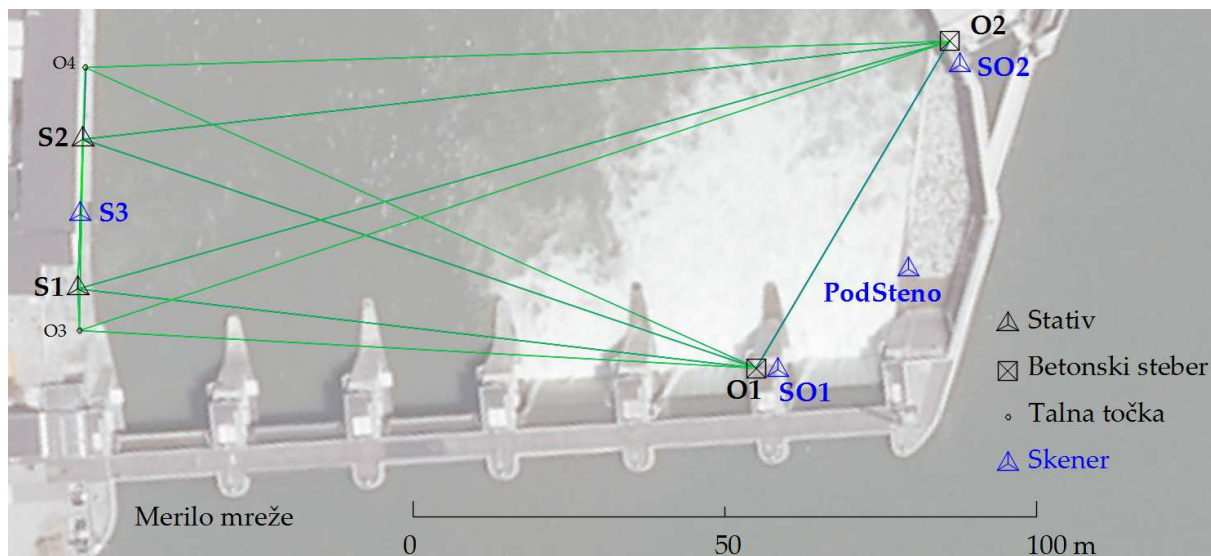
Zakonodaja zahteva, da mora zaradi varovanja narave po stari strugi reke poleti teči 20 m<sup>3</sup>/s, pozimi pa 10 m<sup>3</sup>/s vode. To vodo bi lahko prelivali skozi prelivna polja pregrade, bolj dobičkonosno pa je, če voda v staro strugo odteče preko male hidroelektrarne. Takšno elektrarno so vgradili v prej opisano prelivno steno, z geodetskimi meritvami pa preverjamo, ali je prelivna stena tudi po gradnji male HE še vedno stabilna. Slika 4.5 prikazuje pregrado, prelivno steno in malo HE Melje.

Za georeferenciranje skenogramov v ustreznem koordinatnem sistemu ter vrednotenje natančnosti te transformacije bomo uporabili postopke in rezultate iz poglavja 2. Ker se je pri prvi praktični nalogi z dimnikoma v TEB izkazalo, da kalibracijski parametri, določeni v poglavju 3.4.2, niso spremenili rezultatov, sklepamo, da za uporabljeni skener praktično niso relevantni in zato jih v tej nalogi tudi ne vključujemo. Na nalogi bi lahko praktično preizkusili direktno georeferenciranje s prisilnim centriranjem v stabilno podnožje, o katerem govori Hipoteza 1 ter smo ga teoretično ovrednotili v poglavju 3.4.3. Praktične meritve na realnih objektih so podvržene posebnim pogojem in terminom, ki jih predpisuje lastnik oziroma upravitelj objekta. Pred prvo izmero bi morali stabilizirati črno-bele tarče na stabilno lokacijo ter med izmerama na stojščih pustiti privita precizna podnožja Leica GDF321. Ker tega zaradi okoliščin in z doktorskim delom neusklajenimi termini nismo zagotovili, se moramo praktičnemu preizkusu trditve iz Hipoteze 1 odreči.

### 4.2.1 Zagotovitev koordinatnega sistema

V TE Brestanica smo preverjali vertikalnost dimnikov, zato je bil glavni pogoj pri zagotovitvi koordinatnega sistema vertikalnost. Pri prelivni steni MHE Melje želimo zaznati premike ali deformacije obravnavanega objekta med dvema terminskima izmerama. Zagotoviti moramo torej geodetski datum mreže, ki se med terminskimi izmerami ne spreminja. Koordinatni sistem bo zagotovila terestrična mikromreža. Položaj in vertikalno orientacijo mreže bosta zagotovili predvidoma stabilni talni točki na levem bregu Drave. Zasuka okoli osi  $x$  in  $y$  bodo zagotovile meritve zenitnih razdalj, merilo pa merjene dolžine. Dve stojšči v mreži sta stabilizirani z

betonskima stebroma (na MHE in enem od prelivnih polj), dve stojišči pa realiziramo s stativoma na levem bregu reke med danima talnima točkama. Oblika mreže je prikazana na Sliki 4.6.



Slika 4.6: Skica geodetske mreže MHE Melje

Figure 4.6: The shape of the Melje geodetic network

#### 4.2.2 Meritve in georeferenciranje skenogramov

Meritve smo izvedli v dveh terminskih izmerah, 21. aprila 2015 in 10. julija 2015. V vsaki od izmer smo izmerili geodetsko mrežo z instrumentom Leica TS30, katerega tehnične značilnosti so opisane v Preglednici 3.5. S stojišč S1, S2, O1 in O2 smo proti vsem vidnim točkam v sedmih girusih merili smeri, zenitne razdalje in poševne dolžine pa v sedmih ponovitvah v obeh krožnih legah. Beležili smo meteorološke pogoje (suho in mokro temperaturo ter zračni tlak). Pred izravnavo smo izračunali sredine girusov, reducirali dolžine na skupni nivo ter izračunali višinske razlike med točkami z enačbami trigonometričnega višinomerstva. Sledi izravnava geodetske mreže s programom *Izravnava 3.7* (postopek izravnave je opisan v Dodatku A).

Podrobnejše poročilo o izravnava obih izmer so v Dodatku I elektronske različice doktorata, dostopne na <http://drugg.fgg.uni-lj.si>. V prvi izmeri je mreža vpeta na dani talni točki O3 in O4. Dosegli smo natančnost smeri 1", horizontalnih dolžin 0,3 mm in višinskih razlik 1,5 mm. Globalni test modela je 1,18, standardni odkloni horizontalnih koordinat so manjši od 0,5 mm, standardni odkloni višinskih komponent pa manjši od 1 mm.

V drugi izmeri je mreža ponovno vpeta na isti dani talni točki O3 in O4. Dosegli smo natančnosti smeri 2", horizontalnih dolžin 0,2 mm in višinskih razlik 0,8 mm. Globalni test modela je 1,05, standardni odkloni horizontalnih koordinat pa so manjši od 0,5 mm.

Obravnavani del prelivne stene, ki je med MHE in pregrado, smo v obeh izmerah skenirali s štirih stojišč. Položaji stojišč skenerja so označeni na Sliki 4.6. Stojišče S3 je bilo med stativoma točk S1 in S2 na levem bregu Drave. Stojišči SO1 in SO2 sta bili v bližini stebrov O1 in O2. Četrto stojišče je bilo postavljeno na skalovju pod prelivno steno; z njega smo tako lahko najboljše zajeli obravnavani detajl. Z vsakega od stojišč skenerja smo podrobno (1×1 mm) skenirali Leica modre tarče, prisilno centrirane v podnožja Leica GDF321, privita na točke geodetske mreže. Z vsakega od stojišč smo skenirali obravnavani del prelivne stene s primerno gostoto (0,5 – 2 cm).

Iz podrobnih skenogramov smo določili centre tarč ter izračunali transformacijske parametre za transformacijo vsakega od skenerjevih stojišč v koordinatni sistem geodetske mreže. V Preglednici 4.7 so transformacijski parametri ter v izravnavi ocenjene njihove natančnosti.

Preglednica 4.7: Transformacijski parametri vseh skenerjevih stojišč obeh izmer

Table 4.7: Transformation parameters for all scanner stations and for both measurements

Izmera	Stojišče	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	PodSteno	330,58556° ±43,6''	-0,02529 ±0,00019	-0,00187 ±0,00015	0,99968 ±0,00020	107,01697 ±0,00341	112,67237 ±0,00248	10,38026 ±0,00530
	S3	123,82816° ±11,8''	-0,00333 ±0,00011	-0,02124 ±0,00009	0,99977 ±0,00005	91,43052 ±0,00321	242,65189 ±0,00245	11,65900 ±0,00337
	SO1	20,23673° ±27,5''	0,04489 ±0,00008	-0,00825 ±0,00011	-0,99896 ±0,00018	89,75514 ±0,00150	128,04578 ±0,00153	17,26246 ±0,00226
2	S3	14,84925° ±95,1''	0,13570 ±0,00024	0,09357 ±0,00030	-0,98632 ±0,00085	87,21072 ±0,00488	241,74910 ±0,00279	11,97735 ±0,00192
	SO1	177,12930° ±5,7''	0,01077 ±0,00073	0,01056 ±0,00050	-0,99989 ±0,01087	89,60662 ±0,00109	127,92009 ±0,00201	17,41983 ±0,00100
	SO2	13,89265° ±62,5''	-0,03337 ±0,00019	-0,03485 ±0,00027	0,99884 ±0,00064	144,13381 ±0,00473	110,89762 ±0,00248	18,96748 ±0,00145
	PodSteno	226,71633° ±21,3''	-0,00077 ±0,00018	-0,00806 ±0,00014	0,99997 ±0,00014	103,73747 ±0,00543	111,49719 ±0,00438	10,35639 ±0,00677

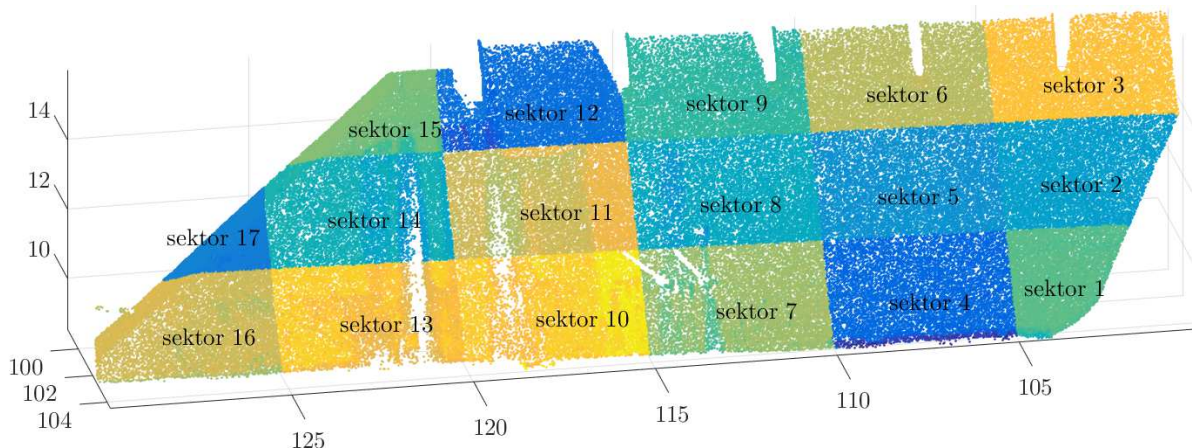
Na tem mestu lahko primerjamo natančnosti parametrov translacije z natančnostjo direktnega georeferenciranja, ki smo jo ovrednotili v poglavju 3.4.3. Lahko rečemo, da se natančnosti translacij v vseh treh koordinatnih smereh gibljejo med 1 mm in 5 mm, medtem ko smo v Preglednici 3.7 pokazali, da direktno georeferenciranje lahko zagotovi enak položaj skenerja med dvema terminskima izmerama z natančnostjo 2 mm. Z izračunanimi transformacijskimi parametri transformiramo skenograme obravnavanega območja v skupni koordinatni sistem. S postopkom RANSAC (Fischler in Bolles, 1981; Urbančič in sod., 2016) filtriramo oblak točk oziroma poiščemo točke, ki so od ravnine stene oddaljene manj kot 0,1 m, ostale pa odstranimo.

Obravnava parametrov ravnine, izravnane skozi celoten oblak točk na steni, bi bila premalo občutljiva za deformacijsko analizo. Morebiten premik točk na manjšem območju stene zaradi velike nadštevilnosti ne more značilno vplivati na spremembo parametrov celotne ravnine, zato njihovega premika ne moremo zaznati. Bolj smiselno je steno razdeliti na manjše sektorje in obravnavati vsak sektor posebej. Pri tem pa je nujen pogoj, da so meje sektorjev neodvisne od opazovanj posamezne izmere; vezane naj bodo na koordinatni sistem, katerega stabilnost mora biti zagotovljena. Določitev velikosti in oblike sektorjev naj bo odvisna od lastnosti meritev in pričakovanih premikov oziroma načina deformacij, ki ga želimo zaznati. V našem primeru smo se odločili razdeliti steno po višini na 3 dele, po dolžini pa na 6 delov. Slika 4.7 prikazuje razdelitev stene na sektorje. Meje med sektorji so okrogle vrednosti koordinat, in sicer po 5 m v smeri osi  $x$  in po 2,5 m v smeri osi  $z$ . Možna izbira sektorjev je predstavljena tudi v Turčič (2015).

## Natančnost izmerjenih točk

Za iskanje morebitnih premikov ali deformacij prelivne stene bomo med seboj primerjali parametre ravnin izravnanih skozi točke posameznega sektorja. Za odločitev, kdaj sprememba parametrov pomeni značilen premik, je ključnega pomena kakovostna ocena natančnosti izravnanih parametrov; temelj takšne ocene pa je dobro ovrednotena natančnost opazovanj, ki vstopajo v izravnavo.

Predpostavili bomo, da imajo vse točke v sektorju zelo podobno stohastično sliko. Variančno-kovariančno matriko bomo izračunali za središče sektorja in za vse točke sektorja predpostavili takšno matriko. Izhajamo iz natančnosti merjenih polarnih koordinat, določenih v poglavju 2.3.1. Za sektor 8, ki leži približno na sredini stene, so vrednosti polosi elipsoida manjše od milimetra za stojišča na desnem bregu Drave ter nekaj milimetrov za stojišče S3 na levem bregu. Upoštevamo (ne)natančnost transformacijskih parametrov. Pri transformaciji iz lokalnega ske-



Slika 4.7: Razdelitev stene na sektorje

Figure 4.7: The division of the wall into sectors

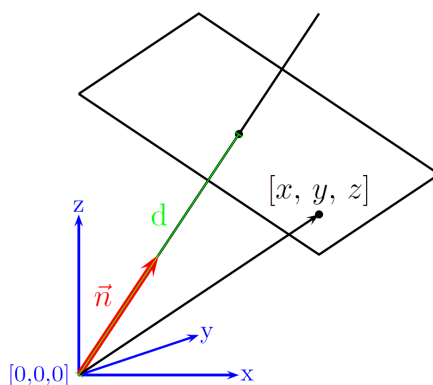
nerjevega v koordinatni sistem geodetske mreže s prenosom varianc in kovarianc določimo variančno-kovariančne matrike za središča sektorjev.

### 4.2.3 Izravnava ravnin

Osnovna enačba ravnine v trirazsežnem prostoru

$$ax + by + cz - d = 0 \quad (4.13)$$

pravi, da je skalarni produkt med normalo ravnine  $\vec{n} = [a \ b \ c]^T$  in lokalnim vektorjem točke  $[x \ y \ z]^T$  enak oddaljenosti ravnine od koordinatnega izhodišča v smeri normale (Slika 4.8).



Slika 4.8: Skica ravnine

Figure 4.8: The drawing of the plane

Parametre ravnine lahko najhitreje izračunamo z razcepom matrike

$$\mathbf{S} = (\mathbf{X} - \mu)(\mathbf{X} - \mu)^T \quad (4.14)$$

na lastne vrednosti in vektorje (v matriki  $\mathbf{X}$  so v stolpcih zložene koordinate vseh točk, skozi katere napenjamo ravnino,  $\mu$  pa je njihovo povprečje) (Pearson, 1901). Lastne vrednosti matrike  $\mathbf{S}$  predstavljajo razpršenost oblaka točk v treh glavnih (pravokotnih) smereh, ki jih definirajo lastni vektorji matrike  $\mathbf{S}$ . Lastni vektor, ki pripada najmanjši lastni vrednosti, je torej normala ravnine. Četrty parameter  $d$ , ki pove oddaljenost ravnine od izhodišča, pa izračunamo kot

povprečje skalarnih produktov normale z vsemi točkami

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{n} \cdot \mathbf{X}_i}{n} \quad (4.15)$$

Opisani način vrne optimalno vrednost parametrov ravnine v smislu minimizacije kvadratov pravokotnih oddaljenosti točk od ravnine. Rezultat je identičen tistemu, ki ga dobimo z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov, le da pri razcepu na lastne vrednosti in vektorje umanjka stohastični model, torej ne moremo oceniti natančnosti pridobljenih parametrov. Za našo nalogo so te ključnega pomena, zato opisani postopek uporabimo samo za pridobitev približnih vrednosti. Zaradi velikega števila točk v vsakem sektorju se izravnave ponovno lotimo postopno.

Uporabimo splošni model

$$\mathbf{A}\mathbf{v} + \mathbf{B}\mathbf{\Delta} = \mathbf{f} \quad (4.16)$$

V matriko  $\mathbf{A}$  sodijo odvodi osnovne enačbe (4.13) po opazovanjih  $x_i, y_i$  in  $z_i$ . Za vsako opazovano točko sestavimo vektor

$$\mathbf{A}_i = [a \quad b \quad c] \quad (4.17)$$

V matriko  $\mathbf{B}$  sodijo odvodi osnovne enačbe (4.13) po neznankah  $a, b, c$  in  $d$ . Za vsako opazovano točko matriki sestavimo vrstico

$$\mathbf{B}_i = [x \quad y \quad z \quad -1] \quad (4.18)$$

Vektor odstopanj  $\mathbf{f}$  napolnimo z odstopanji iz enačbe (4.13), ki so zaradi slučajnih pogreškov opazovanj in približnih vrednosti neznank

$$\mathbf{f}_i = d - ax - by - cz \quad (4.19)$$

Stohastično sliko opazovanj v izravnavo vključimo preko matrike kofaktorjev  $\mathbf{Q}$

$$\mathbf{Q}_i = \frac{1}{\sigma_0^2} \mathbf{\Sigma}_i \quad (4.20)$$

kjer  $\mathbf{\Sigma}_i$  označuje variančno-kovariančno matriko opazovane točke (glej prejšnje podpoglavje 4.2.2),  $\sigma_0^2$  pa je referenčna varianca apriori.

Matrike v postopku sestavljamo za vsako točko posebej in jih sproti seštevamo

$$\begin{aligned} \mathbf{P}_{\mathbf{e}i} &= (\mathbf{A}_i \mathbf{Q}_i \mathbf{A}_i^T)^{-1} \\ \mathbf{N} &= \sum_{i=1}^n \mathbf{B}_i^T \mathbf{P}_{\mathbf{e}i} \mathbf{B}_i \\ \mathbf{t} &= \sum_{i=1}^n \mathbf{B}_i^T \mathbf{P}_{\mathbf{e}i} \mathbf{f}_i \\ \mathbf{f}^T \mathbf{P}_{\mathbf{e}} \mathbf{f} &= \sum_{i=1}^n \mathbf{f}_i^T \mathbf{P}_{\mathbf{e}i} \mathbf{f}_i \end{aligned} \quad (4.21)$$

Matrike iz enačbe (4.21) imajo majhne dimenzije. Od tu naprej se sistem reši klasično

$$\begin{aligned} \mathbf{\Delta} &= \mathbf{N}^{-1} \mathbf{t} \\ \hat{\sigma}_0^2 &= (\mathbf{f}^T \mathbf{P}_{\mathbf{e}} \mathbf{f} - \mathbf{\Delta}^T \mathbf{t}) / (n - 4) \\ \mathbf{\Sigma}_{\mathbf{\Delta}\mathbf{\Delta}} &= \hat{\sigma}_0^2 \mathbf{N}^{-1} \end{aligned} \quad (4.22)$$

Ravnino opisujemo s štirimi parametri, le trije od njih pa so linearno neodvisni, kar povzroča singularnost matrike  $\mathbf{N}$ . Odvisna je ena od komponent normale  $\vec{n}$  – vektor nam podaja samo smer, njegova dolžina pa na model ne vpliva. Singularnost rešimo z dodatno vezno enačbo med neznankami v modelu

$$a^2 + b^2 + c^2 - 1 = 0 \quad (4.23)$$



V linearizirani obliki zapišemo enačbo

$$\mathbf{C}\Delta = \mathbf{g} \quad (4.24)$$

Popravkom neznank  $\Delta$  iz enačbe (4.22) moramo prišteti člen  $\delta_\Delta$

$$\begin{aligned} \mathbf{C} &= [2a \quad 2b \quad 2c] \\ \mathbf{g} &= a^2 + b^2 + c^2 - 1 \\ \mathbf{M} &= \mathbf{C}\mathbf{N}^{-1}\mathbf{C}^T \\ \delta_\Delta &= \mathbf{N}^{-1}\mathbf{C}^T\mathbf{M}^{-1}(\mathbf{g} - \mathbf{C}\Delta) \end{aligned} \quad (4.25)$$

Z opisanim postopkom izravnamo ravnino skozi točke vsakega od sektorjev. Globalni test modela, pri katerem naj bi testna statistika  $T = \hat{\sigma}_0^2/\sigma_0^2$  ležala na intervalu  $(0, 6, 1, 6)$  ter vrednosti popravkov opazovanj kažejo, da so natančnosti opazovanj, ocenjene v poglavju 4.2.2, v pravem velikostnem razredu.

Prav tako kot pri dimnikih tudi pri skeniranju ravnin na pregradi nastane težava, in sicer da velike nadštevilnosti v modelu povzročijo precenjene natančnosti izravnanih parametrov.

### Realna ocena natančnosti parametrov ravnin

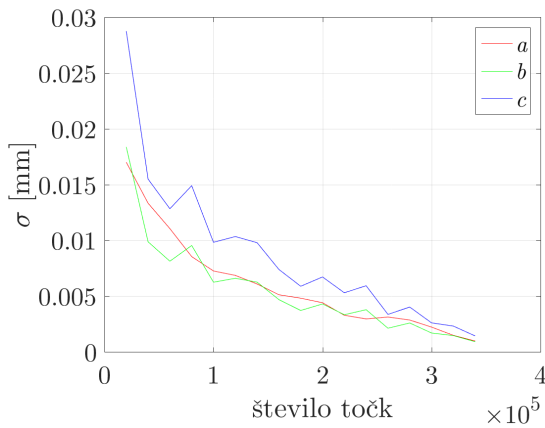
Podobno kot pri dimnikih smo tudi pri pregradi za enega od sektorjev naredili poskus, in sicer koliko na oceno natančnosti vpliva nadštevilnost. Iz oblaka s 320 000 točkami smo po 50-krat izbirali naključni vzorec  $n = 20\,000$  točk. Za vsako od 50 ponovitev smo po hitrem postopku (enačbi (4.14) in (4.15)) izračunali parametre ravnine, potem pa še standardni odklon teh 50 parametrov. Na drugi strani smo izračunali parametre ravnine in njihove natančnosti po metodi najmanjših kvadratov. Shranimo razpršenosti 50 ponovitev in natančnosti parametrov iz izravnave.

Postopek ponovimo na naključnih vzorcih velikosti  $n = 40\,000, 60\,000, \dots, 320\,000$ . Slika 4.9 prikazuje, kako se z večanjem števila točk večajo natančnosti.

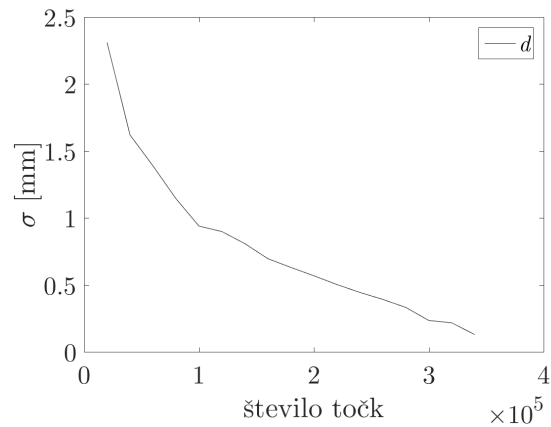
Na levih slikah smo priča padanju standardnih odklonov parametrov normale  $a, b, c$ . Opazimo, da standardni odkloni 50 ponovitev padejo bolj kot standardni odkloni iz izravnave. Vzrok je ponavljanje točk pri izbiranju velikih naključnih vzorcev. Standardni odkloni po izravnavi za vzorce večje od 100 000 ne padajo več dosti, zato se odločimo, da je v izravnavi ocenjena natančnost normale dovolj realna.

Na desnih slikah izrisujemo padanje natančnosti parametra  $d$ , ki je drugačnega velikostnega razreda kot parametri normale. Tukaj se dobro pokaže vpliv nadštevilnosti na oceno natančnosti v izravnavi – natančnost je  $\sim 100$ -krat večja od razpršenosti iz 50 ponovitev. Izrišimo še standardni odklon skalarnih produktov  $\vec{n} \cdot \mathbf{X}_i$ , ki v bistvu pomeni razpršenost točk okoli ravnine (Slika 4.10). Ta ocena natančnosti parametra  $d$  pa zavzame večjo vrednost od drugih dveh, z večanjem števila točk pa ne pada. V deformacijski analizi bomo za natančnost parametra  $d$  uporabljali to cenilko.

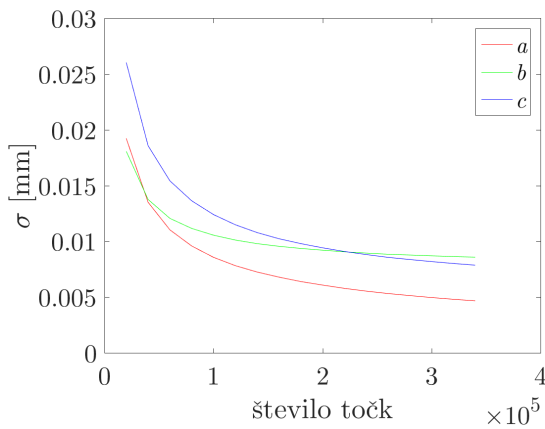
*Zaključimo, da je najbolj realno za natančnost normale upoštevati natančnosti izračunane v izravnavi, za natančnost parametra  $d$  pa razpršenost točk okrog ravnine.*



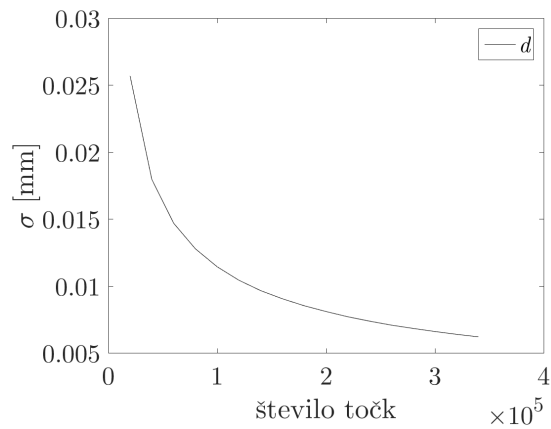
(a) Razpršenost parametrov v 50 ponovitvah –  $\vec{n}$   
(a) The dispersion of parameters of  $\vec{n}$  in 50 repetitions



(b) Razpršenost parametra v 50 ponovitvah –  $d$   
(b) The dispersion of parameter  $d$  in 50 repetitions



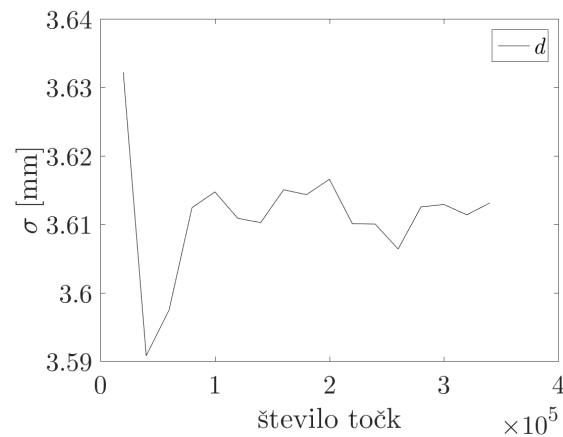
(c) Natančnost parametrov po izravnavi –  $\vec{n}$   
(c) The precision of parameters of  $\vec{n}$  obtained through adjustment



(d) Natančnost parametra po izravnavi –  $d$   
(d) The precision of parameter  $d$  obtained through adjustment

Slika 4.9: Določitev uporabnega števila točk

Figure 4.9: Determining the useful number of points



Slika 4.10: Razpršenost točk okrog ravnine – standardni odklon  $\vec{n} \cdot \mathbf{X}_i$

Figure 4.10: The dispersion of points around the plane – standard deviation

#### 4.2.4 Deformacijska analiza – primerjava parametrov ravnin

Za vsakega od 17 sektorjev izravnamo ravnino skozi oblak točk. Parametre ravnine, določene iz točk prve izmere označimo  $a_1, b_1, c_1, d_1$ , njihovo stohastično situacijo podaja matrika  $\Sigma_{r1}$ . Parametre iz druge izmere pa označimo  $a_2, b_2, c_2, d_2$ , njihovo stohastično situacijo pa poda matrika  $\Sigma_{r2}$ .

Spremembo parametrov lahko zapišemo z vektorjem razlik, z dimenzijo  $4 \times 1$

$$\delta r = [a_2 - a_1 \quad b_2 - b_1 \quad c_2 - c_1 \quad d_2 - d_1]^T = [\Delta a \quad \Delta b \quad \Delta c \quad \Delta d]^T \quad (4.26)$$

Natančnosti vektorja  $\delta r$  opisuje matrika

$$\Sigma_{\delta r} = \Sigma_{r1} + \Sigma_{r2} \quad (4.27)$$

Natančnosti posameznih koordinatnih razlik razberemo iz diagonale te matrike

$$[\sigma_{\Delta a} \quad \sigma_{\Delta b} \quad \sigma_{\Delta c} \quad \sigma_{\Delta d}] = \sqrt{\text{diag}(\Sigma_{\Delta r})} \quad (4.28)$$

Spremembo parametrov ravnine posameznega sektorja želimo obravnavati na podoben način kot pri deformacijski analizi obravnavamo spremembo položaja točke. Iz koordinatnih razlik zračunamo velikost premika kot normo vektorja koordinatnih razlik

$$p = \|\delta r\| = \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta c^2 + \Delta d^2} \quad (4.29)$$

Natančnost celotnega premika moramo izračunati s prenosom varianc in kovarianc

$$\begin{aligned} \mathbf{J} &= [-\Delta a \quad -\Delta b \quad -\Delta c \quad -\Delta d \quad \Delta a \quad \Delta b \quad \Delta c \quad \Delta d] / p \\ \sigma_p^2 &= \mathbf{J} \begin{bmatrix} \Sigma_{r1} & 0 \\ 0 & \Sigma_{r2} \end{bmatrix} \mathbf{J}^T \end{aligned} \quad (4.30)$$

Statistično značilnost sprememb koordinat oziroma premika testiramo s testno statistiko  $T$ , ki je razmerje med velikostjo premika in natančnostjo določitve tega premika. Ničelna in alternativna hipoteza se glasita

$H_0 : \Delta = 0$  — premik ni značilen

$H_1 : \Delta \neq 0$  — premik je statistično značilen

Testne statistike zapišemo:

$$\begin{aligned} \mathbf{T}_{\delta r} &= [T_a \quad T_b \quad T_c \quad T_d] = [\Delta a / \sigma_{\Delta a} \quad \Delta b / \sigma_{\Delta b} \quad \Delta c / \sigma_{\Delta c} \quad \Delta d / \sigma_{\Delta d}] \\ T_p &= p / \sigma_p \end{aligned} \quad (4.31)$$

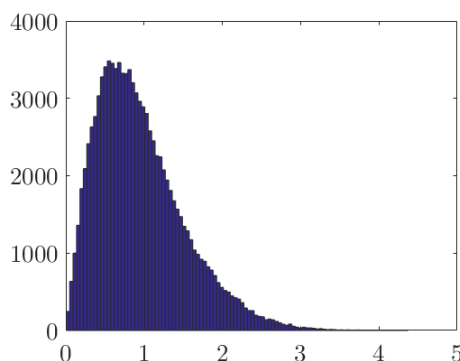
Predpostavimo, da se slučajni pogoški izmerjenih točk porazdeljujejo normalno, zato se tako porazdeljujejo tudi izravnani parametri ravnin, ki so njihove linearne kombinacije (Turk, 2012). Koordinatne razlike so porazdeljene normalno, testne statistike iz  $\mathbf{T}_{\delta r}$  pa standardno normalno. Kritično vrednost testa ob izbrani stopnji tveganja  $\alpha$  preberemo iz preglednice normalne porazdelitve. Za  $\alpha = 5\%$  znaša 1,96. Kadar torej izračunana vrednost v absolutnem smislu presega to vrednost, govorimo o statistično značilni spremembi parametra ravnine med dvema terminskima izmerama.

Skupna sprememba ravnine (enačba(4.29)) ni v linearni zvezi s koordinatnimi razlikami, zato se ne porazdeljuje normalno (Savšek Safić, 2002; Savšek Safić in sod., 2006). Kritično vrednost testne statistike  $T_p$  pridobimo s simulacijami po metodi Monte Carlo (Mooney, 1997). Po metodi Box in Muller (1958) simuliramo  $n$  standardno normalno porazdeljenih slučajnih vektorjev

$\mathbf{z}_i$ ,  $i = 1, \dots, n$  dimenzije  $4 \times 1$ . Vektorje moramo transformirati z matriko  $\mathbf{U}$ , da dobimo simulirane odvisne spremembe parametrov ravnin  $\mathbf{y}_i$ , ki se porazdeljujejo v skladu s kovariančno matriko  $\Sigma_{\delta r}$ , ne pa standardno in neodvisno.  $\mathbf{y}_i$  so simulacije vektorja  $\delta r$ . Matriko  $\mathbf{U}$  izračunamo s Choleskijevim razcepom pozitivno definitne matrike  $\Sigma_{\delta r}$

$$\begin{aligned} \Sigma_{\delta r} &= \mathbf{U}^T \mathbf{U} \\ \mathbf{y}_i &= \mathbf{U}^T \mathbf{z}_i \quad i = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (4.32)$$

Za vsakega od  $n$  simuliranih vektorjev sprememb parametrov ravnin zračunamo po enačbah (4.29) in (4.30) vrednosti  $p_i$  in  $\sigma_{p,i}$ , ter po enačbi (4.31) testno statistiko  $T_{p,i}$ . Slika 4.11 prikazuje histogram simuliranih statistik  $T_{p,i}$  za  $n = 100\,000$  vzorcev za eno od ravnin na prelivni steni MHE Melje.



Slika 4.11: Histogram porazdelitve statistike  $T_p$

Figure 4.11: The histogram of the  $T_p$  statistic distribution

Kritično vrednost testne statistike za stopnjo tveganja  $\alpha$  preberemo iz niza simuliranih statistik  $T_{p,i}$ , ki smo jih razvrstili po velikosti

$$T_{krit} = T_{p,n(1-\alpha)} \quad (4.33)$$

Skenirane oblake točk z različnih stojišč smo združili v skupen oblak točk ter ga razdelili na sektorje. Tako smo naredili za obe izmeri. Preglednica 4.8 prikazuje statistike primerjave parametrov ravnin. Za vsak sektor so izračunani  $\Delta a$ ,  $\Delta b$ ,  $\Delta c$ ,  $\Delta d$  in skupni premik  $p$ . V naslednji vrstici sledijo njihovi standardni odkloni in v tretji vrstici testne statistike  $T$ . Kritična vrednost za spremembe parametrov  $a$ ,  $b$ ,  $c$  in  $d$  je 1,96, na desni pa je podana kritična vrednost  $T_{krit}$  za skupni premik  $p$  ter dejanska vrednost tveganja trditve, da se je zgodil premik (če je ta manjša od 5 %). Testne statistike, ki ležijo v območju zavrnitve ničelne hipoteze (premik je značilen), so obarvane rdeče.

Rezultati so zanimivi. Pri veliki večini sektorjev je sprememba parametra normale  $a$  značilna, medtem ko je skupna sprememba ravnine značilna le v sektorju 17. Statistična značilnost spremembe tega sektorja je najverjetneje posledica majhnosti ravnine in kotnega položaja, torej oblike sektorja, ne pa dejanske deformacije stene. Testne statistike niso zelo občutno manjše od kritične vrednosti, zato ocenjujemo, da bi ob dejanskih deformacijah zaznali spremembe.

Seveda bi lahko naredili še različne analize z drugačnimi oblikami in velikostmi sektorjev in morda primerjavo med skeni različnih stojišč v isti terminski izmeri, vendar na tem mestu podajamo samo metodo in glavne rezultate.

Preglednica 4.8: Statistična primerjava parametrov ravnin sektorjev prelivne stene Melje med dvema terminskima izmerama

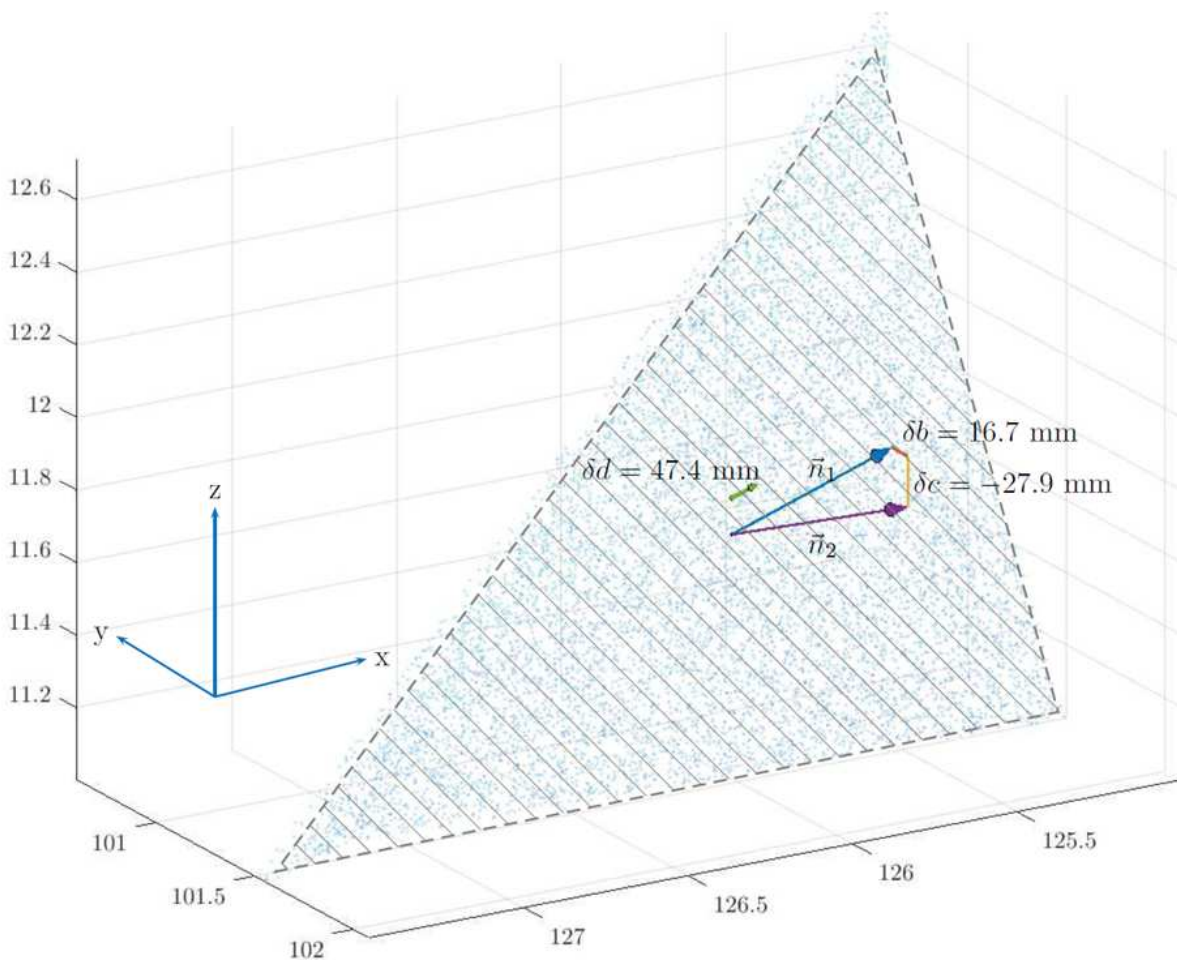
Table 4.8: Statistical comparison of the plane parameters of the Melje overflow wall between two time periods

		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>p</i>	
sektor 1	$\Delta$ [m]	0,00033	-0,00016	0,00023	-0,00426	0,00428	$T_{krit} = 2, 1, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00011	0,00186	0,00118	0,00689	0,00686	
	<i>T</i>	<b>2,9</b>	-0,1	0,2	-0,6	0,6	
sektor 2	$\Delta$ [m]	0,00030	-0,00016	0,00023	-0,00482	0,00483	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00009	0,00164	0,00105	0,00693	0,00690	
	<i>T</i>	<b>3,5</b>	-0,1	0,2	-0,7	0,7	
sektor 3	$\Delta$ [m]	0,00031	-0,00121	0,00188	0,00403	0,00462	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00010	0,00204	0,00130	0,01029	0,00898	
	<i>T</i>	<b>3,1</b>	-0,6	1,4	0,4	0,5	
sektor 4	$\Delta$ [m]	0,00046	0,00011	-0,00021	-0,00550	0,00552	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00008	0,00157	0,00098	0,00697	0,00694	
	<i>T</i>	<b>5,7</b>	0,1	-0,2	-0,8	0,8	
sektor 5	$\Delta$ [m]	0,00024	0,00000	-0,00002	-0,00573	0,00573	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00009	0,00164	0,00104	0,00740	0,00739	
	<i>T</i>	<b>2,8</b>	0,0	-0,0	-0,8	0,8	
sektor 6	$\Delta$ [m]	-0,00048	0,00068	-0,00103	0,00589	0,00604	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00013	0,00210	0,00133	0,00986	0,00962	
	<i>T</i>	<b>-3,7</b>	0,3	-0,8	0,6	0,6	
sektor 7	$\Delta$ [m]	-0,00165	0,00246	-0,00366	-0,00455	0,00655	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00013	0,00212	0,00137	0,01132	0,00786	
	<i>T</i>	<b>-12,6</b>	1,2	<b>-2,7</b>	-0,4	0,8	
sektor 8	$\Delta$ [m]	-0,00003	0,00007	-0,00010	-0,00674	0,00674	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00012	0,00189	0,00122	0,00917	0,00917	
	<i>T</i>	-0,3	0,0	-0,1	-0,7	0,7	
sektor 9	$\Delta$ [m]	0,00087	-0,00276	0,00436	0,00431	0,00678	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00016	0,00249	0,00155	0,01176	0,00748	
	<i>T</i>	<b>5,3</b>	-1,1	<b>2,8</b>	0,4	0,9	
sektor 10	$\Delta$ [m]	-0,00013	-0,00056	0,00092	-0,00790	0,00797	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00015	0,00253	0,00157	0,01214	0,01203	
	<i>T</i>	-0,9	-0,2	0,6	-0,7	0,7	
sektor 11	$\Delta$ [m]	0,00030	-0,00014	0,00018	-0,00725	0,00726	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00011	0,00212	0,00139	0,00988	0,00987	
	<i>T</i>	<b>2,6</b>	-0,1	0,1	-0,7	0,7	
sektor 12	$\Delta$ [m]	-0,00029	0,00118	-0,00190	0,00744	0,00777	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00012	0,00256	0,00157	0,01147	0,01097	
	<i>T</i>	<b>-2,4</b>	0,5	-1,2	0,6	0,7	
sektor 13	$\Delta$ [m]	-0,00082	-0,00068	0,00112	-0,00693	0,00710	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00014	0,00244	0,00158	0,01097	0,01070	
	<i>T</i>	<b>-6,0</b>	-0,3	0,7	-0,6	0,7	
sektor 14	$\Delta$ [m]	0,00048	0,00053	-0,00087	0,00705	0,00714	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00014	0,00233	0,00150	0,01023	0,01010	
	<i>T</i>	<b>3,4</b>	0,2	-0,6	0,7	0,7	
sektor 15	$\Delta$ [m]	-0,00039	-0,00057	0,00093	0,00771	0,00780	$T_{krit} = 2, 1, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00019	0,00286	0,00181	0,00986	0,00975	
	<i>T</i>	<b>-2,1</b>	-0,2	0,5	0,8	0,8	
sektor 16	$\Delta$ [m]	0,00588	0,00010	-0,00058	-0,00499	0,00774	$T_{krit} = 2, 0, \alpha > 5\%$
	$\sigma$ [m]	0,00014	0,00289	0,00196	0,01292	0,00834	
	<i>T</i>	<b>41,6</b>	0,0	-0,3	-0,4	0,9	
sektor 17	$\Delta$ [m]	0,00062	0,01673	-0,02791	0,03440	0,04736	$T_{krit} = 2, 1, \alpha = 0, 0\%$
	$\sigma$ [m]	0,00030	0,00442	0,00262	0,01275	0,00926	
	<i>T</i>	<b>2,1</b>	<b>3,8</b>	<b>-10,7</b>	<b>2,7</b>	<b>5,1</b>	

Slika 4.12 prikazuje možen prikaz spremembe parametrov ravnine v sektorju 17, kjer je zaznana značilna sprememba. Trirazsežne podatke je vedno nekoliko nevhvaležno prikazovani v ravnini papirja, pa vendar.

- Označene so osi koordinatnega sistema.
- $\vec{n}_1$  in  $\vec{n}_2$  sta normali ravnine v prvi in drugi izmeri, izrisani v modri in vijoličasti barvi (njuna dolžina je 1 m).
- Sprememba normale je izrisana s tremi komponentami v smer koordinatnih osi  $\delta_a$ ,  $\delta_b$  in  $\delta_c$  (v konkretnem primeru znaša  $\delta_a$  le 0,6 mm in ga ne moremo izrisati.)
- Sprememba parametra  $d$  je označena z zeleno puščico.

Vse spremembe parametrov ravnine so izrisane 5-krat povečano.



Slika 4.12: Možni grafični prikaz spremembe parametrov ravnine

Figure 4.12: Possible graphical representation of the changes in the plane parameters

Zaznavanje sprememb oblike ali položaja grajenih objektov je ena od temeljnih nalog, ki jih rešujemo s tehnologijo TLS. Zaznavanje sprememb parametrov ravnin je intuitivni postopek, ki smo ga nadgradili s statističnim testiranjem. Ravnino s štirimi parametri obravnavamo kot točko v  $\mathbb{R}^4$  prostoru. Ker se skupni premik točk ne porazdeljuje po znani porazdelitvi, ga obravnavamo po zgledu Savšek Safić in sod. (2006). Za izvedbo takšnega postopka je nujno treba poznati realno stohastično sliko parametrov ravnine, kar pa je pri veliki nadštevilnosti, ki smo

*ji priča pri skeniranju, lahko težavno. S povečevanjem naključnega vzorca točk smo ocenili realno natančnost parametrov. Metoda statističnega testiranja sprememb parametrov ravnine je inovativna in praktično uporabna.*

*S testnim primerom prelivne stene MHE Melje na Dravi smo prikazali praktično uporabo TLS za deformacijsko analizo. Rezultati se skladajo z rezultati klasične metode spremljanja premikov posameznih točk v geodetski mreži. Do premikov med obravnavanima izmerama ni prišlo, testne statistike pa se gibljejo dovolj blizu kritičnih vrednosti, tako da ocenjujemo, da bi premike z našo metodo zaznali.*

## 5 ZAKLJUČEK

Disertacija je vsebinsko razdeljena na tri sklope, ki se v okviru odobrene teme doktorske disertacije med seboj bolj ali manj povezujejo. Drugo poglavje obravnava določitev centrov tarč z visoko natančnostjo, tretje poglavje obravnava točkovno kalibracijo terestričnih laserskih skenerjev, četrto poglavje pa uporabo skenerjev v nalogah zaznavanja spremembe položajev ali oblik grajenih objektov. Vsem trem poglavjem je skupno skrbno sledenje stohastičnemu stanju v obravnavanih postopkih, kjer se ves čas ukvarjamo z razkolom med teoretičnimi ocenami natančnosti in praktičnimi oziroma empiričnimi razpršenostmi rezultatov (Urbančič in sod., 2016).

### 5.1 Tarče

Za točkovno kalibracijo moramo s skenerjem meriti položaje signaliziranih točk, kar pomeni, da je položaj centra tarče treba izračunati iz oblaka točk. Za izvedbo te naloge obstajajo različni postopki. Večina proizvajalcev skenerjev postopke vgradi v svojo programsko opremo. Ker želimo imeti popoln vpogled v celotnem procesu raziskav, izpeljemo svoj postopek za izvrednotenje centrov tarč, ki ima pred postopki, znanimi iz literature, objektivne prednosti. *Postopek je robusten, to pomeni, da je odporen na grobe merske napake, uporablja vse skenirane točke na tarči, uporaben je tako za retroreflektivne kot poceni kontrastne ravninske tarče. Postopek je teoretično izjemno natančen. Vsi pogreški, ki nastopajo pri določitvi centra tarče, izvirajo iz dejavnikov, ki niso posledica postopka izvrednotenja.* Postopek omogoča sledenje variančno-kovariančnemu stanju vmesnih rezultatov do končnega rezultata.

Predlagani postopek pomeni optimizacijo:

stroškov – črno bele tarče lahko natisnemo sami na domačem, službenem ali profesionalnem tiskalniku;

časa – za merjenje sprememb položaja ali oblike objekta v času lahko poceni tarče na stabilnem terenu trajno stabiliziramo, medtem ko je treba z dragimi tarčami signalizirati točke v vsaki izmeri;

natančnosti – proizvajalci skenerjev v svoji programski opremi zagotavljajo pavšalno natančnost določitve centra tarče na nekaj milimetrov, v našem primeru pa je natančnost omejena le s kakovostjo skenerja.

V nadaljevanju drugega poglavja preverjamo robustnost postopka ter določimo kriterije, pod katerimi je center tarče zelo verjetno določen narobe. Postopek je zasnovan tako, da onemogoča majhne grobe pogreške. Zaradi uporabe slikovnega ujemanja je rezultat vedno bodisi pravilen bodisi zelo napačen, kar pa prej ali slej opazimo.



S ponavljanjem meritev tarč smo dognali, da je teoretična ocena natančnosti določitve centra preveč optimistična. Izkaže se, da se pri merjenju tarč ne moremo izogniti zunanjim dejavnikom, kot so slučajni instrumentalni pogoški in vreme. *Z izvirnimi postopki transformacije v polarne koordinate in uporabo kvadratne forme oziroma Mahalanobisove razdalje (Mahalanobis, 1936) določimo realne ocene natančnosti skenerskih meritev za skener Riegl VZ-400.*

Drugo poglavje zaključimo z vprašanjem merjenja dolžin s skenerjem na črno oziroma belo ploskev tarče. Pri izvedenosti centrov tarč smo opazili, da točke na črni podlagi po merjeni dolžini odstopajo od tistih na beli podlagi. Nastavili in izvedli smo praktičen poskus, s katerim bi določili sistematičnost odstopanj, vendar rezultati tega niso dovolili. Na velikem vzorcu merjenih tarč ne kalibracijskem polju smo poskusili iskati linearno povezanost razlik z nekaterimi drugimi parametri, vendar tudi tu nismo bili uspešni. Na podlagi rezultatov obeh poskusov in nekaterih teoretičnih predpostavk o absorpciji laserske svetlobe smo se odločili, da bomo v nadaljevanju uporabljali ravnino tarče izravnano skozi točke bele barve.

Nekatere vsebine iz drugega poglavja so bile predstavljene na ugledni znanstveni konferenci mednarodnega združenja za fotogrametrijo in daljinsko zaznavanje ISPRS (Kregar in sod., 2013), ostale pa še čakajo na objavo v obliki znanstvenega članka.

## 5.2 Kalibracija

Opremljeni z orodjem za določanje centrov tarč, empiričnimi ocenami natančnosti laserskega skenerja ter neprecenljivimi izkušnjami za delo s skenerskimi podatki se lotimo jedra disertacije – kalibracije terestričnega laserskega skenerja. Kalibracija terestričnih laserskih skenerjev je že dovolj dobro raziskana. V disertaciji se ukvarjamo s sistemsko točkovno kalibracijo. Po pregledu literature opišemo pričakovane sistematične pogoške laserskega skenerja. Nastavimo izravnavo samokalibracije, ki je dokaj kompleksen postopek. V izravnavo vstopajo opazovane smeri, višinski koti in poševne dolžine do tarč kalibracijskega polja. Rezultati izravnave so trije tipi neznanek: transformacijski parametri vsakega od stojišč skenerja, kalibracijski parametri skenerja ter objektne koordinate tarč v kalibracijskem polju.

*Pomembno se nam zdi, da poudarimo, da smo v okolju Matlab izdelali lastni program za izravnavo samokalibracije, kar zagotavlja popoln vpogled v delovanje postopka. Prednost lastnega programa je tudi možnost eksperimentiranja z različnimi nastavitvami. V program smo tako vključili različne variante nastavitvev. Izbiramo lahko med dvema parametrizacijama transformacijskih parametrov, vključevanje ali izključevanje različnih kalibracijskih parametrov ter vključitvijo objektne koordinat tarč v izravnavo kot opazovanih ali kot neznanjih količin. Kadar objektne koordinate predstavljajo opazovanja v izravnavi, zagotavljajo tudi geodetski datum, kadar pa nastopajo kot neznanke, pride do defekta ranga, singularnosti matrike normalnih enačb oziroma problema geodetskega datuma. Stojišča se lahko orientirajo eno na drugo, orientacija celotnega sistema pa ni definirana. Kot izviren prispevek k znanosti štejem izvedbo geodetskega datuma, ki mora povezovati neznanne transformacijske parametre vseh stojišč z datumsko matriko za objektne koordinate točk.*

Glavnino praktičnega dela doktorata predstavljata vzpostavitev in meritve kalibracijskih polj. Najprej smo vzpostavili Testno kalibracijsko polje v učilnici v kleti Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, ki je zaradi svojih dimenzij za kalibracijo manj primerna, za učenje in vzpostavitev procedure pa idealna. Pravo kalibracijsko polje smo vzpostavili v opuščeni gradbeni jami na Bavarskem dvoru v Ljubljani. Obe polji sta zasnovani tako, da tarče kar se da dobro pokrivajo razpone merskih vrednosti skenerskih meritev. Poleg tega vse tarče omogočajo določitev njihovega centra tako s klasično geodetsko meritvijo kot tudi izvedenosti centra iz skeniranega oblaka točk. V kalibracijskem polju Gradbena jama so točke stabilizirane na dva načina – kot retroreflektivne tarče namenjene skeniranju in kot poceni črno-bele tarče. *Testno kalibracij-*

sko polje je bilo enkrat izmerjeno klasično, enkrat skenirano s skenerjem Leica C10 in enkrat s skenerjem Riegl VZ-400. Kalibracijsko polje Gradbena jama je bila klasično izmerjena 16-krat, črno-bele tarče pa so bile klasično izmerjene 2-krat. Kalibracijsko polje Gradbena jama je bilo skenirano 6-krat z instrumentom Riegl VZ-400. Dela je bilo veliko, opravljeno pa je bilo skrbno in natančno.

Rezultati samokalibracije na različnih nizih podatkov nam razkrivajo lastnosti uporabljenega skenerja pa tudi lastnosti kalibracijskega polja, signalizacije točk ter stabilizacije instrumenta. Vzpostavili smo smiseln postopek postopnega vključevanja neznanek in opazovanj v izravnavo s ciljem uskladitve natančnosti.

- Za skener Leica C10 na Testnem kalibracijskem polju ugotovimo, da ima dobre natančnosti merjenja, horizontiranost instrumenta ter verjetno odsotnost sistematičnih pogreškov v okvirih, ki jih dopušča velikost Testnega polja.
- Za skener Riegl VZ-400 na Testnem kalibracijskem polju izravnava vrne nekatere značilne sistematične pogreške, ki so korelirani z drugimi neznančkami v izravnavi. Izrisi popravkov opazovanj po izravnavi kažejo nekatere sistematične trende, ki so lahko posledica dodatnih sistematičnih pogreškov ali pa neprimerne oblike in velikosti kalibracijskega polja.
- V kalibracijskem polju Gradbena jama smo naredili štiri ločene izravnave samokalibracije, najprej posebej za vsak tip tarč, nato pa z vključitvijo obeh tipov tarč, pri čemer enkrat vsak tip tarč pomeni svoje stojišče, drugič pa sta z istega stojišča merjena oba tipa tarč. Pri zadnjem poskusu, ki vsebuje vse meritve in vse neznanke, dobimo smiselne rezultate: značilna sta kolimacijski in indeksni pogrešek, izrisi popravkov pa kažejo nekatere zelo značilne trende.

Na podlagi rezultatov izravnave naredimo analizo transformacijskih parametrov. Ugotovimo, da tip tarč, ki jih uporabljamo za georeferenciranje, značilno vpliva na merilo pri transformaciji stojišča v koordinatni sistem. Možna vzroka sta izbira bele ravnine v poglavju 2.4 za določanje centra črno-belih tarč ali sistematični pogreški pri merjenju dolžin na retroreflektivne Leica modre tarče, ki jih je opisoval že [Vežočanik \(2011\)](#). Ocenjujemo, da je drugi vzrok verjetnejši. Nadalje ugotovimo, da se pri ponovnem prisilnem centriranju instrumenta Riegl VZ-400 v centrirano podnožje zelo dobro ohranjata tako merilo kot položaj (translacija), medtem ko takšno centriranje lahko zagotovi zasuk okoli osi  $z$  le na kakšno stopinjo natančno. Zanimivo je, da je pri takšnem centriranju zasuk okrog osi  $y$  značilno bolj stabilen kot zasuk okrog osi  $x$ , saj po navadi oba zasuka razumemo kot nehorizontalnost instrumenta. Ključni rezultat analize je: *Prisilno centriranje v horizontalno podnožje lahko dovolj dobro zagotovi položaj skenerja, za kakovostno orientacijo pa potrebujemo vsaj dve stabilni tarči z znanim položajem.*

Z izravnavo krivulj (polinomske, sinusne in tangensne) smo poskušali opisati popravke opazovanj po izravnavi samokalibracije. Pri skenerju Leica C10 smiselnih trendov ni bilo zaznati. Pri skenerju Riegl VZ-400 smo zelo dobro določili parametre pogreška nehorizontalnosti alhidadnih libel, kar vpliva na merjene horizontalne smeri. Z izravnavo sinusne krivulje s periodo 1,8 smo razpršenost popravkov zmanjšali za 15 %. S polinomom tretje stopnje smo dokaj dobro opisali odvisnost popravka dolžin od vpadnega kota, razpršenost pa smo zmanjšali za 15 %. Fizikalno bolj smiselna pa je razlaga, da na pogreške dolžin vpliva tangens vpadnega kota, ki trend popravkov dolžin opiše prav tako dobro – razpršenost namreč zmanjša za 14 %.

V temi disertacije smo dosti upanja položili v strojno učenje, ki naj bi prepoznalo sistematično, ki je z razumevanjem in izravnavami krivulj ne moremo zaznati. Med študijem, tako kalibracij kot tudi strojnega učenja, je raslo spoznanje, da umetna inteligenca ni primerno orodje za konkretne naloge v tehničnih strokah; to spoznanje so potrdili tudi pogovori z nekaterimi uglednimi znanstveniki ([Schindler, 2013](#)). Umetno inteligenco torej lahko uporabljamo le kot “posvetovalni organ”. Ker obljuba dela dolg ([Green, 2011](#)), smo z osmimi različnimi metodami strojnega

učenja poskušali modelirati vpliv smeri, višinskega kota, dolžine in vpadnega kota na popravke smeri, višinskega kota in dolžine. Poskuse smo izvedli korektno in res nepristransko, z desetimi ponovitvami 10-kratnega navzkrižnega potrjevanja. *Izkazalo se je, da že dokaj preprosto regresijsko drevo (M5P) lahko zmanjša razpršenosti popravkov bolj kot izravnave krivulj in sicer za 10 do 30 %, medtem, ko bolj kompleksna metoda bisaganja (angl. bagging) zmanjša razpršenosti za 20 do 40 %. Rezultat se nam zdi nekoliko osupljiv, zato načrtujemo nadaljnje raziskave, s katerimi bomo poskušali razložiti, kateri atributi kako vplivajo na takšne napovedi modela.*

### 5.3 Praktične izvedbe

V tretjem vsebinskem sklopu smo želeli znanje, izvedeno v prvih dveh vsebinskih sklopih, uporabiti na praktičnem primeru ali dveh. Zaznavanje premikov ali deformacij objektov je ena od temeljnih nalog terestričnega laserskega skeniranja, ki zahteva meritve visoke natančnosti.

V prvi praktični nalogi želimo določiti nagnjenost visokega dimnika oziroma njegov odklon od navpičnice. V Termoelektrarni Brestanica smo vzpostavili geodetsko mrežo, ki realizira koordinatni sistem, pri čemer je bistveno, da je v tem sistemu zagotovljena vertikalnost koordinatne osi  $z$ . S treh stojišč smo skenirali dva 65 m visoka dimnika; vsako stojišče smo v koordinatni sistem transformirali s skeniranjem štirih tarč, prisilno centriranih na točke geodetske mreže. Skozi oblake točk smo izravnali valj, ki geometrično opisuje dimnik. Zaradi ogromne nadštevilnosti so natančnosti parametrov valja ocenjene preveč optimistično. S povečevanjem naključnega vzorca pridemo do realnejše ocene natančnosti parametrov. *Ugotovimo, da bi bilo primerno število točk na dimniku  $\sim 100\,000$ , realne natančnosti parametrov pa so  $\sim 0,2$  mm, kar je še vedno zelo natančno.* Upoštevanje s samokalibracijo določenih kalibracijskih parametrov ni spremenilo rezultatov. Preverili smo, ali izravnava valja skozi točke, zajete s posameznega stojišča, da drugačne rezultate. Razlike med stojišči so relativno velike, absolutno pa ne. Vprašanje je, ali so razlike posledica nenatančnosti referenčne mreže in meritev oslonilnih točk ali pa gre za realne spremembe lege in oblike dimnika v času med menjavo stojišč. *Načrtujemo nadaljnje raziskave, s katerimi bomo ovrednotili vpliv temperature, sončnega obsevanja plaščev dimnika ter vetra na nagib dimnikov.* Iz naloge Določanja nevertikalnosti dimnikov smo objavili izvirni znanstveni članek (Kregar in sod., 2015).

Druga praktična naloga je spremljanje spremembe oblike ali položaja prelivne stene na mali hidroelektrarni na pregradi Melje v Mariboru. Ponovno gre za vzpostavitev geodetske mreže, ki pa mora tokrat zagotavljati stabilnost v času. Datumske točke mreže morajo biti stabilizirane na območju, kjer ni premikov v času. Bistveni del pri tej nalogi je statistično testiranje sprememb parametrov geometrijskih oblik, s katerimi opisujemo obravnavani objekt; na primeru prelivne stene so to ravnine. Skenirani oblak točk razdelimo na sektorje, ki nam omogočajo dovolj podrobno obravnavo posameznih delov stene. Parametri, ki opisujejo ravnino, so štirje, zato ravnino vsakega sektorja v vsaki ponovljeni izmeri lahko obravnavamo kot točko v  $\mathbb{R}^4$  prostoru. *Ločeno lahko obravnavamo spremembe posameznih komponent, izvirni doprinos k znanosti pa je statistično testiranje celotnega premika 4D točke, ki ni linearna kombinacija sprememb komponent in se zato porazdeljuje po neznani statistični porazdelitvi.* Ob dobrem poznavanju stohastične slike točk lahko po metodi Monte Carlo simuliramo porazdelitev, kar nam omogoča statistično testiranje spremembe parametrov ravnine ob izbrani stopnji tveganja. Na koncu predlagamo tabelarično in grafično predstavitev sprememb parametrov ravnin. *V smislu optimizacije postopkov TLS za meritve visoke natančnosti (Hipoteza 1) bi na tem primeru lahko stojišča skenerja zagotavljali s prisilnim centriranjem skenerja na betonske stebre geodetske mreže, z transformacijo na stabilne črno-bele tarče, ki pa bi jih morali stabilizirati na stabilne objekte.*

## 5.4 Razprava o ciljih in hipotezah

Geodetske naloge lahko optimiziramo v smislu cene, natančnosti in zanesljivosti (Kuang, 1996). Postopek izvedenja tarč pomeni doprinos na vseh treh področjih, saj deluje za poceni črno-bele tarče, kjer je natančnost omejena le z natančnostjo instrumenta. Pokazali smo, da je postopek izjemno robusten in omogoča avtomatsko prepoznavo grobih pogreškov, kar implicira zanesljivost postopka.

Kalibracija instrumenta sama po sebi pomeni zmanjševanje sistematičnih pogreškov, torej doprinos k natančnosti sistema. Čeprav konkretni rezultati, dobljeni s partikularnim skenerjem na danih nalogah niso značilno izboljšali rezultatov, pa je pridobljeno znanje o vzpostavitvi kalibracijskih polj ter izravnavi samokalibracije za stroko zelo pomembno. *Glavni namen disertacije, to je izvedba kalibracije terestričnega laserskega skenerja, ki jo želimo nadgraditi s strojnim učenjem, je dosežen.* Ugotovili smo, da strojno učenje v resnici lahko značilno izboljša rezultate samokalibracije.

Na praktičnih primerih odklona dimnika in stabilnosti prelivne stene smo želeli *prikazati uporabnost terestričnega laserskega skeniranja v praktičnih nalogah inženirske geodezije.* Izvirni doprinos predstavlja predvsem realistično vrednotenje natančnosti rezultatov izravnave kljub izredni nadštevilnosti modelov, ki natančnosti umetno izboljšuje ter ocene dejanskega tveganja trditve o premiku točke (Savšek Safić in sod., 2006) na "4D točki" – ravnini.

### Hipoteze

*Hipoteza 1: Z metodo direktnega georeferenciranja lahko dosežemo položajno kakovost skeniranih točk, ki je primerljiva s položajno kakovostjo točk, pridobljenih s posrednim georeferenciranjem.*

V poglavju 3.4.3 zaključimo, da prisilno centriranje na stabilno podnožje lahko dovolj kakovostno (v rangi milimetra) zagotovi parametre translacije oziroma položaj skenerja v horizontalnem smislu, nekoliko slabše, do 3 mm, pa v višinskem smislu. Instrument torej lahko zelo dobro prisilno centriramo, za orientacijo pa moramo zagotoviti vsaj dve kakovostni orientacijski točki.

*Hipoteza 2: Postopek kalibracije na kalibracijskem polju danih točk ima objektivne prednosti pred postopki samokalibracije.*

Vključitev neodvisno izmerjenih objektih koordinat točk v postopek samokalibracije nam zagotovi neodvisno referenčno osnovo, ki pri osnovnem postopku umanjka. S tem zagotovimo večjo točnost in zanesljivost postopka ter zmanjšamo korelacije med neznankami, kar poroča tudi (Lichti in sod., 2011).

*Hipoteza 3: Z uporabo nevronske mreže lahko instrumentalne pogreške bolje modeliramo kot s funkcijskimi modeli.*

Nevronska mreža je le ena od metod strojnega učenja, na katero smo stavili pri pisanju teme; izkazalo pa se je, da celo preproste metode strojnega učenja (odločitveno drevo M5P) značilno zmanjšajo razpršenost popravkov, to pomeni, da izboljšajo natančnost.

*Hipoteza 4: Postopek izvedenja centra tarče z upoštevanjem vpadnega kota žarka in uporabo slikovnega ujemanja je robusten in omogoča kakovostno vrednotenje natančnosti izračunane ga centra tarče.*

Razviti postopek omogoča takojšnjo identifikacijo grobih pogreškov in je odporen proti majhnim grobim pogreškom. Pri ocenah natančnosti izvedenega centra tarče se je izkazalo, da nenatančnosti v največji meri izvirajo iz pogreškov instrumenta in okolja. Postopek za izračun centra svoje delo opravi optimalno.

*“... in glej, bilo je zelo dobro.”*  
*(1Mz 1, 31).*

## 6 POVZETEK

Terestrično lasersko skeniranje (TLS) je kompleksen merilni sistem, ki brezkontaktno “otipa” merski objekt in na osnovi tega določi njegovo trirazsežno obliko in dimenzijo. Omogoča določitev položajev velikim količinam točk v zelo kratkem času. Glavna prednost TLS pred klasičnimi geodetskimi postopki je zajem “vseh” točk obravnavanega objekta v nasprotju z le izbranimi signaliziranimi točkami pri klasičnem zajemu. Kljub temu da je natančnost določitve koordinat posamezne točke pri TLS slabša, pa nam ogromna količina točk vendarle lahko zagotovi izjemno natančnost, če v postopku obdelave uporabimo vse točke. Praktično se TLS v nalogah, pri katerih je potrebna visoka natančnost rezultatov, uporablja predvsem pri kontroli položaja ali oblike objektov.

Za uporabo s TLS zajetih oblakov točk je po navadi oblake točk treba transformirati v koordinatni sistem, ki nam omogoča smiselno analizo. Postopek se imenuje georeferenciranje. Transformacijske parametre lahko določimo na podlagi koordinat veznih točk, znanih v skenerjevem lastnem in v referenčnem koordinatnem sistemu – posredno georeferenciranje; če je instrument centriran na znani točki, pa moramo zagotoviti samo njegovo orientacijo – tak postopek imenujemo direktno georeferenciranje. V disertaciji preverjamo, s kakšno natančnostjo lahko izvedemo direktno georeferenciranje, kar pomeni prihranek časa pri uporabi TLS.

Tako za georeferenciranje kot tudi za kalibracijo skenerjev potrebujemo postopek, ki nam omogoča natančno določitev položaja specifične točke, in to tako iz skeniranega oblaka točk v lokalnem skenerjevem koordinatnem sistemu kot tudi v referenčnem koordinatnem sistemu. Položaj točke v referenčnem koordinatnem sistemu določamo s klasičnimi geodetskimi metodami, za določitev centra tarče v skenerjevem sistemu pa moramo položaj točke izračunati iz oblaka točk skenirane tarče. Uporabimo lahko 3D geometrijska telesa (kroglo ali valj), vendar je njihova določitev s klasičnimi geodetskimi metodami problematična; z ravninsko tarčo kontrastnih barv pa lahko zagotovimo kakovostno določitev centra tarče v obeh sistemih.

Kalibracija TLS pomeni določanje sistematičnih pogreškov skeniranja. Temeljni postopek, imenovan samokalibracija, izvira iz fotogrametrije. Gre za izravnavo, kjer opazovanja predstavljajo s skenerjem merjene količine z različnih stojišč proti identičnim točkam. Neznanke v izravnavi so orientacijski parametri posameznih stojišč, objektne koordinate točk ter vrednosti kalibracijskih parametrov, ki modelirajo sistematične pogreške. V popravkih opazovanj po samokalibraciji lahko ostanejo nemodelirani sistematični pogreški. Z modeliranjem dodatnih sistematičnih pogreškov izboljšamo natančnost meritev TLS. Strojno učenje imenujemo metode, ki se na podlagi velike količine podatkov naučijo prepoznati sistematične vzorce in soodvisnosti med podatki. Na podlagi vrednosti meritev in dodatnih lastnosti točk lahko napovemo vrednosti popravkov teh meritev.

Meritve visoke natančnosti se že od začetka razvoja TLS tehnologije uporabljajo za naloge določanja deformacij ali premikov. Merili so deformacije mostov, nosilnih elementov, jezov in

visokih stolpov. V disertaciji predstavljamo praktično uporabo naših izsledkov na dveh takšnih nalogah: določanja vertikalnosti dimnikov in zaznavanja deformacij jezu.

Glavni namen disertacije je izvedba kalibracije TLS z iskanjem dodatnih sistematičnih pogreškov, kar bo izboljšalo natančnost merjenja. Za ta namen moramo izvesti postopek natančnega določanja centra umetne tarče. Na praktičnih primerih želimo prikazati prednosti uporabe TLS za meritve visoke natančnosti. V hipotezah predpostavljamo, da s stabilizacijo skenerja v stabilno podnožje lahko zagotovimo enako natančnost orientacijskih parametrov instrumenta kot s posrednim georeferenciranjem. Trdimo, da poznavanje koordinat točk v referenčnem sistemu pri samokalibraciji objektivno izboljša rezultate ter da z uporabo strojnega učenja lahko zaznamo sistematične pogreške, ki jih samokalibracija ne modelira; s tem občutno izboljšamo natančnost skenerja. Zadnja hipoteza pravi, da s postopkom slikovnega ujemanja in upoštevanjem vpadnega kota laserskega žarka na tarčo lahko določimo center tarče bolj kakovostno kot vse do zdaj znane metode.

## 6.1 Tarče

Pri terestričnem laserskem skeniranju je ključna naloga vzpostavitev povezave med skenerjevim lastnim koordinatnim sistemom in referenčnim, projektnim ali geodetskim koordinatnim sistemom. Pri postopkih kalibracije je še posebej pomembno to, da je takšna povezava zagotovljena z najvišjo možno kakovostjo. Povezavo vzpostavljamo preko karakterističnih objektov, katerih parametre lahko dovolj kakovostno izračunamo iz skeniranega oblaka točk ter določimo v zunanjem referenčnem koordinatnem sistemu. Vzpostavili smo lastni postopek izvednotenja centra tarč iz oblaka točk; ta postopek je robusten in omogoča sledenje slučajnih pogreškov do končnega rezultata.

Skozi oblak točk skenirane ravninske tarče najprej izravnamo ravnino, pri čemer ne minimiziramo pravokotnih oddaljenosti točk od ravnine ampak oddaljenost točk v smeri vpada laserskega žarka (Enačba(2.1)). Skenirane točke projiciramo na ravnino v smeri vpada laserskega žarka (Slika 2.1). V ravnini točke prevzorčimo v rastrsko podobo (Slika 2.2) ter izvedemo slikovno ujemanje z idealno umetno podobo tarče – “šablono” (Slika 2.3). Center tarče, določen v ravnini tarče, s podpikselsko natančnostjo transformiramo nazaj v 3D prostor, pri čemer izvedemo še prenos varianc in kovarianc (Enačbe (2.8) – (2.11)).

Dobra lastnost postopka slikovnega ujemanja je, da je izjemno robusten. Tudi če rastrska podoba tarčo prikazuje le približno, bo slikovno ujemanje določilo optimalni center (Slika 2.4). Na Testnem kalibracijskem polju (Poglavje 3.3) smo skenirali veliko tarč. Ugotovili smo, da lahko na podlagi največje korelacije med rastrom in šablono ter vpadnega kota laserskega žarka napovemo, ali je tarča določena prav ali narobe. Za uporabljena skenerja Leica ScanStation C10 in Riegl VZ-400 smo v ravnini  $i - \rho_{max}$  izrisali mejo med pravilno in napačno določenimi centri (Sliki 2.5 in 2.6).

Pravilnost ocene natančnosti, ki jo določi postopek, smo preverjali z večkrat ponovljenim skeniranjem tarč na različnih dolžinah pod različnimi vpadnimi koti. Statistično testiranje je pokazalo, da je v postopku določena teoretična natančnost centra tarče precenjena (Preglednica 2.4). Empirične natančnosti izračunane iz ponovljenih meritev smo podrobneje analizirali ter ugotovili, da predstavljajo nenatančnost instrumenta. S pretvorbo v polarne koordinate smo izpeljali empirične ocene natančnosti skenerskih opazovanj za instrument Riegl VZ-400 (Slika 2.10 in Preglednica 2.5).

Na koncu poglavja raziskujemo fenomen, da skener izmeri različne dolžine do točk na belem in črnem delu tarče (Slika 2.11). Vzpostavili smo poskus, pri katerem smo razdalje med centri tarč, določenimi bodisi z belimi bodisi s črnimi točkami, primerjali z referenčnimi razdaljami, izmerjenimi z neodvisno tehnologijo (Sliki 2.12 in 2.13). Rezultati poskusa niso pokazali, da bi bila

uporaba črnih ali belih točk značilno skladnejša z rezultati neodvisne tehnologije; razpršenost rezultatov pa je bila manjša za bele točke. Z naslednjim poskusom, pri katerem smo uporabili vse skenirane tarče s kalibracijskega polja Gradbena jama (Poglavje 3.3.2), pokažemo, da razdalja med ravninama, izravnanimi skozi črne oziroma bele točke, ni odvisna od vpadnega kota in oddaljenosti od skenerja (Slika 2.15).

## 6.2 Kalibracija

Kalibracija pomeni določanje sistematičnih pogreškov instrumenta. V disertaciji se ukvarjamo s sistemsko kalibracijo laserskega skenerja, ki temelji na merjenju točk. Opišemo sistematične pogreške treh tipov opazovanj, ki jih meri laserski skener: smeri  $\theta$ , višinski koti  $\alpha$  in dolžine  $\rho$ . Za obravnavana skenerja Leica ScanStation C10 in Riegl VZ-400 smo ocenili, da je smiselno obravnavati kolimacijski pogrešek, pogrešek nehorizontalnosti osi  $y$ , indeksni pogrešek ter adicijsko in multiplikacijsko konstanto razdaljemera.

Postopek samokalibracije terestričnega laserskega skenerja je izravnava po metodi najmanjših kvadratov, v kateri kot opazovanja nastopajo skenerske meritve do identičnih točk, merjenih z različnih stojišč. Neznanke v izravnavi so treh tipov: transformacijski parametri  $TP$  za transformacijo vsakega od stojišč skenerja v objektni koordinatni sistem, kalibracijski parametri  $KP$ , ki modelirajo instrumentalne pogreške ter objektne koordinate  $KO$  točk v kalibracijskem polju. Samokalibracijo smo izvedli z lastnim programom, ki omogoča nekatere variante izravnave:

- transformacijske parametre lahko parametriziramo bodisi s parametri kvaterniona bodisi z Eulerjevimi koti zasuka;
- v izravnavo lahko vključimo ali iz nje izključimo merilo transformacij;
- lahko spreminjamo število kalibracijskih parametrov, ki se vključujejo v izravnavo;
- objektne koordinate lahko v izravnavi nastopajo kot neznanke ali kot opazovanja (če smo v kalibracijskem polju položaje točk določili z neodvisno metodo).

V primeru, da so objektne koordinate tarč v kalibracijskem polju predhodno določene in jih v izravnavo vključimo kot opazovanja, te zagotovijo geodetski datum. Kadar pa nastopajo kot neznanke, pride do problema določitve geodetskega datuma; opazovanja namreč ne podajo položaja in orientacije objektnega koordinatnega sistema. Problem lahko rešujemo z datumsko matriko za prosto ali vpeto geodetsko mrežo, ki se navezuje na neznane objektne koordinate točk  $KO$  (Enačbe (3.43) – (3.49)); datumska matrika pa mora biti zagotovljena tudi za neznane transformacijske parametre. Problem rešimo z izpeljavo ničelnega prostora matrike  $\mathbf{B}$  (Enačbe (3.52) – (3.57)).

Za praktično izvedbo samokalibracije smo vzpostavili dve kalibracijski polji. Testno kalibracijsko polje v kleti Fakultete za gradbeništvo in geodezijo ima štiri stojišča, stabilizirana z betonskimi stebri, ter 58 črno-belih ravninskih tarč v prostoru z dimenzijami  $16,6 \times 6 \times 2,4$  m (Slika 3.4). S klasično metodo triangulacije in trigonometričnega višinomerstva smo natančno določili položaje točk v lokalnem koordinatnem sistemu, ki v izravnavi samokalibracije predstavlja objektnega. Polje smo skenirali dvakrat, prvič s skenerjem Leica ScanStation C10 in drugič s skenerjem Riegl VZ-400. V veliki Gradbeni jami z dimenzijami  $50 \times 25 \times 11$  m na Bavarskem dvoru v Ljubljani smo vzpostavili kalibracijsko polje z dvema stojiščema, stabiliziranimi z izoliranim kovinskim stativom ter 47 črno-belimi ploskovnimi tarčami in še 35 točkami, stabiliziranimi z Leica HDS “6” circular tilt & turn” (v nadaljevanju Leica modra tarča) (Slika 3.7). Klasično je bila mreža črno-belih tarč izmerjena dvakrat, mreža točk s tarčami Leica 16-krat, vse točke so bile skenirane 6-krat s skenerjem Riegl VZ-400 (glej Preglednico 3.4).



V poglavju 3.4 podajamo rezultate izravnave samokalibracij. Rezultati vsebujejo definitivne vrednosti vseh neznank skupaj z njihovimi natančnostmi, korelacije kalibracijskih parametrov z vsemi ostalimi neznankami, statistike popravkov tako skenerskih opazovanj kot opazovanih objektnih koordinat in nazadnje še izris popravkov skenerskih opazovanj v odvisnosti od smeri, višinskega kota, dolžine in vpadnega kota. Podajamo rezultate za oba skenerja na Testnem kalibracijskem polju in rezultate iz kalibracijskega polja Gradbena jama; za slednje smo izvedli tudi ločene poskuse z izključno črno-belimi ali izključno Leica modrimi tarčami.

Z rezultati samokalibracije kalibracijskega polja Gradbena jama izvedemo primerjalno analizo transformacijskih parametrov. Ugotovimo, da z uporabo črno-belih tarč izravnamo značilno drugačno merilo transformacij kot z uporabo Leica modrih tarč (Preglednica 3.6). Nadalje ugotovimo, da pri prisilnem centriranju skenerja v stabilno podnožje med terminskimi izmerami lahko zagotovimo natančnost položaja skenerja, ki je boljša od milimetra (Preglednica 3.8).

V izrisih odstopanj iz rezultatov kalibracij lahko v nekaterih primerih opazimo dodatne sistematične pogreške, ki jih samokalibracija ni modelirala. Z izravnavo sinusnih in polinomskih krivulj skozi s točkami izrisane odvisnosti poskušamo poiskati dodatne sistematične vplive. Kriterij uspešnosti je zmanjšanje razpršenosti popravkov opazovanj, če jim odštejemo izravnano krivuljo. Za skener ScanStation C10 na Testnem kalibracijskem polju je le polinom pete stopnje zmanjšal razpršenost popravkov dolžin, v odvisnosti od dolžine za 10,8 % (Slika 3.14). Sklepamo, da rezultat ni značilen, saj polinom pete stopnje ne opisuje fizikalno logičnih pojavov. Za skener Riegl VZ-400 smo s sinusoido s periodo 1,8 zmanjšali razpršenost popravkov smeri v odvisnosti od smeri za 15,6 % (Slika 3.15), kar zelo verjetno predstavlja pogrešek alhidadnih libel. Drugi uspeh pa je polinom tretje stopnje, ki zmanjša razpršenost popravkov dolžin v odvisnosti od vpadnega kota za 15,4 % (Slika 3.16). Rezultat je fizikalno smiseln toliko bolj, če namesto polinoma izravnamo tangensno funkcijo. Ta zmanjša razpršenost za 14,1 % (Slika 3.17).

Pri izravnavi krivulj smo upoštevali le odvisnost med dvema količinama naenkrat. Strojno učenje lahko v račun vzame vse atribute neke točke (smer, višinski kot, dolžino in vpadni kot) ter napove iskani atribut ali razred (popravek smeri, popravek višinskega kota ali popravek dolžine). Za kriterij uspešnosti smo izbrali koren relativne kvadratne napake, ki tako kot pri krivuljah opisuje zmanjšanje razpršenosti popravkov. Testirali smo osem različnih metod strojnega učenja z objektivnim načinom vrednotenja kakovosti napovedovanja. Izkazalo se je, da že dokaj preprosto odločitveno drevo M5Rules izboljša razpršenosti popravkov za 20 %, 9 % in 25 %, kar je izrazito bolje od izravnave krivulj. Metoda Bagging, ki se je odrezala najbolje, pa izboljša natančnosti za 30 %, 20 % in 38 % (Preglednica 3.9).

## 6.3 Praktične izvedbe

Meritve visoke natančnosti pri terestričnem laserskem skeniranju so najpogosteje potrebne pri nalogah zaznavanja spremembe oblik ali položajev objektov, kar imenujemo deformacijska analiza. V disertaciji predstavljamo dve praktični nalogi s tega področja.

V Termoelektrarni Brestanica smo preverjali vertikalnost dveh visokih dimnikov. TLS je za to nalogo primerna metoda, saj klasično spuščanje vizur na dimnikih takšne oblike težko uporabimo. S TLS pridobimo natančnejše in zanesljivejše rezultate. Referenčni koordinatni sistem smo zagotovili z obstoječo geodetsko mrežo za spremljanje morebitnih premikov opornega zidu (Slika 4.2). Bistveno pri tem je, da je os  $z$  koordinatnega sistema usmerjena vertikalno, saj vertikalnost dimnikov računamo glede na njo. Datum mreže je zagotovljen z notranjimi vezmi, vertikalnost pa zagotavljajo merjene zenitne razdalje. Dimnika smo skenirali s treh stojišč. Za transformacijo stojišč v referenčni koordinatni sistem smo uporabili posredno georeferenciranje z veznimi točkami, ki so bile stabilizirane z Leica modrimi tarčami na točkah geodetske mreže. Oblaka točk skeniranih dimnikov smo filtrirali z metodo RANSAC, nato pa skozi izravnali

plašč valja, ki ga definirajo točka na osi valja, smerni vektor osi ter radij. Ugotovili smo, da sta dimnika nagnjena za približno 7 cm ter da so natančnosti izravnanih parametrov zaradi ogromne nadštevilnosti v modelu izravnave verjetno določene preveč optimistično.

Iščemo realnejšo oceno natančnosti, zato iz celotnega oblaka večkrat izberemo naključni vzorec točk ter skozi izravnamo valj. Opazujemo, za koliko se med seboj razlikujejo parametri pri ponovljenih izravnava skozi različne naključne vzorce enakih velikosti – računamo standardni odklon rezultatov. Na Sliki 4.4 prikazujemo spreminjanje razpršenosti v odvisnosti od velikosti vzorca. Ugotovili smo, da če v izravnavi uporabimo več kot 100 000 točk, dobimo precenjene natančnosti parametrov. Realna ocena natančnosti parametrov je 0,2 mm. Če ločeno izravnamo oblake, zajete z različnih stojišč, dobimo nekoliko različne rezultate (Preglednica 4.5). Predvidevamo nadaljnje raziskave, ki bodo odgovorile na vprašanje, ali razlike nastanejo pri georeferenciranju stojišča ali pa se zaradi sprememb zunanjih pogojev s časom spreminjajo parametri dimnika.

Preverili smo, ali upoštevanje kalibracijskih parametrov, določenih v poglavju 3.4.2, v izračunu odklonov dimnikov vpliva na rezultate ali njihovo natančnost. Izkazalo se je, da ne prvo ne drugo; zaradi velike nadštevilnosti majhne spremembe koordinat točk niso odigrale bistvene vloge.

Druga praktična naloga je določanje morebitnih premikov ali deformacij prelivne stene na pregradi Melje. Prelivna stena na levem bregu začetka kanala HE Zlatoličje ob nepričakovanih dogodkih na elektrarni omogoča preliv vode nazaj v naravno strugo Drave (Slika 4.5). Na območju pregrade je vzpostavljena geodetska mreža, s katero spremljamo stabilnost 12 kontrolnih točk na prelivni steni. Referenčni koordinatni sistem mora zagotavljati stabilnost mreže med terminskimi izmerami. Datum mreže zagotavljata dve talni geodetski točki na levem bregu reke. Z metodo TLS lahko zajamemo celotno območje stene in zaznavamo spremembe oblike ali položaja na celotni površini, medtem ko s klasično metodo preverjamo le izbrane specifične točke.

Izmero geodetske mreže in skeniranje prelivne stene smo izvedli dvakrat z razmikom treh mesecev. Ugotavljamo, ali sta se v tem času oblika ali položaj stene spremenila. Transformacija stojišč skenerja v referenčni koordinatni sistem je zagotovljena s posrednim georeferenciranjem. S štirih stojišč skeniramo po štiri vezne točke, ki so stabilizirane z Leica modrimi tarčami na točkah geodetske mreže ter prelivno steno. Izravnavo ravnine skozi celotno steno ne bi omogočala zaznave deformacij na manjših predelih stene. Steno razdelimo na 18 sektorjev, meje med sektorji pa predstavljajo okrogle vrednosti koordinat v referenčnem koordinatnem sistemu (Slika 4.7). Oblak točk vsakega sektorja filtriramo s postopkom RANSAC ter skozi obrežan oblak izravnamo ravnino. Ponovno smo se soočili s precenjenimi natančnostmi parametrov ravnin. Z večanjem naključnega vzorca in vrednotenjem standardnih deviacij rezultatov (Slika 4.9) smo ugotovili, da so natančnosti komponent normale ravnine z izravnavo določene realno, za oceno natančnosti parametra  $d$  – oddaljenost ravnine od koordinatnega izhodišča pa uporabimo razpršenost točk okoli izravnane ravnine – standardno deviacijo pravokotnih oddaljenosti točk od ravnine.

Prvi korak deformacijske analize pri klasičnih geodetskih mrežah je izračun koordinatnih razlik točke, izmerjenih v dveh terminskih izmerah, in skupni premik točke skupaj s statistično analizo. Enak postopek smo aplicirali na ravnino, kjer namesto treh koordinat nastopajo štirje parametri ravnine. Testna statistika za razlike parametrov med dvema terminskima izmerama je razmerje med razliko parametrov in natančnostjo določitve te razlike. Statistika se ob predpostavki o normalni porazdelitvi parametrov porazdeljuje normalno. Skupni premik je izračunan kot kvadratni koren vsote kvadratov razlik komponent, zato se ne porazdeljuje normalno, njegovo porazdelitev pa lahko simuliramo z metodo Monte Carlo. Za vsako od ravnin sektorjev smo sposobni statistično ovrednotiti spremembo posameznih parametrov ravnine, dodatno pa še skupno spremembo ravnine med dvema terminskima izmerama. Rezultate analize prikazujemo v Preglednici 4.8, kjer je podana sprememba parametrov med dvema terminskima izmerama,

natančnost določitve spremembe ter testna statistika, ki je pobarvana rdeče, če je sprememba značilna. Značilno spremembo parametrov smo zaznali na sektorju 17, ki pokriva le majhen vogal na levem robu stene. Ker testne statistike niso dosti manjše od kritične vrednosti, sklepamo, da bi s predlaganim postopkom dejanske deformacije zaznali brez težav. Slika 4.12 prikazuje možen nazorni prikaz sprememb parametrov ravnine določenega sektorja.

## 6.4 Zaključek

Disertacija je vsebinsko razdeljena na tri sklope: natančna določitev centrov tarč iz skeniranega oblaka točk, kalibracija laserskih skenerjev ter praktična primera uporabe TLS za meritve visoke natančnosti. Vsem trem sklopom je skupno skrbno sledenje stohastičnega stanja v postopkih obdelave ter skladnost natančnosti meritev in rezultatov v izravnava.

Za določanje centrov tarč smo razvili postopek, ki ob danih podatkih z največjo možno natančnostjo izračuna center tarče. Postopek je robusten, saj omogoča predhodno zaznavo grobo pogrešenih rezultatov, uporaben pa je tako za poceni črno-bele tarče, ki jih lahko tiskamo sami, kot za profesionalne retroreflektivne tarče, namenjene posebej za lasersko skeniranje. Postopek pomeni optimizacijo geodetskih del s TLS v smislu stroškov, natančnosti in zanesljivosti. V nadaljevanju drugega poglavja smo preverjali natančnost določitve centrov s ponavljanjem meritev in ugotovili, da praktično določamo natančnost skenerjevih meritev.

Kalibracijo terestričnih laserskih skenerjev smo izvajali s postopkom samokalibracije, ki je v literaturi sicer dobro znan, pomembna pa se nam zdi izvedba lastnih programov za kalibracijo, ki je prva na nacionalnem nivoju, predvsem pa omogoča popoln vpogled, kontrolo in razumevanje postopka. Kot izviren prispevek k znanosti pa vidimo izvedbo geodetskega datuma v izravnavi kalibracije, ki povezuje objektne koordinate tarč v kalibracijskem polju z orientacijskimi parametri vseh stojišč, ki nastopajo v izravnavi. Večina praktičnega dela disertacije pomeni vzpostavitev in izmera dveh kalibracijskih polj, ki smo ju skenirali s skenerjema Leica ScanStation C10 in Riegl VZ-400. S podatki vseh skeniranj smo izvedli samokalibracije, katerih rezultate uporabljamo v nadaljnjih analizah. Analizirali smo transformacijske parametre vseh stojišč, vključenih v izravnavo samokalibracije, pri čemer je bil instrument vedno prisilno centriran v (preverjeno) stabilno podnožje. Ugotovili smo, da s prisilnim centriranjem lahko zagotovimo položaj skenerja z enako natančnostjo kot z posrednim georeferenciranjem (primerjaj Preglednico 3.8 s Preglednicama 4.3 in 4.7). Nemodelirani sistematični pogreški skenerja so vidni iz izrisov popravkov opazovanj iz izravnave samokalibracije. Iz izrisov smo z izravnavanjem sinusoidnih in polinomskih funkcij skušali določiti dodatne sistematične pogreške skenerja. Pri skenerju Riegl VZ-400 smo določili zelo značilen pogrešek nehorizontalnosti horizontalnega kroga ter odvisnost popravkov merjenih dolžin od vpadnega kota laserskega žarka. Z osmimi metodami strojnega učenja smo na podlagi objektivnih poskusov ugotovili, da je strojno učenje sposobno značilno izboljšati natančnosti skenerskih meritev.

Uporabnost TLS za meritve visoke natančnosti smo preverjali na dveh praktičnih nalogah; praktičnih pomeni, da je nekdo čisto zares pripravljen plačati denar za dobljene rezultate. V termoelektrarni Brestanica smo določali nevertikalnost dveh visokih dimnikov. Skenogrami dimnikov, zajete s treh stojišč, smo transformirali v skupni koordinatni sistem geodetske mreže. Oblake smo obrezali s postopkom RANSAC ter skozi njih izravnali plašč valja. Ugotovili smo, da bi bilo za realno oceno natančnosti parametrov valja treba uporabiti 60-krat manj točk, kot smo jih izmerili s skenerjem. Realna ocena natančnosti nagiba in radija dimnika znaša 0,2 mm. Skeniranje dimnikov z različnih stojišč da nekoliko različne rezultate, kar je verjetno posledica dejanskih premikov dimnika med časom izmere. Upoštevanje izračunanih kalibracijskih parametrov skenerja pa ni značilno spremenilo niti parametrov valja niti natančnosti njihove določitve.

Na pregradi Melje za HE Zlatoličje smo v dveh terminskih izmerah skenirali prelivno steno. Skenograme, zajete s štirih stojišč, smo transformirali v koordinatni sistem domnevno stabilne geodetske mreže. Steno smo razdelili na manjše sektorje in primerjali ter statistično ovrednotili parametre ravnin, izravnanih skozi posamezne sektorje med obema terminskima izmerama. Statistično testiranje sprememb parametrov je izvedeno po zgledu deformacijske analize v klasičnih geodetskih mrežah. Rezultate analize podajamo tabelarično, zraven pa podajamo tudi predlog nazornega grafičnega prikaza premika ravnine.

*Glavni namen disertacije, to je izvedba kalibracije TLS z iskanjem dodatnih sistematičnih pogreškov, smo dosegli. Izvedli smo robusten postopek določanja centra umetne tarče z najvišjo možno natančnostjo. Na praktičnih primerih smo prikazali prednosti uporabe TLS za meritve visoke natančnosti.*

*Potrdili smo hipoteze:*

- *s stabilizacijo skenerja v stabilno podnožje lahko zagotovimo enako natančnost orientacijskih parametrov položaja instrumenta kot s posrednim georeferenciranjem;*
- *poznavanje koordinat točk v referenčnem sistemu pri samokalibraciji objektivno izboljša rezultate izravnave;*
- *z uporabo strojnega učenja lahko zaznamo sistematične pogreške, ki jih samokalibracija ne modelira in s tem občutno izboljšamo natančnost skeniranja;*
- *s postopkom slikovnega ujemanja in upoštevanjem vpadnega kota laserskega žarka na tarčo lahko določimo center tarče bolj kakovostno kot do zdaj znane metode.*

*“... in glej, bilo je zelo dobro” (1Mz 1, 31).*

Disertacija je sestavljena iz treh vsebinsko različnih delov, ki pa so med seboj povezani predvsem v okviru terestričnega laserskega skeniranja in doslednega obravnavanja natančnosti meritev, postopkov in rezultatov. Glavne namene in cilje iz prijave teme disertacije smo izpolnili, čeprav rezultati in pot do njih ni bila povsem takšna, kot smo na začetku načrtovali. “V življenju se nam marsikdaj pripeti, da se stvari ne končajo tako, kot smo predvideli ...” (Kregar, 2011).

## 7 SUMMARY

Terrestrial laser scanning (TLS) is a complex contactless measurement system that determines the shape and dimension of a measured object in a 3D environment. It allows us to determine the position of a high number of points in a short period of time. The main advantage of TLS lies in the acquisition of “all” points that belong to the object, compared to merely a few particular chosen points which are acquired through classical surveying. Even though the single point accuracy at TLS is significantly lower, the use of a high number of points can provide high precision results if they are all used in a common procedure. TLS is most commonly used for high accuracy measurements in tasks in which the position or the shape of the object is controlled – deformation analysis.

The point cloud acquired with TLS usually has to be transformed onto a coordinate system that will allow us a reasonable analysis. This procedure is known as georeferencing. The transformation parameters can be defined on the basis of the coordinates of the tie-points defined in the scanner’s coordinate system as well as in the referential coordinate system – indirect georeferencing. When the scanner is centred at a known position only its orientation must be assured – this procedure is called direct georeferencing. In this thesis we are trying to assess the accuracy level of direct georeferencing, which implies the time saving when using TLS.

For georeferencing purposes and scanner calibration we need a procedure that allows us to precisely determine the position of a specific point in the scanned point cloud in the scanner’s own coordinate system as well as in the reference coordinate system. The position of the target in the reference coordinate system can be determined with the use of classic geodetic methods, however in the scanner’s own coordinate system the point position must be extracted from the scanned point cloud. 3D geometric shapes (such as sphere or cylinder) can be used for targets, however it might be hard to determine their position with the use of classic geodetic methods. However, if the plane target is painted in contrasting colours we can precisely determine the target centre in both coordinate systems.

TLS calibration means that we determine the systematic errors of scanning. The basic procedure called self-calibration originates from photogrammetry. This is a least squares adjustment in which the measurements are performed with a scanner positioned at different stations and oriented toward the same targets. The unknowns in the procedure are the orientation parameters of each station, the object coordinates of all targets and the values of the calibration parameters that model the systematic errors. Following the self-calibration non-modelled errors can remain in the observation residuals and modelling these additional systematic errors can improve the precision of the TLS measurements. Machine learning is the name for the methods that can learn to detect systematic patterns and interdependence from large amounts of data. Based on the values of the measurements of a specific point and its additional properties machine learning is able to predict observation residuals i.e. corrections.

Since the dawn of TLS technology this technology has been used for deformation monitoring. It was used to monitor the deformations of bridges, support elements, dams and high towers. This dissertation presents two practical assignments in which previous findings are used: the first assignment was to determine the verticality of a tall chimney while the second assignment focused on the deformation of a dam.

The main aim of the dissertation is to implement the TLS calibration and assess the additional systematic errors that should improve measurement precision. In order to perform this we need to establish a high accuracy artificial target determination procedure. The advantages of TLS for high accuracy measurements will be presented through two practical tasks. The hypothesis assumes that by stabilising the scanner into a stable tribrach we can ensure the same precision of the orientation parameters as indirect georeferencing. We claim that known object coordinates in the calibration base can significantly improve the self-calibration results and that machine learning can detect the systematic errors that self-calibration leaves behind, which will improve the scanning precision. The last hypothesis claims that the use of the image matching procedure and consideration of the incidence angle allows us to determine the target centre from a point cloud better than any of the previously known methods.

## 7.1 Targets

The key task of TLS is to establish a connection between the scanner's coordinate system and the reference, project or geodetic coordinate system. In order to calibrate the scanner it is especially important that the connection that has been established between the coordinate systems is of the highest possible accuracy. The connection is established through characteristic objects, the parameters of which can be determined with sufficient precision from the scanned point cloud as well as from the reference coordinate system. During the PhD work we have established a unique and robust procedure for determining the target centre that allows careful tracking of random errors from the point cloud to the final result.

In the beginning the plane is adjusted through the point cloud of the scanned plane target. In the adjustment the distance from the points to the plane in the direction of the incidence laser beam is minimized rather than the orthogonal distance (Equation(2.1)). The scanned points are then projected onto the plane once again in the direction of the incidence laser beam (Figure 2.1). The points are reshaped into a raster image (Figure 2.2) and the image is matched with the ideal artificial target template (Figure 2.3). The target centre determined in the plane with sub-pixel precision is then transformed back into the 3D space where the error propagation law is used to assess the stochastic state of the result (Equations (2.8) – (2.11)).

The image matching algorithm used in this process is extremely robust. Even if the raster image displays the target only roughly, the image matching will optimally define the target centre (Figure 2.4). Numerous targets were scanned within the test calibration field (Section 3.3 3.3.1) We have ascertained that we can predict whether the target centre was determined correctly or not with the maximum correlation of the image matching and the incidence angle of the laser beam. We have drawn the border between correct and wrong results in the plane  $i - \rho_{max}$  for scanners Leica ScanStation C10 and Riegl VZ-400 (Figures 2.6 and 2.6).

The quality of the precision assessment in the procedure was tested by multiple repetitions of target scanning at different ranges and under different incidence angles. Statistical testing has shown that the theoretical precision obtained through the centre determination procedure is greatly overestimated (Table 2.4). The empirical precision based on repeated measurements was further analyzed and it turned out that the empirical precision actually represents the precision of the scanner measurements. A conversion into polar coordinates allowed us to determine the empirical precision of the measurements performed with the scanner Riegl VZ-400 (Figure 2.10

and Table 2.5).

The phenomena of different measured ranges on the black versus white surface of the target was investigated at the end of chapter 2. In an experiment we measured the distances between black and white targets with a scanner as well as with independent technology of superior accuracy (Figures 2.12 and 2.13). It was impossible to conclude that the use of merely black or merely white parts of the target would yield results that would be more comparable to the results obtained by independent technology. The next experiment tried to establish the dependence on the difference between black and white ranges with respect to the range and incidence angle. All targets from the calibration field “Construction pit” (Section 3.3.2) were used. Once again no significant dependence was discovered (Figure 2.15).

## 7.2 Calibration

Calibration is understood as a process of determining and assessing the instrument’s systematic errors. This thesis tackles TLS’s point-based calibration. The systematic errors of the three types of scanner measurements are discussed: horizontal direction  $\theta$ , vertical angles  $\alpha$  and range  $\rho$ . We assumed we should consider the following for the scanners used in this dissertation (Leica ScanStation C10 and Riegl VZ-400): collimation error, horizontal axis error, index error, addition and multiplication constant.

TLS self-calibration is performed as a least square adjustment in which the observations are represented by scanner measurements from different stations but using the same targets. The unknowns in the adjustment are: transformation parameters  $TP$  for the transformation of each scanner station into the object coordinate system; calibration parameters  $KP$  that model instrumental errors; object coordinates  $KO$  of all targets in the calibration fields. The self-calibration was carried out using our own software that allows for certain adjustments:

- the parameterization of the transformation can be performed with the quaternion or Euler angles of rotation
- the scale of transformations can be included or excluded from the adjustment
- the number of calibration parameters included in the adjustment can be toggled
- during the adjustment the object coordinates can be entered as unknowns or as observations (if the position of the target centres in the calibration field were determined with an independent method of superior accuracy).

When the positions of the target centres in the calibration field are known in advance and they are entered into the adjustment as an observation, they define the geodetic datum. On the other hand, when they are considered as unknowns the problem of singularity occurs. The observations define merely the relationship between the scanner stations while the position and orientation of the common object coordinate system remains unknown. The problem can be solved with the use of a datum matrix that defines the inner or minimum constraints that refer to object coordinates  $KO$  (Equations (3.43) – (3.49)). However, the datum matrix must also refer to the unknown transformation parameters  $TP$ . This problem is solved with the derivation of the null space of the model matrix  $\mathbf{B}$  (Equations (3.52) – (3.57)).

The practical implementation of the self-calibration requires the establishment of calibration fields. The test calibration field was established in the basement of the Faculty of Civil and Geodetic Engineering in Ljubljana. The field consists of four concrete pillars with tribrachs permanently attached to the stations and 58 black and white plane targets stabilized in a room measuring 16.6×6×2.4 m (Figure 3.4). The accurate positions of the targets in the object

coordinate system were determined with classic geodetic methods such as triangulation and trigonometric levelling. The field was scanned twice, once with a Leica ScanStation C10 and once with a Riegl VZ-400. The calibration field for the two stations was established in the large construction pit ( $50 \times 25 \times 11$  m) at Bavarski dvor in Ljubljana. The stations were stabilized with isolated metal tripods. There were 47 black and white planar targets along the 35 points signalized by the Leica HDS “6” circular tilt & turn” (hereafter Leica blue target) (Figure 3.7). The black and white target network was measured twice, while the Leica blue target network was measured 16 times. The entire field was scanned six times with a Riegl VZ-400 scanner (see Table 3.4).

The self-calibration results are shown in chapter 3.4. Self-calibration results consist of definite values of unknowns along with their precision, correlations between the calibration parameters and other unknowns, some statistics on the observation residuals (for scanner observations as well as for object coordinates), the plot of scanner observation residuals with respect to observation values (horizontal direction, vertical angle and range) and the incidence angle. The results are shown for both scanners in the test calibration field as well as for the Riegl VZ-400 in the “Construction pit” calibration field. In the latter case some experiments were made according to the various target types.

The comparative analysis of the transformation parameters was performed for the result of the self-calibration from the “Construction pit” calibration field. The use of black and white planar targets resulted in significantly different scales in the transformation when compared to the Leica blue targets. This could be a result of the retro-reflectivity of the latter targets (Table 3.6). More importantly, we have established that by force centring the scanner into a stable tribrach we can assure that the position of the scanner remains within the precision of one millimetre for two different measurements (Table 3.8).

In some cases the plots of the observation residuals display additional systematic errors that were not modelled by self-calibration. The fitting of the sinusoidal and polynomial function into these plots was used to model some further systematic errors. The criteria for the appropriateness of the fitted function can be found in the dispersion of the residuals around the fitted graph, which should be significantly lower than the initial dispersion of the residuals. In the case of the Leica ScanStation C10 only the polynomial of the 5<sup>th</sup> degree reduced the dispersion of the range residuals with respect to the range by 10.8 % (Figure 3.14). The result is almost certainly not valid since the polynomial of the 5<sup>th</sup> degree does not model physically reasonable influences. In the case of the Riegl VZ-400 the sinusoidal function with a period of 1.8 reduced the dispersion of the horizontal direction residuals with respect to horizontal directions by 15.6 % (Figure 3.15). The function most probably models the error of the non-vertical horizontal circle ( $B_5$  in  $B_6$  in Equation (3.3)). Additional success can be found in the polynomial of the third degree which reduces the dispersion of the range residuals with respect to the incidence angle by 15.4 % (Figure 3.16). The result is physically more reasonable if the tangent function is used instead of the polynomial — for this reduces dispersion by 14.1 % (Figure 3.17).

The graph fitting method always takes into account merely the dependence between two quantities at a time. On the other hand, machine learning can handle numerous attributes of the same point (horizontal direction, vertical angle, range and incidence angle) and predict the unknown attribute i.e. class (correction of the horizontal direction, correction of the vertical angle or the correction of the range) according to their values. In order to determine the success of the criteria we have chosen the root relative square error that also describes the reduction of the dispersion similar to the criteria in the graph fitting method. Eight different machine learning methods were put to test and their performance was assessed objectively. It turned out that even the simple method of decision tree M5Rules can reduce the dispersion of residuals by 20 %, 9 % and 25 % which is significantly better than graph fitting. Bootstrap aggregation also called Bagging (which falls within the Ensemble learning methods) provided the best results as



it reduced the dispersion of residuals by 30 %, 20 % and 38 %.

### 7.3 Practical implementation

High accuracy TLS measurements are most often used for determining the changes in the object's shape and position – deformation analysis. This dissertation tackles two practical tasks in this field.

The non-verticality of two high chimneys was evaluated for the Brestanica thermal power plant. TLS is a good method for this task since the classical lowering of the lines of sight is impossible for such chimneys and TLS provides accurate results. The reference coordinate system was assured through the existing geodetic network for monitoring the supporting wall (Figure 4.2). The main precondition that must be met is the verticality of the coordinate  $z$  axis, since the chimney's verticality is computed in relation to it. The network's geodetic datum is partly provided by the inner constrains, however the verticality is provided via the measured zenith distances. The chimneys were scanned from three different scanner stations. Indirect georeferencing was used to transform the scanned point clouds into a reference coordinate system. The tie points were signalized through the Leica blue targets force centred into the points of the geodetic network. The point clouds of the scanned chimneys were filtered using the RANSAC method and then the cylinder was fitted using the least square adjustment. We discovered that the chimneys were inclined by approximately 7 cm and we assume that obtained precision of the result was probably overestimated due to the huge redundancy of the adjustment model.

We sought for a more realistic and precise estimation. A random sample of  $n$  points was selected from the point cloud and a cylinder was fitted. The standard deviation of the fitted cylinder parameters was observed through multiple repetitions. Figure 4.4 displays the change in the results dispersion when the size of the random sample  $n$  is increased. When the size of the point cloud exceeds 100,000 points we are likely to obtain overestimated precision estimates. The real precision estimate for the parameters of the chimneys in question was 0.2 mm. If the point clouds captured from different scanner stations are treated separately, different parameters are obtained (Table 4.5). Further experiments are planned in order to verify that the differences occur as a result of the changes in the external conditions through time and not due to the georeferencing by different scanner stations.

We also checked whether the use of the calibration parameters determined through self-calibration effect the results of the chimney's inclination or their precision. It turned out that extensive redundancy in the model prevents the small changes of the coordinates to effect the result.

The second practical example we studied was the detection of the possible changes in the shape or position of the overflow wall at the Melje dam in Maribor between two time stamps. In the case of unexpected events in the power plant the overflow wall on the left bank of the Zlatoličje hydro power plant provides a water overflow which runs back to the natural riverbed of the Drava river (Figure 4.5). The geodetic network has been previously established for the area of the dam, for it is used to monitor the stability of the twelve control points on the overflow wall. The referential coordinate system provided by the geodetic network must assure stability in the period between two measurements. The geodetic datum is provided by two stable ground points on the left bank of the Drava River. TLS allows us to capture the entire wall area and detect any changes in the shape or position of the wall, while the classic geodetic method addresses merely a few specific points.

The survey of the geodetic network and the scanning of the overflow wall was carried out twice within the period of three months. The transformation of the scanned point clouds into the reference coordinate system was carried out through indirect georeferencing. Four tie-points stabilized on the geodetic network points with the Leica blue targets were scanned along with

the precise scan of the wall from the four scanner stations. The adjustment of the plane through the entire point cloud of the wall would not allow for the detection of deformations in smaller areas of the wall. The wall was therefore partitioned into 18 parts and the borders between the sectors were defined as round values of the coordinates in the reference coordinate system (Figure 4.7). The point cloud for each sector was filtered with the RANSAC method and then a plane was fitted to it. Once again we encountered overestimated precision. Increasing the random sample allowed us to obtain more realistic estimates. It turned out that the precision of the plane normal vector was determined correctly while the precision of the parameter  $d$  – the distance from the coordinate origin to the plane should have been assessed as the standard deviation of the orthogonal distances between the points and the plane.

The first step of the deformation analysis in a classic geodetic network is to compute the coordinate differences in the time period and the overall displacement along with the statistical analysis. The same procedure is applied to the plane in which four plane parameters appear instead of the three coordinates for the point. The test statistic that describes the change of the parameters in the time period is the difference between the parameters divided by the precision of this difference. In the event of a normal distribution of parameters the test statistic is also distributed normally. The overall displacement is defined as the square root of the sum of the squared parameter changes and is therefore not distributed normally. Its distribution can be simulated through the Monte Carlo procedure. We are now able to statistically evaluate the change of the individual parameter as well as the overall displacement for each of the scanned wall sectors. The results of the analysis are represented in Table 4.8 in which the change of the individual parameters is displayed along with its precision and test statistic. Additionally, the overall displacement of the plane between the time periods is also shown. Red font indicates statistically significant changes. A significant overall displacement was detected only in sector 17 which covers a small corner of the wall. Since the test statistics are not significantly lower than the critical values we assume that any real deformations of the wall would unquestionably be detected. Figure 4.12 shows a possible illustrative display of the parameter changes for a particular sector of the wall.

## 7.4 Conclusion

The dissertation is divided into three parts: precise target centre determination from a scanned point cloud, TLS calibration and practical implementation of TLS for high accuracy measurements. Careful tracking of the stochastic properties during all stages of the procedure and the appropriateness and precision of the observations and results during the adjustment phase are typical of all three parts.

In order to determine the target centres we have developed a procedure which determines the centre of the scanned planar target with the highest possible accuracy. The procedure is robust and allows preliminary gross error detection. It can be used with inexpensive black and white targets that we can print ourselves as well as with professional retro-reflective targets intended especially for TLS. The developed procedure presents an optimization of TLS processing in terms of cost, precision and reliability. The second chapter resumes with the estimate of the procedure's precision with repeated measurements. It turned out that the precision of the laser scanner was obtained.

The TLS calibration was carried out with a previously known self-calibration procedure. We believe our self-calibration software is also important, since it not only represents a novelty on the national level but also provides an invaluable insight and understanding of the procedure as well as offers perfect control over it. We consider the implementation of geodetic datum in the adjustment process that connects the object coordinates of the calibrated targets with

the orientation parameters of each scanner station used in the calibration to be an original contribution to science. The establishment and precise measurement of two calibration fields represent the majority of the field work in this dissertation. The calibration fields were scanned with two laser scanners (Leica ScanStation C10 and Riegl VZ-400). The acquired data was used in the self-calibration processes and the results were used in further investigations. The transformation parameters of all scanner stations included in the self-calibration were analyzed. The instrument was always force centred into a stable tribrach. It was discovered that force centring a scanner could provide us with a position precise within one millimetre, which is adequate to the precision of indirect georeferencing (Compare Table 3.8 with Tables 4.3 and 4.7). Non-modelled systematic errors that can be seen from the observation residual plots were modelled with the sinusoidal and polynomial graph fitting method. We have established a significant error in the non-vertical horizontal circle and a great dependence of the measured ranges on the incidence angles for the scanner Riegl VZ-400. Eight machine learning algorithms were also used in the prediction of measurement corrections. We have established that machine learning is able to significantly improve the precision of scanner measurements.

The applicability of the TLS for high accuracy measurements was tested on two practical assignments. In the Brestanica thermal power plant we determined the inclination of two high chimneys. Scans captured from three scanner stations were georeferenced, filtered with the RANSAC method and then a cylinder was fitted onto the point cloud. As regards the obtained precision of the cylinder parameters it turned out that 100 000 points in a point cloud leads to a reasonable precision assessment, while additional points artificially improves it due to the high redundancy of the model. A realistic estimate for the inclination determination precision is 0.2 mm. Individual processing of point clouds captured from different stations return different inclination results, which is most likely not a result of the georeferencing process but the change in external conditions (temperature, sun radiation, wind ...) during the measurements. The inclusion of the calibration parameters determined during the self-calibration did not significantly effect the cylinder parameters or the precision of them obtained through the adjustment.

In order to detect the potential deformations of the wall, the overflow wall at the Melje dam on the Drava River in the city of Maribor was scanned twice within the period of three months. On both occasions the scans from different scanner stations were transformed onto a presumably stable coordinate system. The wall was partitioned into smaller sectors and the plane was fitted to the point cloud of each sector. The plane parameters between the time stamps were compared and the differences were statistically evaluated. The statistical testing was performed along the lines of the deformation analysis in classic geodetic measurements. The analysis results are displayed in the table along with the suggestion of an illustrative graphic presentation of the plane parameters changes.

*The main aim of the dissertation which was to perform a TLS calibration and find a way to model additional systematic errors of the scanner has been achieved. We have developed a robust procedure for precise target determination. The advantages of the TLS in high accuracy measurements have been shown.*

*The following hypotheses were confirmed:*

- *force centring the scanner into a stable tripod can assure similar precision of the orientation parameters to that achieved by indirect georeferencing*
- *known target centres for the points within the calibration field objectively improve the self-calibration results*
- *the use of machine learning allows us to detect systematic errors that were not modelled in the self-calibration and can significantly improve the TLS precision*

- *the use of image matching and considering the incidence angle in the target centre determination procedure allows us to determine the target centre with higher precision than any other known method*

*“... and it was very good”*

*(Gen. 1:31).*

The thesis consists of three different parts that are interconnected within the scope of terrestrial laser scanning. Consistent treatment of measurements, processes and result precision are typical of all three parts. The main aim of the dissertation has been achieved even though the results and the way of obtaining them did not turn out as initially planned. “It is often the case that things do not turn out the way we expected ...” (Kregar, 2011).

## Literatura in viri

- Abbas, M. A., Lichti, D. D., Chong, A. K., Setan, H., Majid, Z. 2014. An on-site approach for the self-calibration of terrestrial laser scanner. *Measurement* 52: 111–123. doi: 10.1016/j.measurement.2014.03.009.
- Abellán, A., Calvet, J., Vilaplana, J. M., Blanchard, J. 2010. Detection and spatial prediction of rockfalls by means of terrestrial laser scanner monitoring. *Geomorphology* 119, 3-4: 162–171. doi: 10.1016/j.geomorph.2010.03.016.
- Aha, D. W., Kibler, D., Albert, M. K. 1991. Instance-Based Learning Algorithms. *Mach. Learn.* 6, 1: 37–66. doi: 10.1023/A:1022689900470.
- Alba, M., Fregonese, L., Prandi, F., Scaioni, M., Valgoi, P. 2006. Structural monitoring of a large dam by terrestrial laser scanning. V: ISPRS Commission V Symposium 'Image Engineering and Vision Metrology', Dresden, Nemčija, 25. – 27. september 2006.
- Alba, M., Roncoroni, F., Scaioni, M., Milano, P., Regionale, P. 2008. Investigations about the accuracy of target measurement for deformation monitoring. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3-11 julij, 2008: str. 1053–1060.
- Amiri Parian, J., Gruen, A. 2010. Sensor modeling, self-calibration and accuracy testing of panoramic cameras and laser scanners. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 65, 1: 60–76. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2009.08.005.
- Berényi, A., Lovas, T., Barsi, Á., Dunai, L. 2009. Potential of terrestrial laserscanning in load test measurements of bridges. *Periodica Polytechnica Civil Engineering* 53, 1: 25. doi: 10.3311/pp.ci.2009-1.04.
- Bezdek, J. C. 1981. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. ZDA, Springer: 256 str.
- Bibel, W. 2014. Artificial Intelligence in a Historical Perspective. *AI Communications* 27, 1: 87–102.
- Böhler, W., Marbs, A. 2002. 3D scanning instruments. V: CIPA WG 6 International Workshop on Scanning for Cultural Heritage Recording, Krf, Grčija, 1. – 2. Septemeber 2002: str. 9–18.
- Böhler, W., Marbs, A. 2003. *Investigating Laser Scanner Accuracy*. (Pridobljeno 31.3.2016).
- Box, G. E. P., Muller, M. E. 1958. A Note on the Generation of Random Normal Deviates. *The Annals of Mathematical Statistics* 29, 2: 610–611. doi: 10.1214/aoms/1177706645.
- Breiman, L. 1996. Bagging predictors. *Machine Learning* 24, 2: 123–140.
- Brunelli, R. 2009. *Template Matching Techniques in Computer Vision: Theory and Practice*. Wiley Publishing: 348 str.
- Bu, L., Zhang, Z., Scanning, L., Cloud, P., Modelling, S. 2008. Application of point clouds from terrestrial 3d laser scanner for deformation measurements. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3-11 julij, 2008: str. 545–548.

- Chan, T. O., Lichti, D. D., Belton, D. 2015. A rigorous cylinder-based self-calibration approach for terrestrial laser scanners. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 99: 84–99. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2014.11.003.
- Chow, J., Ebeling, A., Bill, T. 2010. Low cost Artificial Planar Target Measurement Techniques for TLS. V: FIG Congress 2010 Facing the Challenges - Building the Capacity, Sydney, Avstralija, 11. – 16. april 2010: str. 13.
- Chow, J. C. K., Teskey, W. F., Lovse, J. W. B. 2011. In-situ Self-calibration of Terrestrial Laser Scanners and Deformation Analysis Using Both Signalized Targets and Intersection of Planes for Indoor Applications. V: 14th FIG Symposium on Deformation Measurements and Analysis, 5th IAG Symposium on Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering, and 2nd International Workshop on Spatial Information Technologies for Monitoring the Deformation of Large-Scale Man-Made Linear Features, Hong Kong, Kitajska, 2. – 4. november 2011: str. 15.
- Chow, J. C. K., Lichti, D. D., Glennie, C., Hartzell, P. 2013. Improvements to and comparison of static terrestrial LiDAR self-calibration methods. *Sensors* 13: 7224–7249. doi: 10.3390/s130607224.
- Chow, J., Lichti, D. D., Glennie, C. 2011. Point-based versus plane-based self-calibration of static terrestrial laser scanners. V: ISPRS Workshop Laser Scanning 2011, Calgary, Kanada, 29.– 31. avgust 2011: str. 29–31.
- Cooper, M. 1982. *Modern Theodolites and Levels*. Granada Publishing, London.: 258 str.
- De Asís López, F., Ordóñez, C., Roca-Pardiñas, J., García-Cortés, S. 2014. Point cloud comparison under uncertainty. Application to beam bridge measurement with terrestrial laser scanning. *Measurement* 51, 1: 259–264. doi: 10.1016/j.measurement.2014.02.013.
- Fischler, M. A., Bolles, R. C. 1981. Paradigm for Model model fitting with applications to image analysis and automated cartography. *Graphics and Image Processing* 24, 6: 381–395.
- Franaszek, M., Cheok, G. 2009. Fitting spheres to range data from 3-D imaging systems. *IEEE Transactions On instrumentation and measurement* 58, 10: 3544–3553.
- García-San-Miguel, D., Lerma, J. 2013. Geometric calibration of a terrestrial laser scanner with local additional parameters: An automatic strategy. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 79: 122–136. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2013.02.007.
- Ge, X., Wunderlich, T. 2015. Target identification in terrestrial laser scanning. *Survey Review* 47, 341: 129–140. doi: 10.1179/1752270614Y.0000000097.
- Ghilani, C. D. 2011. *Adjustment Computations: Spatial Data Analysis*. Wiley: 672 str.
- Gielsdorf, F., Rietdorf, A., Gruendig, L. 2004. A Concept for the Calibration of Terrestrial Laser Scanners. V: Proceedings of the FIG Working Week, Atene, Grčija, 22. – 27. maj 2004: str. 1–10.
- Gordon, B. 2008. Zur Bestimmung von Messunsicherheiten terrestrischer Laserscanner. Doktorska disertacija. Darmstadt, Deutchland, Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie der Technischen Universität Darmstadt (Samozaložba: B. Gordon): 197 str.
- Gordon, S., Lichti, D., Stewart, M. P., Tsakiri, M. 2001. Metric Performance of a High-resolution Laser Scanner. V: El-Hakim (ur.), Sabry, F. (ur.), Gruen, A. (ur.). *Videometrics and Optical Methods for 3D Shape Measurement*. Society of Bellingham, WA, USA, Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE): str. 174–184.
- Gordon, S., Lichti, D., Stewart, M. 2001. Application of a high-resolution , ground-based laser scanner for deformation measurements. V: The 10th FIG International Symposium on Deformation Measurements, Orange, Kalifornija, ZDA, 19. – 22. marec 2001: str. 23–32.
- Gordon, S., Lichti, D., Stewart, M., Franke, J. 2003. Structural deformation measurement using terrestrial laser scanners. V: 11th FIG Symposium on Deformation Measurements, Santorini, Grčija, 5. – 28. maj 2003: str. 8.

- Gordon, S. J., Lichti, D. D. 2007. Modeling Terrestrial Laser Scanner Data for Precise Structural Deformation Measurement. *Journal of Surveying Engineering* 133, 2: 72–80. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9453(2007)133:2(72).
- Green, J. 2011. Obljuba dela dolg. *Učila International*: 338 str.  
URL: <https://books.google.si/books?id=TW9hMwEACAAJ>.
- Grigillo, D., Stopar, B. 2003. Metode odkrivanja grobih pogreškov v geodetskih opazovanjih. *Geodetski Vestnik* 47, 4: 387–403.
- Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., Witten, I. H. 2009. The WEKA Data Mining Software: An Update. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter* 11, 1: 10–18. doi: 10.1145/1656274.1656278.
- Hamilton, W. R. 1850. On Quaternions, or a new system of imaginaries in algebra. *The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* xxv-xxxvi: 86.
- Han, J. Y. 2010. Noniterative Approach for Solving the Indirect Problems of Linear Reference Frame Transformations. *Journal of Surveying Engineering-Asce* 136, 4: 150–156.
- Harmening, C., Neuner, H. 2015. Continuous modelling of point clouds by means of freeform surfaces. *Vermessung & Geoinformation* 103, 2+3: 121–129.
- Hazewinkel, M. 1994. *Encyclopaedia of Mathematics*. Springer Netherlands: 588 str.
- Hennes, M., Ingensand, H. 2000. Komponentenkalisierung versus Systemkalisierung. V: XIII. Kurs für Ingenieurvermessung, München, Nemčija, 13. – 17. marec 2000: str. 1–12.
- Höhle, J. 1997. The Automatic Measurement of Targets. *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation* 1997, 1: 13–21.
- Holmes, G., Hall, M., Frank, E. 1999. Generating Rule Sets from Model Trees. V: Twelfth Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, Sydney, Avstralija, 6. – 10. december 1999. Springer: str. 1–12.
- Horn, B. K. P. 1987. Closed-form solution of absolute orientation using unit quaternions. *Journal of the Optical Society of America* 4, 4: 629–642.
- Kersten, T., Sternberg, H., Mechelke, K., Pardo, C. A. 2004. Terrestrial laser scanning system mensi GS100/GS200 – Accuracy tests, experiences and projects at the Hamburg university of applied sciences. V: Proceedings of the ISPRS working group V/1 'Panoramic Photogrammetry Workshop', Dresden, Nemčija, 19. – 22. februar 2004.: str. 8.
- Kogoj, D. 1992. Izbira najprimernejše metode A-posteriori ocene uteži merjenih količin geodetskih mrež. Doktorska disertacija. Ljubljana, Slovenija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba: D. Kogoj): 179 str.
- Kogoj, D. 2005. Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljemeri. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 159 str.
- Kogoj, D. 2015. Geodetski merski sistemi - predavanja. (Pridobljeno 31. 3. 2016).
- Kolenc, R. 2004. Terestrično 3D lasersko skeniranje. Diplomski naloga. Ljubljana, Slovenija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba: R. Kolenc): 105 str.
- Kononenko, I., Kukar, M. 2007. *Machine Learning and Data Mining: Introduction to Principles and Algorithms*. Horwood Publishing Limited: 480 str.
- Kraus, K. 2000. *Photogrammetry*. Berlin; New York: Walter De Gruyter, 2007: 459 str.
- Kregar, A. 2011. Sadno žganje Kregar. <https://migrantenej.wordpress.com/2011/06/20/sadno-zganje-kregar/> (Pridobljeno 9. 6. 2016).

- Kregar, K., Turk, G., Kogoj, D. 2012. Statistical testing of directions observations independence. *Survey Review* 45, 329: 117–125.
- Kregar, K., Grigillo, D., Kogoj, D. 2013. High precision target determination from a point cloud. V: *ISPRS Workshop Laser Scanning 2013, Antalya, Turčija*, 11. – 13. november 2013: str. 11–13.
- Kregar, K., Lakner, M., Kogoj, D. 2014. Rotacija z enotskim kvaternionom. *Geodetski vestnik* 58, 02: 231–242. doi: 10.15292/geodetski-vestnik.2014.02.231-242.
- Kregar, K., Ambrožič, T., Kogoj, D., Vežočanik, R., Marjetič, A. 2015. Determining the inclination of tall chimneys using the TPS and TLS approach. *Measurement* 75: 354–363. doi: 10.1016/j.measurement.2015.08.006.
- Křemen, T., Koska, B., Pospíšil, J. 2006. Verification of laser scanning systems quality. V: *XXIII FIG International Congress, München, Nemčija*, 8. – 13. oktober 2006: str. 16 (on CD-ROM).
- Krose, B., Smagt, P. V. D. 1996. *An Introduction to Neural Networks*. (Pridobljeno 12. 4. 2016).
- Kuang, S. 1996. *Geodetic Network Analysis and Optimal design*. Ann Arbor Press, Inc.: 365 str.
- Leica Geosystems 2016. *Leica ScanStation C10 - DataSheet*. (Pridobljeno 9. 3. 2016).
- Lichti, D., Pfeifer, N., Maas, H. G. 2008. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing theme issue “Terrestrial Laser Scanning”. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 63, 1: 1–3. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2007.10.002.
- Lichti, D. D. 2008. A method to test differences between additional parameter sets with a case study in terrestrial laser scanner self-calibration stability analysis. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 63: 169–180. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2007.08.001.
- Lichti, D. D. 2009. The impact of angle parametrisation on TLS self-calibration. V: *Laser scanning 2009, IAPRS, Vol. XXXVIII, Part 3/W8, Pariz, Francija*, 1. – 2. september 2009: str. 171–176.
- Lichti, D. D. 2010. A review of geometric models and self-calibration methods for terrestrial laser scanners. *Boletim De Ciencias Geodesicas* 16, 1: 3–19.
- Lichti, D. D., Stewart, M. P., Tsakiri, M., Snow, A. 2000. Benchmark Tests on a Three-dimensional Laser Scanning System. *Geomatics Research Australasia* 72: 1–23.
- Lichti, D. D., Brustle, S., Franke, J. 2007. Self Calibration and Analysis of the Surphaser 25HS 3D Scanner. V: *Strategic Integration of Surveying Services, FIG Working Week 2007, Hong Kong, Kitajska*, 3. – 17. maj 2007: str. 1–13.
- Lichti, D. D. 2007. Error modelling, calibration and analysis of an AM-CW terrestrial laser scanner system. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 61, 5: 307–324. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2006.10.004.
- Lichti, D. D. 2010. Terrestrial laser scanner self-calibration: Correlation sources and their mitigation. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 65, 1: 93–102. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2009.09.002.
- Lichti, D. D., Harvey, B. R. 2002. the Effects of Reflecting Surface Material Properties on Time-of-Flight Laser Scanner Measurements. V: *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa, Kanada*, 9. – 12. julij 2002: str. 1–9.
- Lichti, D. D., Skaloud, J. 2010. Registration and Calibration. V: *Vosselman, G. (ur.), Maas, H.-G. (ur.). Airborne and Terrestrial Laser Scanning*. Whittles Publishing; CRC Press: str. 83–134.
- Lichti, D. D., Gordon, S. J., Tipdecho, T. 2005. Terrestrial Laser Scanner Networks. *Journal of Surveying Engineering* 131, 4: 135–142.



- Lichti, D. D., Chow, J., Lahamy, H. 2011. Parameter de-correlation and model-identification in hybrid-style terrestrial laser scanner self-calibration. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66, 3: 317–326. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2010.12.001.
- Lijing, B., Zhengpeng, Z. 2008. Application of point clouds from terrestrial laser scanner for deformation measurements. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3. – 11. julij 2008: str. 545-548.
- Lovas, T., Barsi, A., Detrekoi, A., Dunai, L., Csak, Z., Polgar, A., Berenyi, A., Kibedy, Z., Szocs, K. 2008. Terrestrial laser scanning in deformation measurements of structures. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3. – 11. julij 2008: str. 527-532.
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., Harley, I. 2007. *Close Range Photogrammetry: Principles, Techniques and Applications*. Wiley: 528 str.
- Macarol, S. 1968. *Praktična geodezija*. Zagreb, Tehnička knjiga: 723 str.
- Mahalanobis, P. C. 1936. On the generalised distance in statistics. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India* 2, 1: 49–55. doi: 0.1007/s10551-015-2583-7.
- Marshall, G. F., Stutz, G. E. 2011. *Handbook of Optical and Laser Scanning*. Taylor & Francis Group: 764 str.
- Mihailović, K., Vračarić, K. 1984. *Geodezija I*. Beograd, Naučna knjiga: 837 str.
- Monserrat, O., Crosetto, M., Pucci, B. 2008. TLS deformation measurement using LS3D surface and curve matching. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3. – 11. julij 2008.
- Mooney, C. Z. 1997. *Monte Carlo Simulation*. SAGE Publications: 103 str.
- Mozetič, B. 2004. Terestrično 3d (trirazsežno) lasersko skeniranje. *Geodetski vestnik* 48, 3: 351–362.
- Pearson, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine* 2, 6: 559–572. doi: 10.1080/14786440109462720.
- Pesci, A., Teza, G. 2008. Terrestrial laser scanner and retro-reflective targets: an experiment for anomalous effects investigation. *International Journal of Remote Sensing* 29, 19: 5749–5765. doi: 10.1080/01431160802108489.
- Qiu, D. W., Wu, J. G. 2008. Terrestrial laser scanning for deformation monitoring of the thermal pipeline traversed subway tunnel engineering. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3. – 11. julij 2008: str. 491-494.
- Quinlan, R. J. 1992. *Learning with Continuous Classes*. V: 5th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence, Hobart, Tasmanija, 16. –18. november 1992. World Scientific: str. 343–348.
- Ree, J. M. V. 2006. Determination of the precision and reliability parameters of terrestrial laser scanners. Magistrsko delo. Delft, Netherlands, Delft University of Technology, Faculty of Aerospace engineering (Samozaložba: J. M. van Ree): 178 str.
- Reshetyuk, Y. 2006. Calibration of terrestrial laser scanners Callidus 1.1, Leica HDS 3000 and Leica HDS 2500. *Survey Review* 38, 302: 703–713. doi: 10.1179/sre.2006.38.302.703.
- Reshetyuk, Y. 2005. Determination of the optimal diameter for spherical targets used in 3d laser scanning. *Survey Review* 297, July: 243–253.
- Reshetyuk, Y. 2009. Self-calibration and direct georeferencing in terrestrial laser scanning. Doktorska disertacija. KTH Stockholm, Sweden, (Samozaložba: Y. Reshetyuk): 174 str.
- Reshetyuk, Y. 2009. *Terrestrial laser scanning : Error sources, self-calibration and direct georeferencing*. VDM Verlag Dr. Muller: 184 str.
- Reshetyuk, Y. 2010. A unified approach to self-calibration of terrestrial laser scanners. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 65, 5: 445–456. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2010.05.005.

- Riegl LMS 2014. Riegl Vz-400 - datasheet. (Pridobljeno 9. 3. 2016).
- Rosenblatt, F. 1957. The Perceptron – a perceiving and recognizing automaton. Tehnično poročilo, 85-460-1. Cornell Aeronautical Laboratory: 460 str.
- Rüeger, J. M. 1990. Electronic Distance Measurement: an Introduction. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: XIX, 276 str.
- Savšek Safić, S., Ambrožič, T., Stopar, B., Turk, G. 2006. Determination of point displacements in the geodetic network. *Journal of Surveying Engineering* 132, 2: 58–63. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9453(2006)132:2(58).
- Savšek Safić, S. 2002. Optimalna metoda določanja stabilnih točk v deformacijski analizi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Slovenija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba: S. Savšek Safić): 211 str.
- Scaioni, M., Polo, M. 2005. Direct Georeferencing of TLS in Surveying of Complex Sites. V: *Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures*, Benetke, Italija, 22. – 24. August 2005: str. 1–8.  
URL: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W17/pdf/23.pdf>.
- Schindler, K. 2013. Why don't you simply use existing models? Osebna komunikacija (11. 11. 2013).
- Schneider, D. 2006. Terrestrial laser scanning for area based deformation analysis of towers and water dams. V: 3rd IAG / 12th FIG Symposium, Baden, Avstrija, 22. – 24. maj 2006.
- Schulz, T. 2007. Calibration of a Terrestrial Laser Scanner for Engineering Geodesy. Doktorska disertacija. Zürich, Švica, ETH (Samozaložba: T. Schulz): 172 str.
- Schulz, T., Ingensand, H. 2004. Influencing Variables, Precision and Accuracy of Terrestrial Laser Scanners. V: *INGEO 2004 and FIG Regional Central and Eastern European Conference on Engineering Surveying*, Bratislava, Slovaška, 11. – 13. november 2004: str. 9.
- Shan, J., Toth, C. k. 2009. *Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing*. Taylor & Francis Group: 590 str.
- Shevade, S. K., Keerthi, S. S., Bhattacharyya, C., Murthy, K. R. K. 1999. Improvements to the SMO Algorithm for SVM Regression. V: *IEEE Transactions on Neural Networks*: str. 1188–1193.
- Smola, A. J., Schölkopf, B. 2004. A Tutorial on Support Vector Regression. *Statistics and Computing* 14, 3: 199–222. doi: 10.1023/B:STCO.0000035301.49549.88.
- Staiger, R. 2003. Terrestrial Laser Scanning Technology, Systems and Applications. V: *Proceedings of the 2nd FIG Regional Conference, Marrakech, Maroko*, 2. – 5. december 2003: str. 1–10.
- Sterle, O. 2015. Časovno odvisne geodetske mreže in koordinatni sistemi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Slovenija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba: O. Sterle): 282 str.
- Strang, G., Borre, K. 1997. *Linear Algebra, Geodesy, and GPS*. Wellesley-Cambridge Press: 624 str.
- Štrumbelj, E., Kononenko, I., Šikonja, M. R. 2009. Explaining instance classifications with interactions of subsets of feature values. *Data & Knowledge Engineering* 68, 10: 886–904. doi: 10.1016/j.datak.2009.01.004.
- Štrumbelj, E., Kononenko, I. 2010. An Efficient Explanation of Individual Classifications Using Game Theory. *Journal of Machine Learning Research* 11: 1–18.
- Teixidó, M., Pallejà, T., Font, D., Tresanchez, M., Moreno, J., Palacín, J. 2012. Two-dimensional radial laser scanning for circular marker detection and external mobile robot tracking. *Sensors* 12, 12: 16482–97. doi: 10.3390/s121216482.

- Teunissen, P. J. G. 2000. *Adjustment Theory: An Introduction*. Delft University Press: 193 str.
- Torge, W. 2001. *Geodesy*. Berlin ; New York : Walter De Gruyter: 426 str.
- Tsakiri, M., Lichti, D., Pfeifer, N. 2006. *Terrestrial Laser Scanning For Deformation Monitoring*. V: 3rd IAG / 12th FIG Symposium, Baden, Avstrija, 22. – 24. maj 2006: str. 1–10.
- Turčič, M. 2015. *Terestrično lasersko skeniranje prelivne stene MHE Melje za izračun deformacij*. Diplomaska naloga. Ljubljana, Slovenija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (Samozaložba: Mateo Turčič): 82 str.
- Turk, G. 2012. *Verjetnostni račun in statistika*. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 264 str.
- Urbančič, T. 2016. *Absorpcija blizu-infra-rdeče svetlobe na temnih površinah*. Osebna komunikacija (20. 2. 2016).
- Urbančič, T., Vrečko, A., Kregar, K. 2016. *Zanesljivost metode RANSAC pri oceni parametrov geometrijskih oblik*. *Geodetski vestnik* 60, 1: 69–97. doi: 10.15292/geodetski-vestnik.2016.01.69-97.
- Valanis, a., Tsakiri, M. 2004. *Automatic target identification for laser scanners*. V: XX. ISPRS Congress, Istanbul, Turčija, 12. – 23. julij 2004: str. 1–6.
- Vaniček, P., Krakiwsky, E. J. 1996. *Geodesy: The Concepts*. Amsterdam, Elsevier Science: 697 str.
- Vezočnik, R. 2011. *Analysis of terrestrial laser scanning technology for structural deformation monitoring*. Doktorska disertacija. Ljubljana, Slovenija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, (Samozaložba: R. Vezočnik): 224 str.
- Vezočnik, R., Ambrožič, T., Sterle, O., Bilban, G., Pfeifer, N., Stopar, B. 2009. *Use of terrestrial laser scanning technology for long term high precision deformation monitoring*. *Sensors* 9, 12: 9873–95. doi: 10.3390/s91209873.
- Vezočnik, R., Smole, D., Anžur, A., Ambrožič, T., Kregar, K., Kogoj, D. 2013. *Poročilo o izvedba kontrolnih geodetskih meritev v gradbeni jami S1 na Bavarskem dvoru : prva meritev, 27.05.2013*. Tehnično poročilo. DFG Consulting d.o.o.: 13 str.
- Vosselman, G., Maas, H.-G. 2010. *Airborne and terrestrial laser scanning*. Whittles Publishing; CRC Press: 318 str.
- Wang, Y., Witten, I. H. 1997. *Induction of model trees for predicting continuous classes*. V: *Poster papers of the 9th European Conference on Machine Learning*, Praga, Češka, 23. – 25. april 1997. Springer.
- Witten, I. H., Frank, E. 2005. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Second Edition (Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems)*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.: 664 str.
- Wujanz, D. 2009. *Intensity calibration method for 3d laser scanners*. *New Zealand Surveyor* 2009, 299: 7–13.
- Zogg, H.-M., Ingensand, H. 2008. *Terrestrial laser scanning for deformation monitoring - load tests on the Felsenau viaduct*. V: XXI. ISPRS Congress, Peking, Kitajska, 3. – 11. julij 2008: str. 555–562.

# PRILOGE

## A Navadna izravnava geodetske mreže – po metodi najmanjših kvadratov

Postopek izravnave klasične geodetske mreže je v disertaciji uporabljen večkrat, zato ga želimo na kratko opisati v posebnem poglavju.

Klasično geodetsko mrežo izravnavamo z lastnim programom *Izravnava 3.7*. Gre za posredni način izravnave geodetskih opazovanj po metodi najmanjših kvadratov.

### Funkcionalni model

V izravnavo lahko vstopajo naslednji tipi opazovanj med stojiščem  $i$  in opazovano točko  $j$  (in  $k$ )

- horizontalne smeri  $s_i^j = \arctan\left(\frac{y_j - y_i}{x_j - x_i}\right) + o_i \pm \pi$
- horizontalni koti  $k_i^{j,k} = \arctan\left(\frac{y_k - y_i}{x_k - x_i}\right) - \arctan\left(\frac{y_j - y_i}{x_j - x_i}\right)$
- horizontalne dolžine  $d_i^j = \sqrt{(y_j - y_i)^2 + (x_j - x_i)^2}$
- poševne dolžine  $l_i^j = \sqrt{(y_j - y_i)^2 + (x_j - x_i)^2 + (H_j - H_i)^2}$
- zenitne razdalje  $z_i^j = \arctan\left(\frac{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}}{H_j - H_i}\right)$
- višinske razlike  $\Delta H_i^j = H_j - H_i$

Neznanke v izravnavi so kartezične koordinate točk;  $y$ ,  $x$  in  $h$  ter orientacijske neznanke  $o$  v primeru merjenja smeri.

Sistem enačb zapišemo v obliki

$$\mathbf{v} + \mathbf{B}\mathbf{\Delta} = \mathbf{f}$$

Modelna matrika  $\mathbf{B}$  vsebuje odvode zgornjih enačb po vseh neznankah, vektor  $\mathbf{f}$  pa odstopanja izmerjenih vrednosti opazovanj od vrednosti opazovanj, ki jih izračunamo po enačbah s približnimi vrednostmi neznank

$$\begin{aligned} \mathbf{N} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{B} \\ \mathbf{t} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{f} \\ \mathbf{\Delta} &= \mathbf{N}^{-1} \mathbf{t} \\ \mathbf{v} &= \mathbf{f} - \mathbf{B} \mathbf{\Delta} \end{aligned} \tag{1}$$

## Stohastični model

Matrika uteži  $\mathbf{P}$  v izravnavo vnaša stohastične lastnosti opazovanj. Izračunamo jo lahko iz variančno-kovariančne matrike opazovanj

$$\begin{aligned}\mathbf{Q} &= 1/\sigma_0^2 \mathbf{\Sigma} \\ \mathbf{P} &= \mathbf{Q}^{-1}\end{aligned}\quad (2)$$

kjer je  $\mathbf{\Sigma}$  variančno-kovariančna matrika opazovanj,  $\mathbf{Q}$  matrika kofaktorjev,  $\sigma_0^2$  pa referenčna varianca apriori. Program omogoča tri načine za določitev matrike uteži  $\mathbf{P}$ :

- variance opazovanj ocenimo empirično na podlagi ponovljenih opazovanj, kot povprečje kvadratov odstopanj meritev od njihovega povprečja,
- predpostavimo enako natančnost za vsa opazovanja istega tipa, na podlagi deklarirane natančnosti uporabljene merske opreme,
- kombinacija obeh pristopov: empirično določene variance posameznega tipa opazovanj normiramo in vsako pomnožimo z apriori privzeto natančnostjo iz 2. • Tako ohranimo relativne odnose med opazovanji posameznega tipa ter hkrati upoštevamo deklarirano natančnost, ki je pogosto bolj realna od empirične ocene.

Z Ebnerjevim postopkom določitve apriori natančnosti opazovanj (Kogoj, 1992), lahko dovolj dobro ocenimo natančnosti za posamezne tipe opazovanj.

Natančnost neznank po izravnavi dobimo kot produkt matrike kofaktorjev

$$\mathbf{Q}_{\Delta\Delta} = \mathbf{N}^{-1}\quad (3)$$

z referenčno varianco aposteriori

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{r}\quad (4)$$

$r$  je nadštevilnost in je enaka številu opazovanj zmanjšanim za število neznank in defekt datuma

$$\mathbf{\Sigma}_{\Delta\Delta} = \hat{\sigma}_0^2 \mathbf{Q}_{\Delta\Delta}\quad (5)$$

Referenčna varianca aposteriori mora biti skladna z referenčno varianco apriori, kar imenujemo globalni test modela.

$$0.6 < \frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} < 1.6\quad (6)$$

## Datum

Kadar v mreži merimo samo relativne odnose med položaji točk je matrika  $\mathbf{N}$  singularna, zato ne moremo dobiti enolične rešitve. Definirati je potrebno geodetski datum, to pomeni položaj in orientacijo mreže v koordinatnem sistemu. Program "IZRAVNAVA" omogoča tri načine zagotovitve datuma

- prosta mreža – notranje vezi med opazovanji: sestavimo datumsko matriko  $\mathbf{H}$  kot je opisano v poglavju 3.2.4 enačba (3.49). Povprečni premik in zasuk mreže glede na približne koordinate bo enak nič. Enačbe (1) in (3) se spremenijo toliko:

$$\begin{aligned}\mathbf{N} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{B} + \mathbf{H} \mathbf{H}^T \\ \mathbf{Q}_{\Delta\Delta} &= \mathbf{N}^{-1} - (\mathbf{H}(\mathbf{H}^T \mathbf{H} \mathbf{H}^T \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T)\end{aligned}\quad (7)$$

- zunanje vezi: Določimo vhodne količine (približne vrednosti koordinat ali opazovanja), ki naj se v izravnavi ne spremenijo. Sestavimo matriko  $\mathbf{D}$  oblike

$$\mathbf{D}^T = \begin{bmatrix} \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots \\ \dots & -y_i & x_i & 0 & \dots & -y_j & x_j & 0 & \dots \\ \dots & x_i & y_i & z_i & \dots & x_j & y_j & z_j & \dots \end{bmatrix} \quad (8)$$

enotske matrike so na mestih koordinatnih neznanek točk, ki definirajo premik. Četrta vrstica naprimer zagotavlja naj smer med  $i$ -to in  $j$ -to točko ne zadobi popravka, peta vrstica pa naj poševna dolžina med  $i$ -to in  $j$ -to točko ne zadobi popravka.

Enačbe (1) in (3) se spremenijo toliko:

$$\begin{aligned} \mathbf{N} &= \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{B} + \mathbf{D} \mathbf{D}^T \\ \mathbf{Q}_{\Delta\Delta} &= \mathbf{N}^{-1} - (\mathbf{H}(\mathbf{H}^T \mathbf{D} \mathbf{D}^T \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^T) \end{aligned} \quad (9)$$

- vpeta mreža: Izberemo datumske točke, katerih koordinate naj se med izravnavo ne spremenijo. Koordinatne neznanke teh točk v izravnavi sploh ne nastopajo. Brišemo ustrezne stolpce iz modelne matrike  $\mathbf{B}$

### Iskanje grobih pogreškov – $\tau$ -test

V postopku izravnave določimo popravke opazovanj in njih natančnosti. Matrika kofaktorjev izravnanih opazovanj je

$$\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{u}}} = \mathbf{B} \mathbf{Q}_{\Delta\Delta} \mathbf{B}^T \quad (10)$$

Kofaktorje popravkov dobimo kot razliko kofaktorjev opazovanj in izravnanih opazovanj

$$\mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}} = \mathbf{Q} - \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{u}}} \quad (11)$$

Obstaja več načinov odkrivanja grobih pogreškov po končanem postopku izravnave, v splošnem pa gre za statistično testiranje, kjer je testna statistika razmerje med natančnostjo opazovanja in popravkom, ki ga to dobi v izravnavi.

Testna statistika

$$\tau_i = \frac{v_i}{\hat{\sigma}_{v_i}} \quad (12)$$

se porazdeljuje po  $\tau$  porazdelitvi z  $r$  prostostnimi stopnjami, kjer je  $r$  nadštevilnost. Kritična vrednost pri stopnji zaupanja  $\alpha$  se izračuna iz Študentove porazdelitve

$$\tau_{\alpha/2}(r) = \frac{\sqrt{r} t_{\alpha/2}(r-1)}{\sqrt{r-1 + t_{\alpha/2}^2(r-1)}} \quad (13)$$

Opazovanja, ki jih  $\tau$ -test zazna kot pogrešena je treba obravnavati previdno, saj ni nujno, da so v resnici grobo pogrešena. Tudi kadar v mreži nimamo grobo pogrešenih opazovanj, bo  $\tau$ -test za nekatere točke padel.

### Rezultati

Program *Izravnava 3.7* vrne naslednje rezultate:

- vrednosti neznank  $\Delta$  in njihove natančnosti  $\sqrt{\text{diag}(\Sigma_{\Delta\Delta})}$  – za koordinatne in orientacijske neznanke,
- vrednosti izravnanih opazovanj  $\hat{l}$ , njihovih popravkov  $v$  ter natančnosti obojih,
- vrednosti  $\tau$ -testa.

## B Izravnava mreže za določitev črne in bele ploskve

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

### Test adicijskih konstant – Streha FGG – 29.1.2014 – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEO-  
DEZIJO - UL FGG

28-Dec-2015

10:25:04



## Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
A	10.0001	10.0001	2.0015
B	22.3612	10.0002	1.9997
OR	21.8560	69.3372	1.9963
T0-0	15.7882	3.4161	1.9988
T1-0	15.7926	13.5988	2.0004
T2-0	15.7941	17.1484	2.0001
T3-0	15.7943	24.1846	1.9988
T4-0	15.7951	35.5489	1.9960
T5-0	15.7984	66.7739	1.9934
T0-45	15.7856	3.4137	1.9988
T1-45	15.7897	13.5987	2.0005
T2-45	15.7914	17.1486	2.0001
T3-45	15.7914	24.1844	1.9987
T4-45	15.7920	35.5475	1.9960
T5-45	15.7961	66.7695	1.9931
T0-30	15.7865	3.4148	1.9988
T3-60	15.7895	24.1857	1.9987
T4-60	15.7903	35.5486	1.9961
T5-60	15.7933	66.7695	1.9935

## Seznam merjenih količin

### Smeri

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
A	B	359.99987	1.00
A	OR	281.29916	1.00
A	T0-0	48.68066	1.00
A	T1-0	328.14935	1.00
A	T2-0	309.02650	1.00
A	T3-0	292.21971	1.00
A	T4-0	282.77984	1.00
A	T5-0	275.83145	1.00
A	T0-45	48.70378	1.00
A	T1-45	328.13712	1.00
A	T2-45	309.01275	1.00
A	T3-45	292.21003	1.00
A	T4-45	282.77394	1.00
A	T5-45	275.82959	1.00
A	T0-30	48.69453	1.00
A	T3-60	292.20153	1.00
A	T4-60	282.76971	1.00
A	T5-60	275.82687	1.00
B	A	263.64325	1.00
B	OR	353.15626	1.00
OR	A	101.29901	1.00
OR	B	89.51170	1.00
B	T0-0	218.59549	1.00
B	T1-0	292.35940	1.00
B	T2-0	311.06964	1.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
B	T3-0	328.80120	1.00
B	T4-0	339.23061	1.00
B	T5-0	347.04992	1.00
B	T0-45	218.59637	1.00
B	T1-45	292.34840	1.00
B	T2-45	311.05885	1.00
B	T3-45	328.79128	1.00
B	T4-45	339.22333	1.00
B	T5-45	347.04710	1.00
B	T0-30	218.59716	1.00
B	T3-60	328.78701	1.00
B	T4-60	339.22024	1.00
B	T5-60	347.04439	1.00

### Zenitne razdalje

Od	Do	z [°]	$\sigma_z$ ["]
A	B	90.00878	6.00
A	OR	90.00728	6.00
A	T0-0	90.01796	6.00
A	T1-0	90.00933	6.00
A	T2-0	90.00886	6.00
A	T3-0	90.01052	6.00
A	T4-0	90.01280	6.00
A	T5-0	90.00893	6.00
A	T0-45	90.01756	6.00
A	T1-45	90.00828	6.00
A	T2-45	90.00899	6.00
A	T3-45	90.01079	6.00
A	T4-45	90.01279	6.00
A	T5-45	90.00934	6.00
A	T0-30	90.01774	6.00
A	T3-60	90.01078	6.00
A	T4-60	90.01275	6.00
A	T5-60	90.00864	6.00
B	A	89.99557	6.00
B	OR	90.00634	6.00
OR	A	89.99805	6.00
OR	B	89.99942	6.00
B	T0-0	90.00457	6.00
B	T1-0	89.99449	6.00
B	T2-0	89.99747	6.00
B	T3-0	90.00257	6.00
B	T4-0	90.00714	6.00
B	T5-0	90.00545	6.00
B	T0-45	90.00495	6.00
B	T1-45	89.99420	6.00
B	T2-45	89.99728	6.00
B	T3-45	90.00295	6.00
B	T4-45	90.00708	6.00
B	T5-45	90.00574	6.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
B	T0-30	90.00482	6.00
B	T3-60	90.00313	6.00
B	T4-60	90.00692	6.00
B	T5-60	90.00559	6.00

### Poševne dolžine

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
A	B	12.3614	0.30
A	OR	60.5099	0.30
B	A	12.3612	0.30
B	OR	59.3394	0.30
OR	A	60.5096	0.30
OR	B	59.3392	0.30
B	OR	59.3390	0.30

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:  $\sigma_{0s}=1.00$  ["]  
natančnost zenitnih razdalj:  $\sigma_{0z}=6.00$  ["]  
natančnost poševnih dolžin:  $\sigma_{0l}=0.30$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: A, B, OR.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0z}$  in  $\sigma_{0l}$ ).

Popravki po 1. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.

Norma vektorja popravkov je 0.000421

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: A, B, OR.

Število iteracij: 1.

Norma vektorja popravkov 0.000421

Število meritev: 38 smeri  
38 zenitnih razdalj  
7 poševnih dolžin  

---

83

Število neznank: 48 koordinat  
3 orientacijskih  

---

51

Nadštevilnost: 83 meritev  
-51 neznank  
+0 defekt datuma  

---

32

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2=7.99e-09$

Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2=6.58e-09$

Globani test modela: 0.91

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
A	10.0001	10.0001	2.0015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B	22.3612	10.0002	1.9997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OR	21.8560	69.3372	1.9963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
T0-0	15.7882	3.4161	1.9988	0.05	0.05	0.17	0.17	0.05	0.05
T1-0	15.7926	13.5987	2.0004	0.05	0.03	0.13	0.13	0.05	0.03
T2-0	15.7941	17.1483	2.0001	0.05	0.06	0.18	0.18	0.06	0.05
T3-0	15.7943	24.1845	1.9988	0.06	0.15	0.29	0.29	0.15	0.06
T4-0	15.7951	35.5488	1.9960	0.10	0.43	0.49	0.49	0.43	0.10
T5-0	15.7983	66.7738	1.9934	0.22	2.01	1.07	2.01	1.07	0.22
T0-45	15.7856	3.4137	1.9989	0.05	0.05	0.17	0.17	0.05	0.05
T1-45	15.7897	13.5986	2.0005	0.05	0.03	0.13	0.13	0.05	0.03
T2-45	15.7914	17.1485	2.0001	0.05	0.06	0.18	0.18	0.06	0.05
T3-45	15.7914	24.1843	1.9988	0.06	0.15	0.29	0.29	0.15	0.06
T4-45	15.7920	35.5474	1.9960	0.10	0.43	0.49	0.49	0.43	0.10
T5-45	15.7960	66.7694	1.9931	0.22	2.01	1.07	2.01	1.07	0.22
T0-30	15.7866	3.4148	1.9988	0.05	0.05	0.17	0.17	0.05	0.05
T3-60	15.7895	24.1856	1.9987	0.06	0.15	0.29	0.29	0.15	0.06
T4-60	15.7903	35.5485	1.9961	0.10	0.43	0.49	0.49	0.43	0.10
T5-60	15.7933	66.7693	1.9935	0.22	2.01	1.07	2.01	1.07	0.22

## Orientacijske smeri

Točka	$\alpha$ [°]	$\sigma_\alpha$ ["]
A	89.99987	0.64
B	6.35611	0.64
OR	90.00036	0.64

## Izravnane meritve

### Smeri

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	
A	B	359.99987	1.00	-0.74	0.64	359.99966	0.64	1.16
A	OR	281.29916	1.00	0.74	0.64	281.29936	0.64	1.16
A	T0-0	48.68066	1.00	0.00	0.00	48.68066	0.91	0.61
A	T1-0	328.14935	1.00	0.00	0.00	328.14935	0.91	0.12
A	T2-0	309.02650	1.00	0.00	0.00	309.02650	0.91	0.15
A	T3-0	292.21971	1.00	0.00	0.00	292.21971	0.91	0.54
A	T4-0	282.77984	1.00	0.00	0.00	282.77984	0.91	0.78
A	T5-0	275.83145	1.00	0.00	0.00	275.83145	0.91	0.78
A	T0-45	48.70378	1.00	0.00	0.00	48.70378	0.91	0.25
A	T1-45	328.13712	1.00	-0.00	0.00	328.13712	0.91	0.21
A	T2-45	309.01275	1.00	0.00	0.00	309.01275	0.91	0.29
A	T3-45	292.21003	1.00	0.00	0.00	292.21003	0.91	0.48
A	T4-45	282.77394	1.00	0.00	0.00	282.77394	0.91	0.80
A	T5-45	275.82959	1.00	0.00	0.00	275.82959	0.91	0.83
A	T0-30	48.69453	1.00	0.00	0.00	48.69453	0.91	0.39
A	T3-60	292.20153	1.00	0.00	0.00	292.20153	0.91	0.40
A	T4-60	282.76971	1.00	0.00	0.00	282.76971	0.91	0.86
A	T5-60	275.82687	1.00	0.00	0.00	275.82687	0.91	0.58
B	A	263.64325	1.00	0.64	0.64	263.64343	0.64	1.00
B	OR	353.15626	1.00	-0.64	0.64	353.15608	0.64	1.00
OR	A	101.29901	1.00	-0.47	0.64	101.29888	0.64	0.73
OR	B	89.51170	1.00	0.47	0.64	89.51183	0.64	0.73

 $\tau_{krit} = 1.9457$ 

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
B	T0-0	218.59549	1.00	0.00	0.00	218.59549	0.91	0.61
B	T1-0	292.35940	1.00	-0.00	0.00	292.35940	0.91	0.12
B	T2-0	311.06964	1.00	-0.00	0.00	311.06964	0.91	0.15
B	T3-0	328.80120	1.00	-0.00	0.00	328.80120	0.91	0.54
B	T4-0	339.23061	1.00	-0.00	0.00	339.23061	0.91	0.78
B	T5-0	347.04992	1.00	-0.00	0.00	347.04992	0.91	0.78
B	T0-45	218.59637	1.00	0.00	0.00	218.59637	0.91	0.25
B	T1-45	292.34840	1.00	0.00	0.00	292.34840	0.91	0.21
B	T2-45	311.05885	1.00	-0.00	0.00	311.05885	0.91	0.29
B	T3-45	328.79128	1.00	-0.00	0.00	328.79128	0.91	0.48
B	T4-45	339.22333	1.00	-0.00	0.00	339.22333	0.91	0.80
B	T5-45	347.04710	1.00	-0.00	0.00	347.04710	0.91	0.83
B	T0-30	218.59716	1.00	0.00	0.00	218.59716	0.91	0.39
B	T3-60	328.78701	1.00	-0.00	0.00	328.78701	0.91	0.40
B	T4-60	339.22024	1.00	-0.00	0.00	339.22024	0.91	0.86
B	T5-60	347.04439	1.00	-0.00	0.00	347.04439	0.91	0.58

$\tau_{krit} = 1.9457$

### Zenitne razdalje

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
A	B	90.00878	6.00	-1.56	5.45	90.00834	0.00	0.29
A	OR	90.00728	6.00	-8.48	5.45	90.00492	0.00	1.56
A	T0-0	90.01796	6.00	-2.28	3.73	90.01733	3.96	0.61
A	T1-0	90.00933	6.00	-0.42	3.67	90.00921	4.03	0.12
A	T2-0	90.00886	6.00	-0.55	3.75	90.00871	3.95	0.15
A	T3-0	90.01052	6.00	-2.06	3.81	90.00995	3.89	0.54
A	T4-0	90.01280	6.00	-3.00	3.84	90.01197	3.86	0.78
A	T5-0	90.00893	6.00	-2.99	3.85	90.00810	3.85	0.78
A	T0-45	90.01756	6.00	-0.92	3.73	90.01730	3.96	0.25
A	T1-45	90.00828	6.00	0.77	3.66	90.00850	4.03	0.21
A	T2-45	90.00899	6.00	-1.10	3.75	90.00869	3.95	0.29
A	T3-45	90.01079	6.00	-1.84	3.81	90.01028	3.89	0.48
A	T4-45	90.01279	6.00	-3.09	3.84	90.01193	3.86	0.80
A	T5-45	90.00934	6.00	-3.21	3.85	90.00845	3.85	0.83
A	T0-30	90.01774	6.00	-1.44	3.73	90.01734	3.96	0.39
A	T3-60	90.01078	6.00	-1.51	3.81	90.01036	3.89	0.40
A	T4-60	90.01275	6.00	-3.30	3.84	90.01183	3.86	0.86
A	T5-60	90.00864	6.00	-2.23	3.85	90.00803	3.85	0.58
B	A	89.99557	6.00	-14.09	5.45	89.99166	0.00	2.59
B	OR	90.00634	6.00	-11.02	5.45	90.00328	0.00	2.02
OR	A	89.99805	6.00	-10.70	5.45	89.99508	0.00	1.97
OR	B	89.99942	6.00	-9.73	5.45	89.99672	0.00	1.79
B	T0-0	90.00457	6.00	2.42	3.96	90.00525	3.73	0.61
B	T1-0	89.99449	6.00	0.46	4.03	89.99462	3.67	0.12
B	T2-0	89.99747	6.00	0.58	3.95	89.99763	3.75	0.15
B	T3-0	90.00257	6.00	2.10	3.89	90.00315	3.81	0.54
B	T4-0	90.00714	6.00	3.02	3.86	90.00798	3.84	0.78
B	T5-0	90.00545	6.00	3.00	3.85	90.00629	3.85	0.78
B	T0-45	90.00495	6.00	0.98	3.96	90.00522	3.73	0.25
B	T1-45	89.99420	6.00	-0.85	4.03	89.99397	3.66	0.21
B	T2-45	89.99728	6.00	1.16	3.95	89.99761	3.75	0.29
B	T3-45	90.00295	6.00	1.88	3.89	90.00348	3.81	0.48

$\tau_{krit} = 1.9457$

!  
!  
!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
B	T4-45	90.00708	6.00	3.11	3.86	90.00794	3.84	0.80
B	T5-45	90.00574	6.00	3.22	3.85	90.00664	3.85	0.83
B	T0-30	90.00482	6.00	1.53	3.96	90.00525	3.73	0.39
B	T3-60	90.00313	6.00	1.54	3.89	90.00356	3.81	0.40
B	T4-60	90.00692	6.00	3.32	3.86	90.00784	3.84	0.86
B	T5-60	90.00559	6.00	2.23	3.85	90.00621	3.85	0.58

 $\tau_{krit} = 1.9457$ **Poševne dolžine**

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{vl}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
A	B	12.36140	0.30	-0.30	0.27	12.36110	0.00	1.10
A	OR	60.50991	0.30	0.04	0.27	60.50995	0.00	0.14
B	A	12.36123	0.30	-0.13	0.27	12.36110	0.00	0.48
B	OR	59.33935	0.30	-0.20	0.27	59.33915	0.00	0.73
OR	A	60.50962	0.30	0.33	0.27	60.50995	0.00	1.21
OR	B	59.33924	0.30	-0.09	0.27	59.33915	0.00	0.33
B	OR	59.33904	0.30	0.11	0.27	59.33915	0.00	0.41

 $\tau_{krit} = 1.9457$

## C Izravnava geodetske mreže Testnega kalibracijskega polja

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

**Mreža TKB dec 2012 – prosta mreža - notranje vezi**

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEODEZIJO - UL FGG

28-Dec-2015

10:26:55

## Seznam približnih koordinat

Točka	X[m]	Y[m]	Z[m]
S1	18.6220	7.8670	2.0010
S2	18.6240	5.0000	2.0160
S3	5.0000	5.0000	2.0000
S4	5.0180	7.8590	1.9890
101	3.5610	9.4630	2.6290
102	3.5490	9.4670	1.5900
103	5.1190	9.4990	2.0880
104	5.4740	9.5000	0.6590
105	6.3760	9.4970	1.5820
106	6.9960	9.4970	0.6380
107	7.3390	9.4920	2.6530
108	11.5040	9.5800	2.6720
109	11.9020	9.5180	0.6410
110	15.0340	9.5430	0.6430
111	15.4000	9.5380	2.5010
112	16.4390	9.5340	1.6030
113	17.5860	9.5080	2.2280
114	17.9480	9.5070	0.6320
115	19.6080	9.5010	2.6770
116	19.6050	9.4990	1.6630
201	19.4510	7.9560	2.9340
202	19.5490	8.0260	1.6790
203	19.5830	7.1690	1.0880
204	19.9180	6.6580	2.1380
205	19.9180	6.4700	2.7770
206	19.9160	5.3970	2.1410
207	19.9150	4.6680	1.4920
208	19.5420	4.5080	2.9270
209	19.5520	3.9830	0.8810
301	18.3110	3.7260	1.0850
302	17.7250	3.5670	2.0680
303	16.5770	3.5640	2.7860
304	16.4420	3.7240	1.0870
305	13.0720	3.5630	2.9100
306	11.9250	3.7380	0.6710
307	9.9980	3.5710	2.9150
308	6.5110	3.5670	2.0120
309	5.4950	3.7220	0.6710
310	5.3650	3.5680	2.7020
311	4.4460	3.7180	1.0750
401	3.3430	4.1590	1.8560
402	3.2560	4.2970	0.6490
403	3.2600	5.9320	1.2000
404	3.2560	6.2620	2.8290
405	3.4840	7.6690	0.6270
406	3.4890	7.9740	1.5160
407	3.4880	7.9690	2.3030
408	3.4850	7.9780	2.9060
501	6.7230	6.0170	2.9560

*Se nadaljuje*

*... nadaljevanje preglednice*

Točka	X[m]	Y[m]	Z[m]
502	5.6320	4.6210	2.9560
503	5.3850	5.6300	2.9560
504	4.0720	5.8850	2.9520
505	4.4590	7.3390	2.9520
506	5.3750	8.5390	2.9530
507	6.7350	7.7190	2.9580
508	5.6230	7.3910	2.9550
509	18.5380	4.2640	2.9550
510	17.8090	5.3130	2.9580
511	16.5230	5.2450	2.9600
512	16.5920	7.7460	2.9630
513	17.6560	7.9410	2.9660
514	18.1390	7.3890	2.9650
515	19.1080	7.3790	2.9710
601	18.4370	6.5790	1.3580
602	5.2560	6.5750	1.3450

## Seznam merjenih količin

### Smeri

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
S1	S2	243.55230	4.00
S1	S3	321.71864	4.00
S1	S4	333.57129	4.00
S1	101	339.64733	4.00
S1	102	339.66009	4.00
S1	103	340.48879	4.00
S1	104	340.67727	4.00
S1	105	341.18048	4.00
S1	106	341.57877	4.00
S1	107	341.79063	4.00
S1	108	347.12340	4.00
S1	109	347.40067	4.00
S1	110	358.62426	4.00
S1	111	1.01059	4.00
S1	112	10.96238	4.00
S1	113	31.30611	4.00
S1	114	41.23200	4.00
S1	115	94.34716	4.00
S1	116	94.41423	4.00
S1	203	189.66780	4.00
S1	204	196.63591	4.00
S1	205	200.78778	4.00
S1	206	215.97113	4.00
S1	207	221.59491	4.00
S1	208	228.28989	4.00
S1	209	230.15221	4.00
S1	301	247.90524	4.00
S1	302	255.38829	4.00
S1	303	269.02564	4.00

*Se nadaljuje*



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
S1	304	271.36577	4.00
S1	305	295.81583	4.00
S1	306	301.95330	4.00
S1	307	307.12588	4.00
S1	308	314.05253	4.00
S1	309	316.08869	4.00
S1	310	315.63452	4.00
S1	311	317.29005	4.00
S1	401	319.96119	4.00
S1	402	320.51876	4.00
S1	403	326.41708	4.00
S1	404	327.63607	4.00
S1	405	332.84578	4.00
S1	407	333.99137	4.00
S1	408	334.00716	4.00
S1	501	324.76554	4.00
S1	502	319.57683	4.00
S1	503	324.00862	4.00
S1	504	325.85310	4.00
S1	505	331.46030	4.00
S1	506	336.50154	4.00
S1	507	332.87190	4.00
S1	508	331.50508	4.00
S1	509	244.94727	4.00
S1	510	261.26355	4.00
S1	511	282.28975	4.00
S1	512	330.19917	4.00
S1	601	254.45364	4.00
S1	602	328.09012	4.00
S2	S1	151.89078	4.00
S2	S3	61.94652	4.00
S2	S4	73.81272	4.00
S2	101	78.44479	4.00
S2	102	78.44805	4.00
S2	103	80.36475	4.00
S2	104	80.83098	4.00
S2	105	82.10130	4.00
S2	106	83.08185	4.00
S2	107	83.64172	4.00
S2	108	94.68150	4.00
S2	109	95.84746	4.00
S2	110	113.62101	4.00
S2	111	116.55607	4.00
S2	112	126.21234	4.00
S2	113	138.96115	4.00
S2	114	143.39566	4.00
S2	115	164.05789	4.00
S2	116	164.08243	4.00
S2	201	167.56266	4.00
S2	202	169.77544	4.00
S2	203	175.77366	4.00
S2	204	189.90433	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
S2	205	193.28982	4.00
S2	206	224.93494	4.00
S2	207	256.38673	4.00
S2	209	289.65691	4.00
S2	301	345.81904	4.00
S2	302	4.09573	4.00
S2	303	26.92432	4.00
S2	304	31.65736	4.00
S2	307	52.54255	4.00
S2	401	58.79382	4.00
S2	402	59.32207	4.00
S2	403	65.41026	4.00
S2	404	66.63661	4.00
S2	405	71.93578	4.00
S2	406	73.06128	4.00
S2	407	73.04362	4.00
S2	408	73.05976	4.00
S2	501	66.82768	4.00
S2	502	60.27526	4.00
S2	503	64.66336	4.00
S2	504	65.43207	4.00
S2	505	71.31499	4.00
S2	506	76.89387	4.00
S2	507	74.80483	4.00
S2	508	72.36280	4.00
S2	511	68.60386	4.00
S2	512	115.45251	4.00
S2	513	133.72401	4.00
S2	514	140.46025	4.00
S2	515	163.42329	4.00
S2	601	142.84209	4.00
S2	602	68.67048	4.00
S3	S1	216.03281	4.00
S3	S2	227.92164	4.00
S3	S4	138.27288	4.00
S3	101	120.05235	4.00
S3	102	119.93100	4.00
S3	103	139.42883	4.00
S3	104	143.93954	4.00
S3	105	154.93353	4.00
S3	106	161.85261	4.00
S3	107	165.42326	4.00
S3	108	192.76131	4.00
S3	109	194.71728	4.00
S3	110	203.56852	4.00
S3	111	204.35204	4.00
S3	112	206.30201	4.00
S3	113	208.21759	4.00
S3	114	208.72974	4.00
S3	115	210.79722	4.00
S3	116	210.80364	4.00
S3	201	216.36639	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
S3	203	219.46205	4.00
S3	204	221.57880	4.00
S3	205	222.29439	4.00
S3	206	226.40387	4.00
S3	207	229.19668	4.00
S3	208	229.85806	4.00
S3	209	231.92655	4.00
S3	305	238.00332	4.00
S3	306	238.23754	4.00
S3	308	271.40978	4.00
S3	309	296.73983	4.00
S3	310	303.61664	4.00
S3	311	341.26763	4.00
S3	401	21.01606	4.00
S3	402	25.93230	4.00
S3	403	76.07919	4.00
S3	404	83.82855	4.00
S3	405	108.32313	4.00
S3	406	110.98843	4.00
S3	407	110.93283	4.00
S3	408	110.96606	4.00
S3	501	197.35449	4.00
S3	504	91.61691	4.00
S3	505	124.90251	4.00
S3	506	143.96524	4.00
S3	507	170.45012	4.00
S3	508	152.51055	4.00
S3	509	231.02868	4.00
S3	510	226.50882	4.00
S3	511	226.69767	4.00
S3	512	214.58689	4.00
S3	513	214.82796	4.00
S3	514	217.60554	4.00
S3	515	218.34533	4.00
S3	601	221.22162	4.00
S3	602	147.14961	4.00
S4	S1	309.05253	4.00
S4	S2	320.95517	4.00
S4	S3	39.44196	4.00
S4	101	176.83712	4.00
S4	102	176.68485	4.00
S4	103	222.61512	4.00
S4	104	234.65897	4.00
S4	105	258.77099	4.00
S4	106	269.48030	4.00
S4	107	273.97760	4.00
S4	108	294.22989	4.00
S4	109	295.54563	4.00
S4	110	299.55125	4.00
S4	111	299.90729	4.00
S4	112	300.74808	4.00
S4	113	301.61828	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
S4	114	301.82601	4.00
S4	115	302.68310	4.00
S4	116	302.68892	4.00
S4	201	308.71064	4.00
S4	203	311.80298	4.00
S4	204	313.69683	4.00
S4	205	314.41601	4.00
S4	206	318.47786	4.00
S4	208	322.07931	4.00
S4	209	324.02744	4.00
S4	301	326.35265	4.00
S4	302	327.74372	4.00
S4	303	329.46588	4.00
S4	304	328.98231	4.00
S4	305	337.15422	4.00
S4	306	339.90129	4.00
S4	307	349.81644	4.00
S4	308	19.90263	4.00
S4	309	32.50824	4.00
S4	310	34.45511	4.00
S4	311	46.93047	4.00
S4	401	63.43640	4.00
S4	402	65.37086	4.00
S4	403	81.40365	4.00
S4	404	86.84171	4.00
S4	405	121.94190	4.00
S4	406	133.39274	4.00
S4	407	133.21682	4.00
S4	408	133.38206	4.00
S4	501	356.29953	4.00
S4	502	28.37966	4.00
S4	503	29.79810	4.00
S4	504	64.71267	4.00
S4	507	313.87847	4.00
S4	509	323.97504	4.00
S4	510	320.33369	4.00
S4	512	309.64221	4.00
S4	513	308.70728	4.00
S4	514	311.13000	4.00
S4	515	311.03649	4.00
S4	601	314.59625	4.00
S4	602	28.53338	4.00

### Zenitne razdalje

Od	Do	z [°]	$\sigma_z$ ["]
S1	S2	89.72439	4.00
S1	S3	90.00186	4.00
S1	S4	90.05100	4.00
S1	101	87.62483	4.00
S1	102	91.55115	4.00
S1	103	89.63250	4.00
S1	104	95.78367	4.00
S1	105	91.94037	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
S1	106	96.62335	4.00
S1	107	86.72771	4.00
S1	108	84.76279	4.00
S1	109	101.12009	4.00
S1	110	108.93462	4.00
S1	111	82.14548	4.00
S1	112	98.24560	4.00
S1	113	83.30892	4.00
S1	114	127.67766	4.00
S1	115	70.37968	4.00
S1	116	100.08039	4.00
S1	203	127.52872	4.00
S1	204	85.56099	4.00
S1	205	67.85670	4.00
S1	206	87.14781	4.00
S1	207	98.39133	4.00
S1	208	75.11231	4.00
S1	209	105.64920	4.00
S1	301	102.43752	4.00
S1	302	89.13195	4.00
S1	303	80.63784	4.00
S1	304	101.04939	4.00
S1	305	82.62576	4.00
S1	306	99.59457	4.00
S1	307	84.58000	4.00
S1	308	89.95014	4.00
S1	309	95.51117	4.00
S1	310	87.12351	4.00
S1	311	93.58643	4.00
S1	401	90.52844	4.00
S1	402	94.89711	4.00
S1	403	92.95988	4.00
S1	404	86.93444	4.00
S1	405	95.18153	4.00
S1	407	88.85462	4.00
S1	408	86.58228	4.00
S1	501	85.46357	4.00
S1	502	85.92837	4.00
S1	503	85.94103	4.00
S1	504	86.29360	4.00
S1	505	86.15952	4.00
S1	506	85.89326	4.00
S1	507	85.40564	4.00
S1	508	85.80422	4.00
S1	509	75.17225	4.00
S1	510	70.34910	4.00
S1	511	74.07426	4.00
S1	512	64.69818	4.00
S1	601	115.82300	4.00
S1	602	92.79893	4.00
S2	S1	90.26628	4.00
S2	S3	90.05900	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
S2	S4	90.10726	4.00
S2	101	87.75984	4.00
S2	102	91.54491	4.00
S2	103	89.70372	4.00
S2	104	95.56996	4.00
S2	105	91.89573	4.00
S2	106	96.30060	4.00
S2	107	86.99181	4.00
S2	108	85.55901	4.00
S2	109	99.62476	4.00
S2	110	103.32801	4.00
S2	111	85.00118	4.00
S2	112	94.67391	4.00
S2	113	87.35118	4.00
S2	114	106.86960	4.00
S2	115	81.81552	4.00
S2	116	94.35393	4.00
S2	201	73.29936	4.00
S2	202	96.12182	4.00
S2	203	111.34239	4.00
S2	204	86.62155	4.00
S2	205	68.71651	4.00
S2	206	84.69016	4.00
S2	207	111.41795	4.00
S2	209	129.43506	4.00
S2	301	125.33928	4.00
S2	302	88.20684	4.00
S2	303	72.84602	4.00
S2	304	110.14942	4.00
S2	307	84.11955	4.00
S2	401	90.59217	4.00
S2	402	95.07010	4.00
S2	403	93.02703	4.00
S2	404	86.97771	4.00
S2	405	95.15268	4.00
S2	406	91.85148	4.00
S2	407	88.92621	4.00
S2	408	86.69711	4.00
S2	501	85.49385	4.00
S2	502	85.86614	4.00
S2	503	85.94642	4.00
S2	504	86.32129	4.00
S2	505	86.26297	4.00
S2	506	86.08383	4.00
S2	507	85.58339	4.00
S2	508	85.93112	4.00
S2	511	65.94397	4.00
S2	512	74.50297	4.00
S2	513	72.96653	4.00
S2	514	68.73451	4.00
S2	515	68.52053	4.00
S2	601	112.31850	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
S2	602	92.84992	4.00
S3	S1	89.99494	4.00
S3	S2	89.93826	4.00
S3	S4	90.22786	4.00
S3	101	82.35828	4.00
S3	102	94.98441	4.00
S3	103	88.87800	4.00
S3	104	106.51007	4.00
S3	105	95.07462	4.00
S3	106	105.47748	4.00
S3	107	82.65400	4.00
S3	108	85.17028	4.00
S3	109	99.35568	4.00
S3	110	97.02437	4.00
S3	111	87.47151	4.00
S3	112	91.84844	4.00
S3	113	89.02141	4.00
S3	114	95.69646	4.00
S3	115	87.46587	4.00
S3	116	91.25890	4.00
S3	201	86.37408	4.00
S3	203	93.53918	4.00
S3	204	89.47093	4.00
S3	205	87.03369	4.00
S3	206	89.46261	4.00
S3	207	91.95158	4.00
S3	208	86.35497	4.00
S3	209	94.38548	4.00
S3	305	83.66955	4.00
S3	306	100.69294	4.00
S3	308	89.66797	4.00
S3	309	134.13569	4.00
S3	310	64.61157	4.00
S3	311	123.53173	4.00
S3	401	94.43158	4.00
S3	402	125.70568	4.00
S3	403	112.07214	4.00
S3	404	68.94003	4.00
S3	405	114.09441	4.00
S3	406	98.25863	4.00
S3	407	84.79955	4.00
S3	408	74.83165	4.00
S3	501	64.45320	4.00
S3	504	53.44900	4.00
S3	505	68.35401	4.00
S3	506	75.00249	4.00
S3	507	73.46392	4.00
S3	508	68.86818	4.00
S3	509	85.97103	4.00
S3	510	85.72660	4.00
S3	511	85.24235	4.00
S3	512	85.38372	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
S3	513	85.75823	4.00
S3	514	85.87167	4.00
S3	515	86.12274	4.00
S3	601	92.71446	4.00
S3	602	112.31403	4.00
S4	S1	89.94696	4.00
S4	S2	89.89108	4.00
S4	S3	89.76560	4.00
S4	101	73.51859	4.00
S4	102	100.36473	4.00
S4	103	86.52705	4.00
S4	104	127.99028	4.00
S4	105	100.80587	4.00
S4	106	117.74716	4.00
S4	107	76.82191	4.00
S4	108	84.18211	4.00
S4	109	100.77325	4.00
S4	110	97.54563	4.00
S4	111	87.21006	4.00
S4	112	91.91221	4.00
S4	113	88.91654	4.00
S4	114	95.93937	4.00
S4	115	87.31775	4.00
S4	116	91.26594	4.00
S4	201	86.24923	4.00
S4	203	93.53343	4.00
S4	204	89.42542	4.00
S4	205	86.98536	4.00
S4	206	89.42499	4.00
S4	208	86.39710	4.00
S4	209	94.20924	4.00
S4	301	93.71252	4.00
S4	302	89.66311	4.00
S4	303	86.29990	4.00
S4	304	94.24530	4.00
S4	305	84.23744	4.00
S4	306	99.30314	4.00
S4	307	81.97387	4.00
S4	308	89.70386	4.00
S4	309	107.53997	4.00
S4	310	80.60024	4.00
S4	311	102.32385	4.00
S4	401	91.86926	4.00
S4	402	108.62085	4.00
S4	403	106.81203	4.00
S4	404	70.54002	4.00
S4	405	131.37246	4.00
S4	406	107.14010	4.00
S4	407	78.39792	4.00
S4	408	59.15622	4.00
S4	501	68.91756	4.00
S4	502	73.66516	4.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
S4	503	66.86390	4.00
S4	504	66.22155	4.00
S4	507	60.64338	4.00
S4	509	86.04727	4.00
S4	510	85.75112	4.00
S4	512	85.19334	4.00
S4	513	85.58841	4.00
S4	514	85.75184	4.00
S4	515	86.01935	4.00
S4	601	92.67477	4.00
S4	602	116.28671	4.00

### Poševne dolžine

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
S1	S2	2.8681	0.20
S1	S3	13.9204	0.20
S1	S4	13.6048	0.20
S2	S1	2.8681	0.20
S2	S3	13.6250	0.20
S2	S4	13.9047	0.20
S2	202	3.1630	0.20
S3	S1	13.9205	0.20
S3	S2	13.6251	0.20
S3	S4	2.8598	0.20
S4	S1	13.6048	0.20
S4	S2	13.9046	0.20
S4	S3	2.8598	0.20

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:  $\sigma_{0s}=4.00$  ["]  
 natančnost zenitnih razdalj:  $\sigma_{0z}=4.00$  ["]  
 natančnost poševnih dolžin:  $\sigma_{0l}=0.20$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: prosta mreža - notranje vezi.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0z}$  in  $\sigma_{0l}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta X$ [m]	$\Delta Y$ [m]	$\Delta Z$ [m]
S1	0.0007	0.0025	0.0000
S2	0.0020	0.0016	-0.0015
S3	0.0010	0.0001	0.0002
S4	0.0002	0.0006	-0.0004
101	0.0011	-0.0007	0.0003
102	0.0012	-0.0002	0.0005
103	0.0001	-0.0006	0.0003
104	0.0010	-0.0007	0.0002
105	0.0004	-0.0002	0.0006
106	0.0002	-0.0004	-0.0000
107	-0.0002	-0.0006	-0.0001
108	-0.0014	0.0004	0.0002
109	0.0015	0.0005	0.0001
110	0.0016	0.0002	0.0001
111	0.0025	0.0006	0.0004
112	0.0016	0.0009	0.0002
113	0.0005	0.0003	0.0005
114	0.0001	0.0009	0.0007
115	-0.0179	-0.0044	-0.0012
116	-0.0130	-0.0037	0.0015
201	0.0006	-0.0003	0.0008
202	0.0402	-0.0302	-0.0018
203	0.0004	0.0010	0.0002
204	0.0012	0.0014	0.0007
205	0.0008	0.0010	-0.0001
206	0.0016	-0.0002	-0.0009
207	0.0017	0.0013	-0.0002
208	0.0012	0.0016	0.0002
209	0.0010	-0.0004	0.0005
301	0.0009	0.0033	0.0003
302	0.0013	0.0029	-0.0005
303	0.0011	0.0023	0.0005
304	0.0004	0.0020	-0.0004

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta X[m]$	$\Delta Y[m]$	$\Delta Z[m]$
305	0.0012	0.0025	-0.0002
306	0.0009	0.0022	0.0001
307	0.0004	0.0012	0.0003
308	0.0012	-0.0001	0.0002
309	0.0003	0.0027	0.0020
310	0.0012	0.0003	-0.0006
311	0.0021	0.0009	0.0005
401	0.0009	0.0000	0.0001
402	0.0028	-0.0006	0.0007
403	0.0022	-0.0014	0.0005
404	0.0028	-0.0006	-0.0006
405	0.0017	-0.0017	0.0013
406	0.0006	0.0005	-0.0001
407	0.0003	0.0009	0.0006
408	0.0032	-0.0037	-0.0012
501	0.0004	0.0006	0.0004
502	-0.0013	0.0008	-0.0016
503	-0.0019	-0.0005	-0.0018
504	0.0003	0.0023	0.0003
505	0.0013	-0.0013	0.0004
506	0.0003	-0.0007	0.0004
507	-0.0021	-0.0030	-0.0015
508	0.0002	0.0003	0.0002
509	0.0006	0.0023	0.0002
510	0.0014	0.0040	-0.0005
511	0.0002	0.0019	-0.0004
512	0.0016	0.0025	-0.0010
513	0.0010	0.0036	-0.0022
514	0.0010	0.0036	-0.0009
515	0.0010	0.0022	-0.0010
601	-0.0622	-0.0074	0.0042
602	0.0012	0.0024	-0.0006

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta_{ori} ["]$
S1	101.02
S2	-133.83
S3	-23.19
S4	-18.31

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.085532

## Popravki neznank v 2. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta X[m]$	$\Delta Y[m]$	$\Delta Z[m]$
S1	0.0001	-0.0000	-0.0000
S2	-0.0001	-0.0000	0.0000
S3	0.0000	0.0000	0.0000
S4	0.0000	0.0000	0.0000

Se nadaljuje

*... nadaljevanje preglednice*

Točka	$\Delta X[m]$	$\Delta Y[m]$	$\Delta Z[m]$
101	0.0000	0.0000	0.0000
102	0.0000	0.0000	0.0000
103	0.0000	0.0000	0.0000
104	0.0000	0.0000	0.0000
105	0.0000	0.0000	0.0000
106	0.0000	0.0000	0.0000
107	0.0000	0.0000	0.0000
108	-0.0000	-0.0000	0.0000
109	-0.0000	-0.0000	0.0000
110	-0.0000	0.0000	-0.0000
111	-0.0001	0.0000	0.0000
112	-0.0001	0.0001	-0.0000
113	-0.0000	0.0002	0.0000
114	0.0001	0.0000	-0.0000
115	0.0001	-0.0002	-0.0001
116	0.0000	-0.0003	0.0000
201	-0.0001	-0.0000	0.0000
202	-0.0005	-0.0003	0.0001
203	-0.0000	0.0000	0.0001
204	-0.0000	0.0001	0.0000
205	0.0000	0.0000	0.0000
206	0.0001	0.0000	0.0000
207	0.0001	-0.0001	-0.0000
208	0.0001	-0.0000	-0.0000
209	0.0000	-0.0002	-0.0001
301	-0.0001	0.0000	0.0001
302	0.0001	0.0003	0.0000
303	0.0001	0.0001	-0.0000
304	0.0001	0.0001	0.0001
305	0.0001	-0.0000	0.0000
306	0.0001	-0.0000	-0.0000
307	0.0000	-0.0000	0.0000
308	0.0000	-0.0000	0.0000
309	0.0000	-0.0000	-0.0000
310	0.0000	-0.0000	0.0000
311	0.0000	-0.0000	-0.0000
401	0.0000	0.0000	0.0000
402	0.0000	0.0000	0.0000
403	0.0000	0.0000	0.0000
404	0.0000	0.0000	0.0000
405	0.0000	0.0000	0.0000
406	0.0000	0.0000	0.0000
407	0.0000	0.0000	0.0000
408	0.0000	0.0000	0.0000
501	0.0000	0.0000	0.0000
502	0.0000	-0.0000	0.0000
503	0.0000	-0.0000	0.0000
504	0.0000	0.0000	0.0000
505	0.0000	0.0000	0.0000
506	0.0000	0.0000	0.0000
507	0.0000	0.0000	0.0000
508	0.0000	0.0000	0.0000

*Se nadaljuje*



... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta X[m]$	$\Delta Y[m]$	$\Delta Z[m]$
509	0.0001	-0.0000	-0.0000
510	0.0001	-0.0000	-0.0000
511	0.0001	-0.0001	-0.0000
512	-0.0001	-0.0000	0.0001
513	-0.0001	-0.0000	0.0000
514	-0.0001	-0.0000	0.0000
515	-0.0001	-0.0000	0.0000
601	-0.0005	0.0003	-0.0005
602	0.0000	0.0000	0.0000

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta_{ori} ["]$
S1	3.36
S2	0.86
S3	0.11
S4	-0.08

Po 2. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.001243

Popravki po 3. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.  
Norma vektorja popravkov je 0.000000

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: prosta mreža - notranje vezi.

Število iteracij: 3.

Norma vektorja popravkov 0.000000

Število meritev:	227 smeri
	227 zenitnih razdalj
	13 poševnih dolžin
	<hr/>
	467

Število neznank:	195 koordinat
	4 orientacijskih
	<hr/>
	199

Nadštevilnost:	467 meritev
	-199 neznank
	+4 defekt datuma
	<hr/>
	272

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 1.48e-09$

Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 1.39e-09$

Globani test modela: 0.97

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	X[m]	Y[m]	Z[m]	$\sigma_X$ [mm]	$\sigma_Y$ [mm]	$\sigma_Z$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
S1	18.6228	7.8694	2.0010	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02
S2	18.6259	5.0016	2.0146	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02
S3	5.0010	5.0001	2.0002	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.02
S4	5.0182	7.8596	1.9886	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02
101	3.5621	9.4623	2.6293	0.12	0.15	0.06	0.19	0.05	0.04
102	3.5502	9.4668	1.5905	0.13	0.15	0.05	0.19	0.05	0.04
103	5.1191	9.4984	2.0883	0.05	0.18	0.03	0.19	0.05	0.03
104	5.4750	9.4993	0.6592	0.05	0.12	0.09	0.15	0.05	0.04
105	6.3764	9.4968	1.5826	0.10	0.12	0.05	0.15	0.05	0.04
106	6.9962	9.4966	0.6380	0.10	0.10	0.07	0.14	0.05	0.05
107	7.3388	9.4914	2.6529	0.12	0.10	0.05	0.15	0.05	0.05
108	11.5025	9.5804	2.6722	0.17	0.08	0.07	0.17	0.08	0.07
109	11.9035	9.5185	0.6411	0.16	0.08	0.07	0.16	0.08	0.07
110	15.0356	9.5432	0.6430	0.14	0.09	0.07	0.15	0.07	0.06
111	15.4024	9.5387	2.5014	0.14	0.09	0.06	0.16	0.06	0.05
112	16.4406	9.5349	1.6032	0.12	0.10	0.05	0.15	0.06	0.05
113	17.5864	9.5085	2.2285	0.09	0.13	0.04	0.15	0.05	0.04
114	17.9482	9.5079	0.6326	0.06	0.12	0.09	0.14	0.05	0.04
115	19.5902	9.4964	2.6758	0.10	0.16	0.07	0.19	0.05	0.04
116	19.5920	9.4950	1.6646	0.11	0.17	0.05	0.20	0.05	0.04
201	19.4515	7.9557	2.9349	0.09	0.19	0.08	0.21	0.07	0.06
202	19.5887	7.9956	1.6773	0.09	0.18	0.06	0.19	0.07	0.06
203	19.5834	7.1700	1.0883	0.06	0.04	0.04	0.06	0.04	0.03
204	19.9192	6.6595	2.1387	0.06	0.05	0.03	0.06	0.05	0.03
205	19.9188	6.4710	2.7769	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05	0.03
206	19.9176	5.3968	2.1401	0.07	0.05	0.03	0.07	0.05	0.03
207	19.9168	4.6692	1.4917	0.09	0.06	0.04	0.10	0.05	0.03
208	19.5433	4.5096	2.9272	0.10	0.20	0.08	0.21	0.08	0.07
209	19.5531	3.9824	0.8814	0.08	0.10	0.08	0.14	0.05	0.04
301	18.3118	3.7293	1.0854	0.05	0.14	0.09	0.16	0.05	0.04
302	17.7264	3.5701	2.0675	0.10	0.16	0.03	0.18	0.05	0.03
303	16.5783	3.5664	2.7864	0.12	0.11	0.06	0.16	0.05	0.05
304	16.4425	3.7261	1.0867	0.12	0.10	0.06	0.15	0.05	0.05
305	13.0733	3.5655	2.9098	0.18	0.10	0.09	0.18	0.10	0.09
306	11.9260	3.7402	0.6711	0.19	0.09	0.09	0.19	0.09	0.08
307	9.9984	3.5722	2.9153	0.17	0.11	0.09	0.17	0.10	0.09
308	6.5122	3.5669	2.0122	0.11	0.12	0.04	0.16	0.05	0.04
309	5.4954	3.7247	0.6730	0.06	0.11	0.10	0.15	0.04	0.04
310	5.3662	3.5683	2.7014	0.06	0.17	0.08	0.19	0.05	0.04
311	4.4481	3.7189	1.0755	0.07	0.15	0.09	0.18	0.05	0.04
401	3.3439	4.1590	1.8561	0.12	0.09	0.04	0.14	0.05	0.03
402	3.2588	4.2964	0.6497	0.10	0.08	0.08	0.14	0.05	0.04
403	3.2622	5.9306	1.2005	0.07	0.05	0.04	0.08	0.05	0.04
404	3.2588	6.2614	2.8285	0.07	0.04	0.04	0.07	0.04	0.04
405	3.4857	7.6673	0.6283	0.08	0.04	0.06	0.09	0.04	0.04
406	3.4896	7.9745	1.5159	0.09	0.05	0.04	0.09	0.04	0.03
407	3.4883	7.9699	2.3036	0.09	0.05	0.03	0.09	0.04	0.03
408	3.4882	7.9744	2.9048	0.08	0.05	0.05	0.10	0.04	0.04
501	6.7234	6.0176	2.9564	0.06	0.04	0.04	0.07	0.04	0.04
502	5.6307	4.6218	2.9544	0.08	0.17	0.08	0.17	0.07	0.06
503	5.3831	5.6295	2.9542	0.06	0.16	0.08	0.18	0.05	0.05
504	4.0723	5.8873	2.9523	0.05	0.04	0.04	0.06	0.04	0.03
505	4.4603	7.3377	2.9524	0.07	0.18	0.09	0.20	0.06	0.05
506	5.3753	8.5383	2.9534	0.08	0.17	0.08	0.18	0.07	0.07
507	6.7329	7.7160	2.9565	0.08	0.04	0.05	0.08	0.04	0.04
508	5.6232	7.3913	2.9552	0.07	0.16	0.08	0.18	0.06	0.05

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	X[m]	Y[m]	Z[m]	$\sigma_X$ [mm]	$\sigma_Y$ [mm]	$\sigma_Z$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
509	18.5388	4.2663	2.9551	0.08	0.18	0.08	0.18	0.08	0.07
510	17.8105	5.3169	2.9575	0.08	0.16	0.08	0.17	0.06	0.05
511	16.5233	5.2469	2.9596	0.09	0.05	0.05	0.09	0.05	0.04
512	16.5936	7.7484	2.9620	0.09	0.05	0.05	0.09	0.05	0.04
513	17.6569	7.9446	2.9638	0.09	0.16	0.08	0.17	0.07	0.06
514	18.1399	7.3926	2.9642	0.07	0.16	0.08	0.18	0.06	0.05
515	19.1089	7.3812	2.9700	0.07	0.18	0.09	0.20	0.06	0.05
601	18.3743	6.5719	1.3617	0.04	0.06	0.03	0.06	0.04	0.03
602	5.2572	6.5774	1.3444	0.04	0.05	0.03	0.05	0.04	0.03

## Orientacijske smeri

Točka	$\alpha$ [°]	$\sigma_\alpha$ ["]
S1	-63.61098	0.91
S2	208.05058	0.95
S3	222.07414	0.90
S4	140.90783	0.82

## Izravnane meritve

### Smeri

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9584$
Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
S1	S2	243.55230	4.00	-13.04	3.52	243.54868	1.64	3.71	!
S1	S3	321.71864	4.00	-9.25	3.78	321.71607	0.89	2.45	*
S1	S4	333.57129	4.00	-6.10	3.79	333.56960	0.84	1.61	
S1	101	339.64733	4.00	3.67	3.35	339.64834	1.95	1.09	
S1	102	339.66009	4.00	2.22	3.32	339.66071	2.01	0.67	
S1	103	340.48879	4.00	3.03	2.62	340.48964	2.86	1.15	
S1	104	340.67727	4.00	2.13	3.33	340.67786	2.00	0.64	
S1	105	341.18048	4.00	0.69	3.19	341.18067	2.21	0.22	
S1	106	341.57877	4.00	-2.38	3.35	341.57811	1.95	0.71	
S1	107	341.79063	4.00	0.78	3.27	341.79085	2.10	0.24	
S1	108	347.12340	4.00	-1.96	2.91	347.12286	2.56	0.67	
S1	109	347.40067	4.00	-1.10	2.91	347.40037	2.57	0.38	
S1	110	358.62426	4.00	-0.88	2.19	358.62402	3.20	0.40	
S1	111	1.01059	4.00	-0.68	2.05	1.01041	3.29	0.33	
S1	112	10.96238	4.00	-0.50	1.64	10.96224	3.52	0.30	
S1	113	31.30611	4.00	-0.86	1.29	31.30587	3.66	0.67	
S1	114	41.23200	4.00	-0.44	1.27	41.23188	3.67	0.34	
S1	115	94.34716	4.00	0.23	1.24	94.34723	3.68	0.19	
S1	116	94.41423	4.00	-0.69	1.22	94.41404	3.69	0.57	
S1	203	189.66780	4.00	-0.30	0.70	189.66772	3.82	0.43	
S1	204	196.63591	4.00	0.07	0.50	196.63594	3.85	0.15	
S1	205	200.78778	4.00	2.16	1.00	200.78838	3.75	2.15	*
S1	206	215.97113	4.00	0.39	0.46	215.97123	3.85	0.84	
S1	207	221.59491	4.00	2.23	1.26	221.59553	3.67	1.78	
S1	208	228.28989	4.00	-0.04	0.14	228.28988	3.88	0.32	
S1	209	230.15221	4.00	-0.48	2.72	230.15208	2.77	0.18	
S1	301	247.90524	4.00	6.06	3.39	247.90692	1.88	1.78	
S1	302	255.38829	4.00	1.12	2.46	255.38860	3.00	0.46	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9584$
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
S1	303	269.02564	4.00	-0.67	2.13	269.02546	3.25	0.32	
S1	304	271.36577	4.00	-2.05	2.04	271.36520	3.30	1.01	
S1	305	295.81583	4.00	-0.31	0.98	295.81574	3.76	0.31	
S1	306	301.95330	4.00	-0.34	1.52	301.95321	3.57	0.22	
S1	307	307.12588	4.00	-0.41	2.59	307.12577	2.89	0.16	
S1	308	314.05253	4.00	-0.46	2.98	314.05240	2.49	0.15	
S1	309	316.08869	4.00	-0.06	3.38	316.08867	1.91	0.02	
S1	310	315.63452	4.00	3.02	2.83	315.63535	2.66	1.07	
S1	311	317.29005	4.00	1.22	3.39	317.29039	1.89	0.36	
S1	401	319.96119	4.00	0.65	3.71	319.96137	1.15	0.17	
S1	402	320.51876	4.00	1.76	3.73	320.51924	1.06	0.47	
S1	403	326.41708	4.00	0.35	3.77	326.41718	0.90	0.09	
S1	404	327.63607	4.00	0.46	3.78	327.63620	0.90	0.12	
S1	405	332.84578	4.00	1.29	3.78	332.84614	0.89	0.34	
S1	407	333.99137	4.00	0.27	3.77	333.99144	0.94	0.07	
S1	408	334.00716	4.00	3.90	3.77	334.00824	0.94	1.04	
S1	501	324.76554	4.00	-0.69	3.75	324.76535	0.99	0.18	
S1	502	319.57683	4.00	-0.68	2.82	319.57664	2.66	0.24	
S1	503	324.00862	4.00	-0.54	2.89	324.00847	2.59	0.19	
S1	504	325.85310	4.00	2.31	3.78	325.85374	0.90	0.61	
S1	505	331.46030	4.00	2.41	2.79	331.46097	2.70	0.86	
S1	506	336.50154	4.00	-0.19	2.73	336.50149	2.76	0.07	
S1	507	332.87190	4.00	-0.39	3.76	332.87179	0.97	0.10	
S1	508	331.50508	4.00	-1.87	2.91	331.50456	2.57	0.65	
S1	509	244.94727	4.00	-0.02	0.15	244.94726	3.88	0.15	
S1	510	261.26355	4.00	0.11	0.20	261.26358	3.88	0.53	
S1	511	282.28975	4.00	0.71	1.10	282.28995	3.72	0.64	
S1	512	330.19917	4.00	1.33	0.95	330.19954	3.76	1.40	
S1	601	254.45364	4.00	5.47	1.95	254.45516	3.36	2.80	*
S1	602	328.09012	4.00	-2.68	3.74	328.08938	1.04	0.72	
S2	S1	151.89078	4.00	-13.15	3.55	151.88712	1.56	3.70	!
S2	S3	61.94652	4.00	-11.32	3.76	61.94337	0.97	3.01	!
S2	S4	73.81272	4.00	-6.70	3.79	73.81085	0.84	1.77	
S2	101	78.44479	4.00	-0.56	3.53	78.44464	1.62	0.16	
S2	102	78.44805	4.00	0.49	3.51	78.44818	1.66	0.14	
S2	103	80.36475	4.00	-3.50	2.83	80.36377	2.66	1.24	
S2	104	80.83098	4.00	-0.70	3.37	80.83078	1.92	0.21	
S2	105	82.10130	4.00	0.40	3.15	82.10141	2.27	0.13	
S2	106	83.08185	4.00	-0.55	3.30	83.08169	2.05	0.17	
S2	107	83.64172	4.00	-1.16	3.17	83.64140	2.24	0.37	
S2	108	94.68150	4.00	1.68	2.57	94.68196	2.91	0.65	
S2	109	95.84746	4.00	0.26	2.63	95.84753	2.85	0.10	
S2	110	113.62101	4.00	1.17	2.51	113.62133	2.96	0.47	
S2	111	116.55607	4.00	1.05	2.35	116.55636	3.09	0.45	
S2	112	126.21234	4.00	0.49	2.46	126.21247	3.00	0.20	
S2	113	138.96115	4.00	1.96	2.91	138.96169	2.56	0.67	
S2	114	143.39566	4.00	1.67	3.34	143.39613	1.98	0.50	
S2	115	164.05789	4.00	-0.80	2.65	164.05767	2.83	0.30	
S2	116	164.08243	4.00	1.15	2.46	164.08275	3.00	0.47	
S2	201	167.56266	4.00	-0.00	0.13	167.56265	3.88	0.03	
S2	202	169.77544	4.00	0.00	0.00	169.77544	3.88	0.00	
S2	203	175.77366	4.00	-1.02	1.95	175.77337	3.36	0.53	
S2	204	189.90433	4.00	0.08	0.56	189.90435	3.84	0.14	
S2	205	193.28982	4.00	2.20	1.05	193.29043	3.74	2.09	*

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
S2	206	224.93494	4.00	0.45	0.41	224.93507	3.86	1.11
S2	207	256.38673	4.00	-0.26	0.40	256.38666	3.86	0.64
S2	209	289.65691	4.00	-0.09	0.91	289.65689	3.77	0.10
S2	301	345.81904	4.00	-1.87	1.04	345.81852	3.74	1.79
S2	302	4.09573	4.00	-0.43	0.96	4.09561	3.76	0.45
S2	303	26.92432	4.00	0.42	1.24	26.92444	3.68	0.34
S2	304	31.65736	4.00	1.26	1.23	31.65771	3.68	1.02
S2	307	52.54255	4.00	0.42	2.79	52.54267	2.70	0.15
S2	401	58.79382	4.00	0.20	3.62	58.79387	1.41	0.06
S2	402	59.32207	4.00	0.61	3.67	59.32224	1.26	0.17
S2	403	65.41026	4.00	-1.09	3.76	65.40995	0.96	0.29
S2	404	66.63661	4.00	-1.04	3.76	66.63632	0.95	0.28
S2	405	71.93578	4.00	-1.77	3.78	71.93529	0.89	0.47
S2	406	73.06128	4.00	1.29	3.77	73.06163	0.90	0.34
S2	407	73.04362	4.00	0.85	3.78	73.04386	0.90	0.23
S2	408	73.05976	4.00	0.79	3.78	73.05998	0.90	0.21
S2	501	66.82768	4.00	3.15	3.74	66.82855	1.03	0.84
S2	502	60.27526	4.00	1.84	2.78	60.27577	2.71	0.66
S2	503	64.66336	4.00	3.12	2.91	64.66423	2.57	1.07
S2	504	65.43207	4.00	0.65	3.76	65.43225	0.95	0.17
S2	505	71.31499	4.00	-2.65	2.95	71.31426	2.52	0.90
S2	506	76.89387	4.00	0.50	2.84	76.89400	2.65	0.18
S2	507	74.80483	4.00	5.34	3.74	74.80631	1.03	1.43
S2	508	72.36280	4.00	2.15	2.85	72.36340	2.63	0.75
S2	511	68.60386	4.00	1.12	0.67	68.60417	3.82	1.68
S2	512	115.45251	4.00	-0.28	1.31	115.45243	3.65	0.21
S2	513	133.72401	4.00	-0.08	0.22	133.72398	3.87	0.35
S2	514	140.46025	4.00	0.10	0.15	140.46028	3.88	0.65
S2	515	163.42329	4.00	-0.07	0.10	163.42327	3.88	0.72
S2	601	142.84209	4.00	6.66	2.36	142.84394	3.08	2.83
S2	602	68.67048	4.00	5.54	3.73	68.67201	1.07	1.48
S3	S1	216.03281	4.00	-6.69	3.77	216.03095	0.92	1.78
S3	S2	227.92164	4.00	-6.59	3.75	227.91981	1.01	1.76
S3	S4	138.27288	4.00	-10.30	3.59	138.27002	1.47	2.87
S3	101	120.05235	4.00	3.00	2.11	120.05318	3.26	1.42
S3	102	119.93100	4.00	1.92	1.93	119.93153	3.37	1.00
S3	103	139.42883	4.00	1.89	3.50	139.42935	1.67	0.54
S3	104	143.93954	4.00	0.28	3.44	143.93961	1.80	0.08
S3	105	154.93353	4.00	-0.66	2.76	154.93335	2.73	0.24
S3	106	161.85261	4.00	2.37	2.75	161.85327	2.73	0.86
S3	107	165.42326	4.00	0.45	2.47	165.42338	2.99	0.18
S3	108	192.76131	4.00	0.34	2.52	192.76141	2.95	0.14
S3	109	194.71728	4.00	-1.36	2.65	194.71690	2.83	0.51
S3	110	203.56852	4.00	-3.29	3.08	203.56761	2.37	1.07
S3	111	204.35204	4.00	0.34	3.03	204.35213	2.43	0.11
S3	112	206.30201	4.00	-1.10	3.14	206.30170	2.28	0.35
S3	113	208.21759	4.00	-0.89	3.08	208.21735	2.36	0.29
S3	114	208.72974	4.00	-1.89	3.37	208.72922	1.93	0.56
S3	115	210.79722	4.00	-0.38	3.40	210.79711	1.87	0.11
S3	116	210.80364	4.00	0.87	3.34	210.80388	1.98	0.26
S3	201	216.36639	4.00	0.11	2.92	216.36642	2.56	0.04
S3	203	219.46205	4.00	0.32	3.76	219.46214	0.95	0.09
S3	204	221.57880	4.00	0.00	3.75	221.57880	0.99	0.00
S3	205	222.29439	4.00	0.80	3.76	222.29461	0.97	0.21

$\tau_{krit} = 1.9584$

\*

\*

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9584$
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
S3	206	226.40387	4.00	-5.13	3.75	226.40244	1.00	1.37	
S3	207	229.19668	4.00	0.02	3.70	229.19669	1.16	0.01	
S3	208	229.85806	4.00	-0.76	2.65	229.85785	2.84	0.29	
S3	209	231.92655	4.00	-0.40	3.56	231.92644	1.54	0.11	
S3	305	238.00332	4.00	0.44	2.77	238.00344	2.71	0.16	
S3	306	238.23754	4.00	-0.63	2.74	238.23737	2.75	0.23	
S3	308	271.40978	4.00	-0.16	1.05	271.40973	3.74	0.15	
S3	309	296.73983	4.00	-1.18	1.04	296.73950	3.74	1.13	
S3	310	303.61664	4.00	-0.45	1.11	303.61651	3.72	0.40	
S3	311	341.26763	4.00	-0.53	1.04	341.26748	3.74	0.51	
S3	401	21.01606	4.00	-0.18	0.80	21.01602	3.80	0.22	
S3	402	25.93230	4.00	-0.66	0.85	25.93212	3.79	0.78	
S3	403	76.07919	4.00	0.25	0.64	76.07926	3.83	0.39	
S3	404	83.82855	4.00	0.68	0.77	83.82874	3.80	0.89	
S3	405	108.32313	4.00	1.10	1.79	108.32344	3.45	0.62	
S3	406	110.98843	4.00	0.45	0.91	110.98856	3.77	0.49	
S3	407	110.93283	4.00	0.23	0.66	110.93289	3.82	0.34	
S3	408	110.96606	4.00	0.81	1.57	110.96628	3.55	0.52	
S3	501	197.35449	4.00	0.37	0.87	197.35459	3.78	0.42	
S3	504	91.61691	4.00	1.13	0.90	91.61722	3.78	1.26	
S3	505	124.90251	4.00	0.09	0.10	124.90254	3.88	0.88	
S3	506	143.96524	4.00	-0.00	0.17	143.96524	3.88	0.01	
S3	507	170.45012	4.00	1.30	1.49	170.45048	3.58	0.87	
S3	508	152.51055	4.00	-0.06	0.17	152.51053	3.88	0.37	
S3	509	231.02868	4.00	-0.48	2.70	231.02855	2.79	0.18	
S3	510	226.50882	4.00	0.56	2.89	226.50898	2.59	0.19	
S3	511	226.69767	4.00	4.95	3.70	226.69904	1.17	1.34	
S3	512	214.58689	4.00	5.95	3.70	214.58855	1.17	1.61	
S3	513	214.82796	4.00	2.05	2.80	214.82853	2.69	0.73	
S3	514	217.60554	4.00	0.70	2.86	217.60573	2.62	0.24	
S3	515	218.34533	4.00	2.20	2.94	218.34594	2.53	0.75	
S3	601	221.22162	4.00	3.81	3.72	221.22268	1.11	1.03	
S3	602	147.14961	4.00	4.02	2.44	147.15073	3.02	1.65	
S4	S1	309.05253	4.00	-6.30	3.77	309.05078	0.92	1.67	
S4	S2	320.95517	4.00	-5.65	3.76	320.95360	0.97	1.50	
S4	S3	39.44196	4.00	-20.30	3.57	39.43632	1.51	5.68	!
S4	101	176.83712	4.00	-1.54	1.25	176.83669	3.67	1.24	
S4	102	176.68485	4.00	-1.07	1.23	176.68455	3.68	0.87	
S4	103	222.61512	4.00	-0.61	1.27	222.61495	3.67	0.48	
S4	104	234.65897	4.00	-0.03	1.27	234.65896	3.67	0.03	
S4	105	258.77099	4.00	0.37	1.37	258.77109	3.63	0.27	
S4	106	269.48030	4.00	-1.60	1.58	269.47985	3.55	1.01	
S4	107	273.97760	4.00	-0.19	1.70	273.97754	3.49	0.11	
S4	108	294.22989	4.00	-0.92	2.84	294.22964	2.64	0.32	
S4	109	295.54563	4.00	0.10	2.93	295.54566	2.55	0.04	
S4	110	299.55125	4.00	2.08	3.22	299.55183	2.16	0.65	
S4	111	299.90729	4.00	-0.69	3.19	299.90710	2.22	0.22	
S4	112	300.74808	4.00	-0.43	3.23	300.74796	2.15	0.13	
S4	113	301.61828	4.00	-0.93	3.08	301.61802	2.36	0.30	
S4	114	301.82601	4.00	4.00	3.34	301.82712	1.98	1.20	
S4	115	302.68310	4.00	1.22	3.21	302.68344	2.19	0.38	
S4	116	302.68892	4.00	1.79	3.10	302.68942	2.34	0.58	
S4	201	308.71064	4.00	-0.15	2.68	308.71060	2.80	0.06	
S4	203	311.80298	4.00	-1.11	3.77	311.80267	0.93	0.29	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
S4	204	313.69683	4.00	-0.45	3.76	313.69671	0.96	0.12
S4	205	314.41601	4.00	0.33	3.76	314.41610	0.95	0.09
S4	206	318.47786	4.00	0.02	3.76	318.47786	0.96	0.01
S4	208	322.07931	4.00	0.92	2.91	322.07957	2.57	0.32
S4	209	324.02744	4.00	2.49	3.64	324.02813	1.35	0.68
S4	301	326.35265	4.00	-2.42	3.21	326.35198	2.18	0.75
S4	302	327.74372	4.00	-1.06	2.68	327.74342	2.80	0.39
S4	303	329.46588	4.00	0.42	3.05	329.46600	2.41	0.14
S4	304	328.98231	4.00	2.72	3.16	328.98307	2.25	0.86
S4	305	337.15422	4.00	-1.11	2.55	337.15391	2.93	0.43
S4	306	339.90129	4.00	0.48	2.47	339.90143	3.00	0.20
S4	307	349.81644	4.00	0.09	0.84	349.81647	3.79	0.11
S4	308	19.90263	4.00	0.33	2.04	19.90272	3.30	0.16
S4	309	32.50824	4.00	3.85	3.34	32.50931	1.98	1.15
S4	310	34.45511	4.00	1.37	3.33	34.45549	1.99	0.41
S4	311	46.93047	4.00	1.34	3.09	46.93085	2.35	0.43
S4	401	63.43640	4.00	0.31	0.75	63.43648	3.81	0.42
S4	402	65.37086	4.00	1.40	1.92	65.37125	3.37	0.73
S4	403	81.40365	4.00	0.28	1.00	81.40373	3.75	0.28
S4	404	86.84171	4.00	0.89	0.90	86.84195	3.78	0.99
S4	405	121.94190	4.00	0.13	0.53	121.94194	3.84	0.25
S4	406	133.39274	4.00	-0.14	0.35	133.39270	3.87	0.40
S4	407	133.21682	4.00	-0.09	0.52	133.21679	3.85	0.18
S4	408	133.38206	4.00	-0.48	0.54	133.38192	3.84	0.89
S4	501	356.29953	4.00	1.10	1.15	356.29984	3.71	0.96
S4	502	28.37966	4.00	0.15	0.18	28.37970	3.88	0.85
S4	503	29.79810	4.00	0.18	0.14	29.79815	3.88	1.34
S4	504	64.71267	4.00	2.39	1.91	64.71334	3.38	1.25
S4	507	313.87847	4.00	0.49	0.79	313.87860	3.80	0.63
S4	509	323.97504	4.00	0.98	2.85	323.97531	2.63	0.34
S4	510	320.33369	4.00	0.76	2.82	320.33390	2.66	0.27
S4	512	309.64221	4.00	0.21	3.73	309.64227	1.08	0.06
S4	513	308.70728	4.00	-1.79	2.84	308.70678	2.65	0.63
S4	514	311.13000	4.00	0.98	2.89	311.13027	2.59	0.34
S4	515	311.03649	4.00	0.41	2.79	311.03661	2.70	0.15
S4	601	314.59625	4.00	11.07	3.72	314.59932	1.11	2.98
S4	602	28.53338	4.00	3.40	1.98	28.53432	3.34	1.72

$\tau_{krit} = 1.9584$

\*

### Zenitne razdalje

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
S1	S2	89.72439	4.00	18.38	3.69	89.72950	1.19	4.98
S1	S3	90.00186	4.00	5.84	3.86	90.00348	0.41	1.51
S1	S4	90.05100	4.00	4.14	3.86	90.05215	0.41	1.07
S1	101	87.62483	4.00	-0.94	3.79	87.62457	0.84	0.25
S1	102	91.55115	4.00	0.74	3.81	91.55136	0.72	0.19
S1	103	89.63250	4.00	-0.35	3.83	89.63240	0.61	0.09
S1	104	95.78367	4.00	-1.41	3.61	95.78328	1.43	0.39
S1	105	91.94037	4.00	-2.06	3.78	91.93980	0.86	0.54
S1	106	96.62335	4.00	-2.53	3.61	96.62265	1.43	0.70
S1	107	86.72771	4.00	-1.51	3.72	86.72729	1.11	0.40
S1	108	84.76279	4.00	1.16	3.27	84.76312	2.09	0.36

$\tau_{krit} = 1.9584$

!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
S1	109	101.12009	4.00	1.25	3.12	101.12043	2.31	0.40
S1	110	108.93462	4.00	0.52	2.49	108.93476	2.98	0.21
S1	111	82.14548	4.00	1.69	2.40	82.14595	3.05	0.71
S1	112	98.24560	4.00	1.84	2.05	98.24612	3.29	0.89
S1	113	83.30892	4.00	-0.03	1.62	83.30891	3.53	0.02
S1	114	127.67766	4.00	-1.41	1.51	127.67727	3.58	0.93
S1	115	70.37968	4.00	0.91	1.51	70.37994	3.57	0.60
S1	116	100.08039	4.00	-0.96	1.55	100.08012	3.56	0.62
S1	203	127.52872	4.00	-0.98	1.77	127.52845	3.45	0.55
S1	204	85.56099	4.00	-0.40	2.40	85.56088	3.05	0.17
S1	205	67.85670	4.00	-5.79	2.45	67.85509	3.01	2.36
S1	206	87.14781	4.00	-1.84	3.34	87.14730	1.97	0.55
S1	207	98.39133	4.00	5.73	3.27	98.39292	2.09	1.75
S1	208	75.11231	4.00	-0.08	1.25	75.11228	3.67	0.06
S1	209	105.64920	4.00	-1.43	2.70	105.64880	2.79	0.53
S1	301	102.43752	4.00	-0.79	2.35	102.43730	3.09	0.34
S1	302	89.13195	4.00	3.05	3.56	89.13280	1.55	0.86
S1	303	80.63784	4.00	2.82	3.28	80.63862	2.08	0.86
S1	304	101.04939	4.00	0.51	3.22	101.04953	2.17	0.16
S1	305	82.62576	4.00	2.54	2.84	82.62647	2.65	0.90
S1	306	99.59457	4.00	-0.23	3.02	99.59451	2.44	0.08
S1	307	84.58000	4.00	-0.09	3.37	84.57998	1.93	0.03
S1	308	89.95014	4.00	-0.31	3.82	89.95005	0.70	0.08
S1	309	95.51117	4.00	-3.36	3.57	95.51023	1.52	0.94
S1	310	87.12351	4.00	-1.92	3.68	87.12298	1.24	0.52
S1	311	93.58643	4.00	-2.46	3.67	93.58574	1.26	0.67
S1	401	90.52844	4.00	-1.78	3.84	90.52794	0.55	0.46
S1	402	94.89711	4.00	-2.43	3.76	94.89643	0.97	0.65
S1	403	92.95988	4.00	-0.13	3.83	92.95984	0.62	0.03
S1	404	86.93444	4.00	-1.35	3.83	86.93406	0.61	0.35
S1	405	95.18153	4.00	-0.73	3.79	95.18132	0.85	0.19
S1	407	88.85462	4.00	0.92	3.84	88.85487	0.54	0.24
S1	408	86.58228	4.00	0.90	3.81	86.58253	0.73	0.24
S1	501	85.46357	4.00	2.49	3.79	85.46426	0.84	0.66
S1	502	85.92837	4.00	-1.13	3.68	85.92806	1.23	0.31
S1	503	85.94103	4.00	-4.59	3.65	85.93975	1.31	1.26
S1	504	86.29360	4.00	-0.64	3.83	86.29343	0.63	0.17
S1	505	86.15952	4.00	0.73	3.66	86.15972	1.28	0.20
S1	506	85.89326	4.00	0.45	3.67	85.89338	1.28	0.12
S1	507	85.40564	4.00	1.20	3.76	85.40597	0.96	0.32
S1	508	85.80422	4.00	2.94	3.64	85.80503	1.34	0.81
S1	509	75.17225	4.00	-0.52	1.37	75.17210	3.63	0.38
S1	510	70.34910	4.00	-0.80	1.12	70.34888	3.72	0.72
S1	511	74.07426	4.00	3.17	3.04	74.07514	2.42	1.04
S1	512	64.69818	4.00	0.54	2.12	64.69833	3.25	0.25
S1	601	115.82300	4.00	-0.74	1.16	115.82279	3.71	0.64
S1	602	92.79893	4.00	2.42	3.84	92.79960	0.57	0.63
S2	S1	90.26628	4.00	15.20	3.69	90.27050	1.19	4.12
S2	S3	90.05900	4.00	5.40	3.86	90.06049	0.42	1.40
S2	S4	90.10726	4.00	-1.61	3.86	90.10682	0.41	0.42
S2	101	87.75984	4.00	-1.91	3.80	87.75931	0.81	0.50
S2	102	91.54491	4.00	-0.28	3.82	91.54483	0.69	0.07
S2	103	89.70372	4.00	-1.62	3.84	89.70327	0.58	0.42
S2	104	95.56996	4.00	-1.06	3.64	95.56967	1.33	0.29

 $\tau_{krit} = 1.9584$ 

\*

!

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
S2	105	91.89573	4.00	1.16	3.80	91.89605	0.81	0.31
S2	106	96.30060	4.00	-0.58	3.65	96.30044	1.31	0.16
S2	107	86.99181	4.00	0.41	3.74	86.99192	1.03	0.11
S2	108	85.55901	4.00	0.56	3.44	85.55917	1.80	0.16
S2	109	99.62476	4.00	1.35	3.37	99.62514	1.93	0.40
S2	110	103.32801	4.00	-0.56	3.26	103.32785	2.11	0.17
S2	111	85.00118	4.00	-0.44	3.30	85.00105	2.04	0.13
S2	112	94.67391	4.00	-2.62	3.39	94.67318	1.90	0.77
S2	113	87.35118	4.00	0.92	3.51	87.35144	1.67	0.26
S2	114	106.86960	4.00	2.32	2.92	106.87024	2.56	0.80
S2	115	81.81552	4.00	-1.50	3.24	81.81510	2.14	0.46
S2	116	94.35393	4.00	2.04	3.46	94.35450	1.76	0.59
S2	201	73.29936	4.00	-0.04	1.13	73.29935	3.71	0.04
S2	202	96.12182	4.00	-0.00	0.00	96.12182	3.88	0.00
S2	203	111.34239	4.00	1.52	2.56	111.34281	2.92	0.59
S2	204	86.62155	4.00	0.53	2.82	86.62170	2.67	0.19
S2	205	68.71651	4.00	6.23	2.49	68.71825	2.98	2.51
S2	206	84.69016	4.00	0.74	1.67	84.69037	3.50	0.44
S2	207	111.41795	4.00	-2.61	1.45	111.41722	3.60	1.80
S2	209	129.43506	4.00	0.57	1.34	129.43522	3.64	0.43
S2	301	125.33928	4.00	0.30	0.94	125.33936	3.76	0.32
S2	302	88.20684	4.00	-1.18	1.43	88.20651	3.61	0.83
S2	303	72.84602	4.00	-0.49	1.89	72.84588	3.39	0.26
S2	304	110.14942	4.00	-0.57	1.94	110.14927	3.36	0.29
S2	307	84.11955	4.00	0.18	3.24	84.11960	2.14	0.06
S2	401	90.59217	4.00	3.09	3.84	90.59303	0.57	0.81
S2	402	95.07010	4.00	0.36	3.75	95.07020	1.00	0.10
S2	403	93.02703	4.00	1.73	3.83	93.02751	0.62	0.45
S2	404	86.97771	4.00	2.59	3.83	86.97843	0.62	0.68
S2	405	95.15268	4.00	0.12	3.79	95.15271	0.84	0.03
S2	406	91.85148	4.00	0.56	3.84	91.85164	0.59	0.15
S2	407	88.92621	4.00	1.92	3.84	88.92674	0.53	0.50
S2	408	86.69711	4.00	0.21	3.81	86.69716	0.72	0.05
S2	501	85.49385	4.00	-6.01	3.79	85.49218	0.86	1.59
S2	502	85.86614	4.00	-2.81	3.66	85.86536	1.29	0.77
S2	503	85.94642	4.00	-1.34	3.64	85.94604	1.36	0.37
S2	504	86.32129	4.00	-4.80	3.83	86.31996	0.64	1.25
S2	505	86.26297	4.00	-0.89	3.68	86.26273	1.24	0.24
S2	506	86.08383	4.00	0.69	3.68	86.08402	1.22	0.19
S2	507	85.58339	4.00	4.66	3.77	85.58468	0.94	1.24
S2	508	85.93112	4.00	-2.29	3.66	85.93048	1.30	0.62
S2	511	65.94397	4.00	-1.55	2.15	65.94354	3.23	0.72
S2	512	74.50297	4.00	-1.64	3.08	74.50252	2.36	0.53
S2	513	72.96653	4.00	0.21	1.27	72.96658	3.67	0.17
S2	514	68.73451	4.00	0.87	1.02	68.73476	3.74	0.85
S2	515	68.52053	4.00	1.28	0.96	68.52088	3.76	1.34
S2	601	112.31850	4.00	0.56	1.33	112.31866	3.65	0.43
S2	602	92.84992	4.00	0.85	3.84	92.85016	0.57	0.22
S3	S1	89.99494	4.00	5.67	3.86	89.99652	0.41	1.47
S3	S2	89.93826	4.00	4.48	3.86	89.93951	0.42	1.16
S3	S4	90.22786	4.00	11.85	3.70	90.23116	1.17	3.20
S3	101	82.35828	4.00	-2.01	3.31	82.35772	2.03	0.61
S3	102	94.98441	4.00	2.32	3.41	94.98505	1.84	0.68
S3	103	88.87800	4.00	0.84	3.58	88.87823	1.50	0.24

$\tau_{krit} = 1.9584$

\*

!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
S3	104	106.51007	4.00	0.23	2.88	106.51013	2.60	0.08
S3	105	95.07462	4.00	-0.24	3.45	95.07455	1.78	0.07
S3	106	105.47748	4.00	2.44	3.22	105.47816	2.17	0.76
S3	107	82.65400	4.00	1.49	3.34	82.65442	1.98	0.45
S3	108	85.17028	4.00	-1.58	3.39	85.16985	1.90	0.47
S3	109	99.35568	4.00	-2.08	3.38	99.35510	1.91	0.61
S3	110	97.02437	4.00	-1.71	3.60	97.02389	1.46	0.48
S3	111	87.47151	4.00	-1.44	3.72	87.47111	1.12	0.39
S3	112	91.84844	4.00	-2.21	3.77	91.84782	0.91	0.59
S3	113	89.02141	4.00	0.10	3.82	89.02144	0.70	0.03
S3	114	95.69646	4.00	0.64	3.64	95.69664	1.34	0.18
S3	115	87.46587	4.00	0.77	3.78	87.46609	0.89	0.20
S3	116	91.25890	4.00	1.09	3.82	91.25921	0.68	0.29
S3	201	86.37408	4.00	-0.04	3.71	86.37407	1.15	0.01
S3	203	93.53918	4.00	0.33	3.83	93.53927	0.66	0.09
S3	204	89.47093	4.00	1.35	3.85	89.47131	0.50	0.35
S3	205	87.03369	4.00	-0.02	3.84	87.03368	0.58	0.01
S3	206	89.46261	4.00	0.45	3.85	89.46273	0.49	0.12
S3	207	91.95158	4.00	1.05	3.83	91.95187	0.65	0.27
S3	208	86.35497	4.00	-0.72	3.69	86.35477	1.19	0.19
S3	209	94.38548	4.00	0.21	3.71	94.38553	1.13	0.06
S3	305	83.66955	4.00	-2.57	3.16	83.66884	2.25	0.81
S3	306	100.69294	4.00	-0.11	2.96	100.69291	2.51	0.04
S3	308	89.66797	4.00	1.98	1.67	89.66852	3.50	1.19
S3	309	134.13569	4.00	-1.21	1.11	134.13535	3.72	1.10
S3	310	64.61157	4.00	1.44	1.11	64.61197	3.72	1.29
S3	311	123.53173	4.00	-0.03	1.03	123.53173	3.74	0.03
S3	401	94.43158	4.00	1.25	1.67	94.43193	3.50	0.75
S3	402	125.70568	4.00	1.11	1.86	125.70599	3.41	0.60
S3	403	112.07214	4.00	0.61	2.32	112.07231	3.11	0.26
S3	404	68.94003	4.00	-2.75	2.50	68.93927	2.97	1.10
S3	405	114.09441	4.00	1.76	2.76	114.09490	2.73	0.64
S3	406	98.25863	4.00	1.67	3.29	98.25909	2.05	0.51
S3	407	84.79955	4.00	-2.08	3.37	84.79897	1.92	0.62
S3	408	74.83165	4.00	-1.85	3.04	74.83114	2.41	0.61
S3	501	64.45320	4.00	1.57	2.39	64.45364	3.06	0.66
S3	504	53.44900	4.00	-2.54	1.88	53.44830	3.39	1.35
S3	505	68.35401	4.00	0.03	0.95	68.35402	3.76	0.03
S3	506	75.00249	4.00	-0.32	1.38	75.00240	3.63	0.23
S3	507	73.46392	4.00	0.95	3.04	73.46419	2.41	0.31
S3	508	68.86818	4.00	-0.15	1.04	68.86814	3.74	0.15
S3	509	85.97103	4.00	-0.55	3.67	85.97088	1.26	0.15
S3	510	85.72660	4.00	1.93	3.64	85.72714	1.34	0.53
S3	511	85.24235	4.00	-3.03	3.74	85.24150	1.05	0.81
S3	512	85.38372	4.00	2.23	3.75	85.38434	0.99	0.59
S3	513	85.75823	4.00	1.10	3.67	85.75853	1.27	0.30
S3	514	85.87167	4.00	-0.77	3.66	85.87146	1.28	0.21
S3	515	86.12274	4.00	-2.43	3.68	86.12206	1.24	0.66
S3	601	92.71446	4.00	0.86	3.84	92.71470	0.58	0.22
S3	602	112.31403	4.00	-1.65	1.33	112.31357	3.64	1.24
S4	S1	89.94696	4.00	3.21	3.86	89.94785	0.41	0.83
S4	S2	89.89108	4.00	7.56	3.86	89.89318	0.41	1.96
S4	S3	89.76560	4.00	11.69	3.70	89.76884	1.17	3.16
S4	101	73.51859	4.00	1.42	1.70	73.51898	3.49	0.84

$\tau_{krit} = 1.9584$

!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
S4	102	100.36473	4.00	-1.17	1.72	100.36440	3.48	0.68
S4	103	86.52705	4.00	-0.08	1.42	86.52703	3.61	0.05
S4	104	127.99028	4.00	0.36	1.44	127.99038	3.60	0.25
S4	105	100.80587	4.00	0.28	1.74	100.80594	3.47	0.16
S4	106	117.74716	4.00	-0.66	2.01	117.74698	3.32	0.33
S4	107	76.82191	4.00	-0.57	2.10	76.82176	3.26	0.27
S4	108	84.18211	4.00	-0.18	3.16	84.18206	2.26	0.06
S4	109	100.77325	4.00	-0.67	3.15	100.77307	2.27	0.21
S4	110	97.54563	4.00	1.31	3.52	97.54599	1.63	0.37
S4	111	87.21006	4.00	-2.67	3.68	87.20932	1.22	0.72
S4	112	91.91221	4.00	0.48	3.76	91.91235	0.97	0.13
S4	113	88.91654	4.00	-2.44	3.81	88.91586	0.74	0.64
S4	114	95.93937	4.00	-0.20	3.60	95.93931	1.44	0.06
S4	115	87.31775	4.00	-2.30	3.77	87.31711	0.93	0.61
S4	116	91.26594	4.00	-0.28	3.82	91.26586	0.71	0.07
S4	201	86.24923	4.00	0.22	3.69	86.24930	1.19	0.06
S4	203	93.53343	4.00	-0.86	3.82	93.53319	0.66	0.23
S4	204	89.42542	4.00	-1.73	3.85	89.42494	0.50	0.45
S4	205	86.98536	4.00	-2.39	3.84	86.98470	0.58	0.62
S4	206	89.42499	4.00	1.34	3.85	89.42536	0.48	0.35
S4	208	86.39710	4.00	1.05	3.71	86.39740	1.15	0.28
S4	209	94.20924	4.00	1.04	3.73	94.20953	1.08	0.28
S4	301	93.71252	4.00	0.39	3.63	93.71262	1.38	0.11
S4	302	89.66311	4.00	0.07	3.83	89.66314	0.62	0.02
S4	303	86.29990	4.00	-4.90	3.71	86.29854	1.13	1.32
S4	304	94.24530	4.00	1.14	3.68	94.24562	1.22	0.31
S4	305	84.23744	4.00	-0.43	3.32	84.23731	2.01	0.13
S4	306	99.30314	4.00	0.36	3.21	99.30324	2.18	0.11
S4	307	81.97387	4.00	-0.07	2.69	81.97385	2.80	0.03
S4	308	89.70386	4.00	-4.21	3.48	89.70268	1.71	1.21
S4	309	107.53997	4.00	3.20	2.26	107.54085	3.15	1.41
S4	310	80.60024	4.00	-2.91	2.82	80.59943	2.67	1.03
S4	311	102.32385	4.00	0.78	2.44	102.32407	3.02	0.32
S4	401	91.86926	4.00	-3.08	3.46	91.86840	1.76	0.89
S4	402	108.62085	4.00	-1.15	2.93	108.62053	2.55	0.39
S4	403	106.81203	4.00	-1.06	2.85	106.81174	2.63	0.37
S4	404	70.54002	4.00	2.76	2.70	70.54079	2.79	1.02
S4	405	131.37246	4.00	-1.20	2.04	131.37213	3.30	0.59
S4	406	107.14010	4.00	-0.89	1.65	107.13985	3.51	0.54
S4	407	78.39792	4.00	0.69	1.66	78.39811	3.51	0.42
S4	408	59.15622	4.00	0.93	1.79	59.15648	3.44	0.52
S4	501	68.91756	4.00	-1.00	2.79	68.91728	2.70	0.36
S4	502	73.66516	4.00	1.07	1.32	73.66546	3.65	0.81
S4	503	66.86390	4.00	1.18	0.96	66.86422	3.76	1.23
S4	504	66.22155	4.00	4.30	2.47	66.22275	2.99	1.74
S4	507	60.64338	4.00	-1.70	1.99	60.64291	3.33	0.85
S4	509	86.04727	4.00	2.46	3.69	86.04796	1.20	0.67
S4	510	85.75112	4.00	1.52	3.66	85.75154	1.28	0.41
S4	512	85.19334	4.00	0.51	3.74	85.19348	1.03	0.14
S4	513	85.58841	4.00	-1.87	3.65	85.58789	1.33	0.51
S4	514	85.75184	4.00	-3.32	3.64	85.75091	1.33	0.91
S4	515	86.01935	4.00	-4.08	3.66	86.01821	1.28	1.11
S4	601	92.67477	4.00	1.18	3.84	92.67510	0.57	0.31
S4	602	116.28671	4.00	1.04	1.15	116.28699	3.71	0.90

$\tau_{krit} = 1.9584$

## Poševne dolžine

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9584$
Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$	
S1	S2	2.86808	0.20	-0.18	0.18	2.86790	0.06	0.98	
S1	S3	13.92038	0.20	0.34	0.18	13.92072	0.07	1.88	
S1	S4	13.60479	0.20	-0.15	0.18	13.60464	0.07	0.83	
S2	S1	2.86814	0.20	-0.24	0.18	2.86790	0.06	1.33	
S2	S3	13.62500	0.20	-0.06	0.18	13.62493	0.07	0.35	
S2	S4	13.90465	0.20	0.02	0.18	13.90467	0.07	0.09	
S2	202	3.16303	0.20	0.00	0.00	3.16303	0.19	0.00	
S3	S1	13.92047	0.20	0.25	0.18	13.92072	0.07	1.40	
S3	S2	13.62509	0.20	-0.16	0.18	13.62493	0.07	0.89	
S3	S4	2.85984	0.20	-0.29	0.19	2.85955	0.06	1.57	
S4	S1	13.60478	0.20	-0.14	0.18	13.60464	0.07	0.78	
S4	S2	13.90457	0.20	0.10	0.18	13.90467	0.07	0.55	
S4	S3	2.85982	0.20	-0.27	0.19	2.85955	0.06	1.48	

## D Skenirani centri tarč Testnega kalibracijskega polja

V tabeli spodaj so naslednji podatki (zaradi prostora ne morem zapisati v tabelo):

- inst. – uporabljeni skener (leica – Leica C10, riegł – Riegł VZ-400)
- st. – ime stojišča (S1-S4)
- tc. – ime točke
- X, Y, Z – koordinate centra tarče [m]
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  – natančnosti koordinat
- $\rho_{max}$  – največja korelacija pri iskanju centra tarče
- $i$  – vpadni kot laserskega žarka na tarčo
- RmR – razdalja med črno in belo ravnino
- $\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  – elementi variančno-kovariančne matrike [m<sup>2</sup>]









inst.	st.	tc.	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
leica	S4	201	-13,82821	4.12728	0.65163	0.62	0.28	0.36	92.60	2.70	0.82	3.84653e-07	7.69492e-08	1.31004e-07	-1.00822e-07	-1.23022e-08	3.67182e-09
leica	S4	203	-13.72479	4.91747	-1.19486	0.61	0.30	0.37	90.50	5.00	0.51	3.73923e-07	8.96860e-08	1.35631e-07	-1.16838e-07	2.17610e-08	-7.79978e-09
leica	S4	204	-13.890583	5.50322	-0.14493	0.61	0.32	0.37	94.20	9.20	0.25	3.71411e-07	1.00630e-07	1.39654e-07	-1.27185e-07	2.54374e-09	-1.00740e-09
leica	S4	205	-13.840099	5.68373	0.49325	0.61	0.32	0.37	95.20	5.10	0.83	3.68215e-07	1.03970e-07	1.40382e-07	-1.30520e-07	-8.59147e-09	3.82804e-09
leica	S4	206	-13.52558	6.71052	-0.14321	0.59	0.35	0.38	95.70	9.90	0.20	3.50194e-07	1.02898e-07	1.42521e-07	-1.14829e-07	2.38992e-09	-1.18573e-09
leica	S4	208	-12.90858	7.44938	0.64356	0.57	0.34	0.37	95.20	15.80	0.99	3.28237e-07	1.42648e-07	1.43961e-07	-1.60580e-07	6.08247e-09	6.08247e-09
leica	S4	209	-12.76428	7.95623	-1.40168	0.56	0.39	0.38	95.70	14.90	0.62	3.17727e-07	1.54588e-07	1.45042e-07	-1.66346e-07	2.20521e-08	-1.37455e-08
leica	S4	301	-11.50366	7.83575	-1.19785	0.54	0.40	0.35	85.00	73.30	0.76	2.91900e-07	1.58798e-07	1.24092e-07	-1.69137e-07	2.02802e-08	-1.38139e-08
leica	S4	302	-10.89639	7.81626	-0.21636	0.53	0.40	0.34	85.90	70.20	1.50	2.79189e-07	1.63300e-07	1.12495e-07	-1.71246e-07	3.79685e-09	-2.72357e-09
leica	S4	303	-9.979781	7.48410	0.50288	0.51	0.41	0.31	79.40	64.00	1.65	2.57717e-07	1.64618e-07	9.56510e-08	-1.70732e-07	-9.49620e-09	-7.53726e-09
leica	S4	304	-9.71390	7.29125	-1.19592	0.51	0.40	0.31	77.50	70.60	1.88	2.37657e-07	1.59656e-07	9.59168e-08	-1.68483e-07	2.29176e-08	-1.72019e-08
leica	S4	305	-6.44544	6.45986	0.62585	0.43	0.43	0.23	89.00	63.20	2.24	1.83221e-07	1.83958e-07	5.36838e-08	-1.64852e-07	-1.43460e-08	1.43782e-08
leica	S4	306	-5.40009	5.95772	-1.61193	0.39	0.43	0.23	91.30	58.50	1.17	1.55595e-07	1.86226e-07	5.34965e-08	-1.56110e-07	3.84015e-08	-4.23669e-08
leica	S4	307	-3.60770	5.55485	0.63078	0.31	0.48	0.17	90.50	48.20	1.07	9.75045e-08	2.29883e-07	2.90031e-07	-1.39031e-07	-1.48899e-08	2.35790e-08
leica	S4	308	-0.17339	4.54083	-0.27183	0.07	0.54	0.12	94.50	20.50	0.59	5.07109e-09	2.96135e-07	1.39668e-08	-1.11310e-08	6.47382e-10	-1.69542e-08
leica	S4	309	0.75254	4.09314	-1.61083	0.11	0.50	0.22	94.60	22.00	0.44	1.22575e-08	2.51232e-07	4.94724e-08	-4.54735e-08	-1.72974e-09	-9.40824e-08
leica	S4	310	0.92194	4.20432	0.41721	0.13	0.53	0.12	95.40	7.90	0.00	1.73958e-08	2.79248e-07	1.43258e-08	6.03208e-08	5.82971e-09	2.65851e-08
leica	S4	311	1.75510	3.79259	-1.20861	0.23	0.48	0.18	94.80	16.70	0.67	5.14783e-08	2.25959e-07	3.37156e-08	1.02748e-07	-3.17842e-08	-6.86826e-08
leica	S4	401	2.68243	3.04863	-0.42790	0.36	0.41	0.12	88.70	63.20	0.77	1.28375e-07	1.64737e-07	1.35182e-08	1.41684e-07	-1.94193e-08	-2.20705e-08
leica	S4	402	2.72358	2.89235	-1.63373	0.35	0.37	0.23	89.60	64.50	1.27	1.21175e-07	1.36205e-07	5.25022e-08	1.24913e-07	-6.83062e-08	-7.25390e-08
leica	S4	403	2.24264	1.33139	-1.08355	0.42	0.25	0.21	91.60	53.00	0.60	1.76893e-07	6.33660e-08	4.53259e-08	1.04108e-07	-8.34939e-08	-4.95678e-08
leica	S4	404	2.14913	1.01332	0.54387	0.46	0.22	0.13	93.40	44.30	0.39	2.14144e-07	4.85949e-08	1.72179e-08	1.00369e-07	5.33639e-08	2.51614e-08
leica	S4	405	1.52149	-0.26404	-1.65558	0.35	0.17	0.38	93.50	47.30	0.55	1.25046e-07	4.28636e-09	1.47560e-07	-2.16076e-08	-1.32665e-07	-3.20229e-08
leica	S4	406	1.42779	-0.55669	-0.76809	0.43	0.17	0.23	94.30	27.10	0.14	1.85927e-07	2.87124e-07	5.51614e-08	-7.22860e-08	-9.91251e-08	3.86484e-08
leica	S4	407	1.43014	-0.55304	0.01913	0.48	0.19	0.04	94.90	2.60	0.46	2.31056e-07	3.50021e-08	1.51081e-09	-8.91457e-08	3.07313e-09	-1.18840e-09
leica	S4	408	1.42883	-0.55683	0.61991	0.45	0.18	0.20	94.70	20.60	0.18	1.93377e-07	3.07295e-08	3.89466e-08	-7.74938e-08	8.58269e-08	-3.34479e-08
leica	S4	501	-1.09136	2.25924	0.67165	0.22	0.46	0.15	88.00	74.70	0.57	5.00439e-08	2.09804e-07	2.24331e-08	-1.00665e-07	-2.96003e-08	6.12762e-08
leica	S4	502	3.60992	3.27414	0.66985	0.08	0.50	0.13	84.40	78.10	0.58	5.69818e-09	2.70460e-07	1.80891e-08	2.95449e-08	5.94161e-09	5.38997e-08
leica	S4	503	3.03019	2.23848	0.66951	0.08	0.52	0.16	87.50	73.70	0.62	5.67170e-09	2.47737e-07	2.53240e-08	3.33986e-08	8.98685e-09	7.30706e-08
leica	S4	504	1.48102	1.60875	0.66780	0.34	0.37	0.16	88.40	73.10	0.37	1.15422e-07	1.35996e-07	2.63112e-08	1.24208e-07	5.11062e-08	5.55137e-08
leica	S4	505	0.68630	0.33597	0.66796	0.35	0.17	0.34	93.60	49.90	0.03	1.19255e-07	2.86787e-07	1.13093e-07	5.83153e-07	1.15538e-07	5.65596e-08
leica	S4	506	-0.54001	-0.54429	0.66856	0.27	0.27	0.34	94.00	46.60	0.03	7.35498e-08	7.47179e-08	1.12788e-07	7.39993e-08	-9.05786e-08	-9.12963e-08
leica	S4	507	-1.59792	0.63856	0.67213	0.45	0.18	0.19	89.70	69.20	0.16	2.01451e-07	3.27302e-08	3.74338e-08	-8.02367e-08	-8.39237e-08	3.35373e-08
leica	S4	508	-0.44120	0.62471	0.67037	0.22	0.31	0.34	93.70	49.70	0.03	4.91649e-08	9.84365e-08	1.13450e-07	-6.94277e-08	-7.42416e-08	1.05121e-07
leica	S4	602	0.14691	1.29694	-0.94001	0.05	0.42	0.30	87.90	54.40	0.01	2.60716e-09	1.73708e-07	9.20291e-08	1.96328e-08	-1.41297e-08	-1.24742e-07
regl	S1	108	2.00141	7.04050	0.61801	0.19	0.55	0.19	86.20	77.00	3.16	3.55841e-08	3.03231e-07	3.58118e-08	8.27730e-08	6.76551e-09	2.37996e-08
regl	S1	109	1.92737	6.64337	-1.41286	0.19	0.54	0.21	89.30	76.30	0.90	3.42916e-08	2.90289e-07	4.29446e-08	8.10892e-08	-1.60852e-08	-5.54432e-08
regl	S1	111	1.79906	3.14957	0.44579	0.27	0.46	0.11	91.10	62.20	4.89	7.20660e-08	2.14619e-07	1.25072e-08	1.20941e-07	1.67894e-08	2.93830e-08
regl	S1	112	1.75505	2.11240	-0.45329	0.33	0.40	0.11	92.20	52.30	4.21	1.11818e-07	1.61226e-07	1.21059e-08	1.32542e-07	-2.81162e-08	-3.38409e-08
regl	S1	113	1.67883	0.96771	0.17218	0.45	0.26	0.07	92.20	31.90	4.45	2.01176e-07	6.74066e-08	4.46056e-09	1.15475e-07	2.04289e-08	1.17756e-08
regl	S1	114	1.66599	0.60704	-1.42526	0.38	0.14	0.33	93.50	43.40	3.68	1.47754e-07	2.02306e-08	1.09224e-07	5.35802e-07	-1.23891e-07	-4.51427e-08
regl	S1	115	1.58540	-1.03442	0.61907	0.41	0.27	0.17	92.60	34.60	3.33	1.71690e-07	7.35533e-08	2.83559e-08	-1.11495e-07	6.62687e-08	-4.32380e-08
regl	S1	116	1.58539	-1.03582	-0.39329	0.43	0.28	0.12	91.90	32.60	4.71	1.81520e-07	7.79479e-08	1.33932e-08	-1.18069e-07	4.45637e-08	2.91158e-08
regl	S1	201	0.05085	-0.83465	0.87836	0.02	0.35	0.37	92.70	46.50	3.52	6.19569e-10	1.24711e-07	1.38021e-07	-7.58775e-09	7.93650e-09	-1.30278e-07
regl	S1	202	0.08627	-0.96990	-0.38393	0.04	0.47	0.19	92.40	25.20	7.11	1.98275e-09	2.23840e-07	3.56519e-08	-1.98919e-08	-7.87662e-09	8.83359e-08
regl	S1	203	-0.71036	-0.93078	-0.94780	0.24	0.32	0.33	52.20	50.40	0.23	5.93937e-08	1.01749e-07	1.05875e-08	7.74185e-08	7.82892e-08	1.02581e-07
regl	S1	204	-1.26338	-1.24607	0.07486	0.37	0.36	0.05	92.50	43.40	4.88	1.35997e-07	1.32315e-07	2.44423e-09	1.34335e-07	-7.86871e-09	-7.86871e-09
regl	S1	205	-1.45326	-1.23836	0.71409	0.37	0.32	0.19	91.90	50.50	1.67	1.38163e-07	1.00546e-07	3.55094e-08	1.17032e-07	-6.69803e-08	-5.70753e-08
regl	S1	206	-2.52483	-1.19217	0.07389	0.48	0.23	0.07	91.70	63.20	4.95	2.28063e-07	5.22106e-08	5.06737e-09	1.06859e-07	-6.54814e-09	-3.09190e-09
regl	S1	207	-3.25319	-0.76218	-0.57678	0.50	0.18	0.18	88.60	67.90	10.08	2.47457e-07	3.39234e-08	1.52220e-08	8.74426e-08	4.26140e-08	1.52236e-08
regl	S1	209	-3.92290	-0.16918	-1.18825	0.51	0.12	0.18	88.90	77.00	42.40	2.60623e-07	1.34771e-08	3.38099e-08	5.03964e-08	7.57321e-08	1.48491e-08
regl	S1	301	-4.12367	0.48180	-0.98420	0.53	0.09	0.16	93.00	11.10	6.07	2.75714e-07	7.58916e-09	2.64416e-08	6.31131e-08	-7.37401e-09	-7.37401e-09
regl	S1	302	-4.25948	1.07333	-0.00192	0.53	0.15	0.11	94.60	13.70	6.93	2.78451e-07	1.74678e-08	1.20596e-08	-6.90720e-08	-1.20181e-10	-3.02841e-11
regl	S1	303	-4.21674	2.22018	0.71774	0.48	0.26	0.14	94.30	29.00	5.58	2.31431e-07	6.78504e-08	2.08595e-08	-1.19162e-07	-3.72692e-08	1.96229e-08

se nadaljuje ...

inst.	st.	tc.	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{yz}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
regl	S1	304	-4.04722	2.34947	-0.98180	0.47	0.28	0.16	93.60	29.60	6.02	2.16712e-07	7.62778e-08	2.63403e-08	-1.22925e-07	4.96693e-08	-2.88295e-08	-2.88295e-08
regl	S1	305	-4.07225	5.72161	0.84241	0.34	0.47	0.19	86.60	51.10	4.01	1.15486e-07	2.17169e-07	3.54455e-08	-1.40668e-07	-2.01913e-08	2.83693e-08	2.83693e-08
regl	S1	306	-3.84483	6.86043	-1.39530	0.30	0.50	0.22	93.70	58.70	4.63	8.87974e-08	2.52323e-07	4.89167e-08	-1.33613e-07	-2.49234e-08	-4.4714e-08	-4.4714e-08
regl	S1	307	-3.93797	8.79276	0.84885	0.28	0.55	0.25	91.40	63.80	3.42	7.65015e-08	2.98161e-07	6.07554e-08	-1.24183e-07	-1.06353e-08	-2.37466e-08	-2.37466e-08
regl	S1	308	-3.79799	12.23771	-0.05256	0.26	0.60	0.32	89.30	71.40	0.25	6.84161e-08	3.63770e-07	1.02330e-07	-1.01037e-07	3.52662e-10	-1.14001e-09	-1.14001e-09
regl	S1	309	-3.59613	13.28885	-1.39082	0.26	0.62	0.35	70.30	69.10	0.30	6.73416e-08	3.79908e-07	1.22571e-07	-9.12682e-08	7.51966e-09	-2.77875e-08	-2.77875e-08
regl	S1	310	-3.75012	13.42116	0.63677	0.26	0.62	0.35	86.40	77.50	2.21	7.01022e-08	3.81950e-07	1.22222e-07	-9.45150e-08	-3.52596e-09	1.26189e-08	1.26189e-08
regl	S1	311	-3.55949	14.33631	-0.98897	0.27	0.63	0.37	89.80	74.00	10.96	3.97249e-07	3.92496e-07	1.38249e-07	-8.64393e-08	4.54494e-09	-1.83053e-08	-1.83053e-08
regl	S1	401	-3.07465	15.41928	-0.20592	0.26	0.65	0.39	92.80	9.50	4.31	7.00117e-08	4.17529e-07	1.54579e-07	-7.21655e-08	7.10440e-10	-3.52683e-09	-3.52683e-09
regl	S1	402	-2.93716	15.50022	-1.41249	0.26	0.65	0.40	92.60	14.70	4.34	6.89478e-08	4.18307e-07	1.58978e-07	-6.85156e-08	4.56880e-09	-2.41496e-08	-2.41496e-08
regl	S1	403	-1.30025	15.42867	-0.85746	0.24	0.65	0.39	93.00	8.80	4.64	5.65800e-08	4.25626e-07	1.51146e-07	-8.31323e-08	4.56880e-09	-1.53396e-08	-1.53396e-08
regl	S1	404	-0.97256	15.41754	0.77065	0.23	0.65	0.39	93.70	7.20	3.52	5.51786e-08	4.26422e-07	1.50218e-07	-2.35122e-08	-8.74296e-10	1.38598e-08	1.38598e-08
regl	S1	405	0.42712	15.13247	-1.42673	0.23	0.65	0.38	93.60	7.10	2.52	5.18596e-08	4.22410e-07	1.46977e-07	-1.04673e-08	-7.39750e-10	-2.62086e-08	-2.62086e-08
regl	S1	509	-3.60069	0.23214	0.88803	0.52	0.06	0.16	89.90	76.10	9.45	2.71436e-07	4.04528e-09	2.46164e-08	-1.73108e-08	-6.48213e-08	4.17907e-09	4.17907e-09
regl	S1	510	-2.51946	0.91686	0.89213	0.47	0.18	0.39	89.40	71.80	5.06	2.22485e-07	3.08670e-08	3.23100e-08	-8.03761e-08	-7.71538e-08	2.80770e-08	2.80770e-08
regl	S1	511	-2.53618	2.20526	0.89423	0.37	0.34	0.16	88.90	75.10	4.15	1.53469e-07	1.16652e-07	2.59673e-08	-1.31234e-07	-5.22078e-08	4.53957e-08	4.53957e-08
regl	S1	512	-0.03992	2.03014	0.90162	0.03	0.48	0.22	90.50	66.10	4.69	1.01558e-09	2.28217e-07	4.74907e-08	-4.46959e-09	-1.96820e-09	9.99859e-09	9.99859e-09
regl	S1	513	0.11149	0.96134	0.90513	0.05	0.37	0.35	91.20	47.00	5.81	2.07965e-09	1.39159e-07	1.23496e-07	1.61147e-08	1.50768e-08	1.30000e-07	1.30000e-07
regl	S1	514	-0.45992	0.50132	0.90514	0.21	0.23	0.41	91.80	35.10	6.09	4.34249e-08	5.15759e-08	1.67356e-07	-4.72207e-08	-8.46298e-08	9.22486e-08	9.22486e-08
regl	S1	515	-0.51050	-0.46777	0.91155	0.23	0.21	0.41	91.70	35.90	4.64	5.23560e-08	4.39751e-08	1.66174e-07	-4.78747e-08	-9.26043e-08	-8.48528e-08	-8.48528e-08
regl	S1	601	-1.28193	0.30052	-0.70055	0.44	0.11	0.24	91.20	63.00	3.45	1.96188e-07	1.11501e-08	5.95796e-08	-4.58989e-08	1.06481e-07	-2.49618e-08	-2.49618e-08
regl	S2	101	-11.52969	-10.67739	0.53040	0.51	0.48	0.39	83.50	72.70	9.44	2.58013e-07	2.29188e-07	1.54829e-07	-1.87486e-07	-6.86282e-09	6.35550e-09	6.35550e-09
regl	S2	102	-11.53823	-10.68568	-0.50838	0.51	0.48	0.39	84.90	72.30	12.18	2.58138e-07	2.29320e-07	1.55023e-07	1.87531e-07	6.57173e-09	6.08616e-09	6.08616e-09
regl	S2	103	-10.76220	-9.31741	-0.00849	0.51	0.45	0.36	86.00	72.00	3.25	2.55377e-07	2.02832e-07	1.26649e-07	1.81620e-07	1.28913e-10	1.11607e-10	1.11607e-10
regl	S2	104	-10.57743	-9.00986	-1.43744	0.50	0.44	0.35	87.70	72.80	2.71	2.53642e-07	1.95955e-07	1.24995e-07	-1.79052e-07	2.23825e-08	1.90654e-08	1.90654e-08
regl	S2	105	-10.11763	-8.23273	-0.51307	0.50	0.43	0.33	88.10	69.50	4.62	2.54116e-07	1.81350e-07	1.07000e-07	1.75707e-07	8.86277e-09	7.21558e-09	7.21558e-09
regl	S2	106	-9.79982	-7.70387	-1.45637	0.50	0.41	0.32	87.90	68.30	3.84	2.52705e-07	1.69551e-07	1.02373e-07	1.71044e-07	2.65332e-08	2.08603e-08	2.08603e-08
regl	S2	107	-9.62407	-7.41302	0.55869	0.50	0.41	0.31	86.50	71.00	3.55	2.54489e-07	1.64493e-07	9.30503e-08	1.70447e-07	-1.06879e-08	-8.23427e-09	-8.23427e-09
regl	S2	108	-7.57380	-3.78721	0.58256	0.53	0.28	0.22	93.60	57.40	4.03	2.75766e-07	8.10524e-08	4.64273e-08	1.29827e-07	-1.81924e-08	-9.09694e-09	-9.09694e-09
regl	S2	109	-7.31233	-3.47370	-1.44797	0.52	0.27	0.23	93.90	56.50	4.37	2.71796e-07	7.27543e-08	5.14694e-08	1.22111e-07	4.64534e-08	2.20676e-08	2.20676e-08
regl	S2	110	-5.73582	-0.76830	-1.44281	0.54	0.11	0.20	93.90	39.50	5.32	2.91084e-07	1.26222e-08	3.92602e-08	3.79804e-08	6.76933e-08	9.06731e-09	9.06731e-09
regl	S2	111	-5.54929	-0.45585	-0.46229	0.55	0.09	0.15	93.70	34.80	5.44	3.05330e-07	8.98882e-09	2.10939e-08	2.45086e-08	-2.14497e-08	-1.76201e-09	-1.76201e-09
regl	S2	112	-5.01443	0.43508	-0.48090	0.55	0.09	0.14	93.40	25.30	5.31	2.98318e-07	7.90301e-09	1.85757e-08	-2.53892e-08	2.70845e-08	-2.35000e-09	-2.35000e-09
regl	S2	113	-4.40663	1.40680	0.14589	0.52	0.18	0.12	94.40	13.20	6.09	2.71009e-07	3.29144e-08	1.36700e-08	-8.49816e-08	-8.55555e-09	2.73133e-09	2.73133e-09
regl	S2	114	-4.21844	1.71714	-1.44997	0.49	0.21	0.20	93.00	19.90	5.90	2.35529e-07	4.29198e-08	4.05798e-08	-9.39736e-08	7.65180e-08	-3.11471e-08	-3.11471e-08
regl	S2	115	-3.57595	3.12466	0.59529	0.40	0.37	0.13	94.10	13.60	6.08	1.60459e-07	1.38143e-07	1.81424e-08	-1.44108e-07	-2.66296e-08	2.46474e-08	2.46474e-08
regl	S2	116	-3.37132	3.12498	-0.41627	0.40	0.37	0.13	94.40	12.90	6.71	1.61389e-07	1.39335e-07	1.56332e-08	-1.45189e-07	1.87717e-08	-1.74001e-08	-1.74001e-08
regl	S2	201	-2.12570	2.22185	0.85862	0.36	0.37	0.16	89.20	74.70	8.22	1.26768e-07	1.38299e-07	2.63753e-08	-1.30279e-07	-4.95265e-08	5.17667e-08	5.17667e-08
regl	S2	202	-2.08191	2.35516	-0.40096	0.35	0.40	0.10	90.70	72.90	4.22	1.23310e-07	1.57181e-07	1.07015e-08	-1.36979e-07	-2.29778e-08	-2.59936e-08	-2.59936e-08
regl	S2	203	-1.37382	1.92927	-0.98879	0.28	0.40	0.21	89.10	66.10	4.15	8.02163e-08	1.56968e-07	4.45194e-08	-1.10876e-07	5.61349e-08	-7.88311e-08	-7.88311e-08
regl	S2	204	-0.76625	1.95789	0.06326	0.19	0.49	0.05	92.50	51.40	4.01	3.68883e-08	2.35340e-07	3.00836e-09	-9.17144e-08	-2.94390e-09	7.52233e-09	7.52233e-09
regl	S2	205	-0.60607	1.86186	0.70221	0.15	0.47	0.18	92.30	50.60	2.64	2.38347e-08	2.17660e-07	3.33058e-09	-7.05713e-08	-2.64118e-08	8.11380e-08	8.11380e-08
regl	S2	206	0.31892	1.31348	0.06729	0.12	0.50	0.04	91.90	15.20	7.10	2.48444e-07	2.48444e-07	1.79381e-09	6.02239e-08	3.07664e-09	1.26712e-08	1.26712e-08
regl	S2	207	0.94584	0.94169	-0.58153	0.33	0.33	0.21	92.00	28.40	4.40	1.12058e-07	1.11081e-07	4.33570e-08	1.11168e-07	-6.83646e-08	-6.80647e-08	-6.80647e-08
regl	S2	208	0.88919	0.53875	0.85671	0.34	0.21	0.33	92.70	47.90	2.13	1.15264e-07	4.24666e-08	1.07301e-07	6.96889e-08	1.10191e-07	6.67630e-08	6.67630e-08
regl	S2	301	0.93567	-0.91876	-0.98852	0.30	0.29	0.31	91.80	36.80	4.42	8.70801e-08	8.39738e-08	9.77101e-08	-8.51258e-08	-9.08911e-08	8.92479e-08	8.92479e-08
regl	S2	302	0.77129	-1.50323	-0.00527	0.24	0.46	0.04	92.70	34.50	5.41	5.61874e-08	2.11633e-07	1.78671e-09	-1.08257e-07	-3.77879e-10	7.36482e-10	7.36482e-10
regl	S2	303	0.18755	-2.49201	0.71205	0.05	0.50	0.16	91.90	57.70	4.48	2.84020e-09	2.54768e-07	2.46773e-08	-1.90677e-08	5.38812e-09	-7.15947e-08	-7.15947e-08
regl	S2	304	-0.01583	-2.52784	-0.98793	0.04	0.49	0.20	91.80	62.60	4.54	1.44722e-09	2.41660e-07	4.08117e-08	1.50405e-09	5.80062e-10	9.26461e-08	9.26461e-08
regl	S2	402	-7.23658	-13.57424	-1.44032	0.37	0.59	0.39	93.90	5.20	3.30	1.35724e-07	3.43461e-07	1.51615e-07	-1.54719e-07	1.21905e-08	2.28667e-08	2.28667e-08
regl	S2	403	-8.64091	-12.73662	0.82243	0.41	0.56	0.39	92.10	4.00	3.13	1.71088e-07	3.09213e-07	1.49488e-07	1.73620e-07	9.06442e-09	1.33609e-08	1.33609e-08
regl	S2	404	-8.93067	-12.57097	0.73490	0.42	0.55	0.39	95.20	5.40	3.38	1.78972e-07	3.02108e-07	1.49587e-07	1.76614e-07	-7.69029e-09	-1.08250e-08	-1.08250e-08
regl	S2	405	-10.01944															

inst.	st.	tc.	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
regl	S2	408	-10,28673	-11,49986	0,80841	0,47	0,51	0,39	93,40	10,00	4,69	2,19822e-07	2,61352e-07	1,49962e-07	1,85868e-07	-9,72539e-09	-1,08723e-08
regl	S2	509	0,58713	-4,40542	0,88504	0,26	0,20	0,39	91,80	41,10	6,03	6,81340e-07	4,01464e-07	1,54344e-07	-5,21729e-08	1,01843e-07	-7,81266e-08
regl	S2	510	-0,68914	-0,54194	0,88374	0,28	0,22	0,36	91,60	44,40	6,95	8,08485e-08	5,00650e-08	1,32831e-07	6,34434e-08	-1,02826e-07	-8,08629e-08
regl	S2	511	-1,28579	-1,08263	0,88252	0,29	0,38	0,21	90,60	67,10	4,99	8,67145e-08	4,32695e-08	1,47783e-07	6,70287e-08	-7,62262e-08	-6,81424e-09
regl	S2	512	-3,40399	-0,34605	0,88183	0,52	0,07	0,16	90,00	75,30	26,35	2,66491e-07	5,36103e-09	2,51671e-08	2,68241e-08	-6,70287e-08	1,57251e-08
regl	S2	513	-3,02750	0,66811	0,88381	0,50	0,12	0,17	89,30	74,10	4,63	2,50387e-07	1,42512e-08	2,72978e-08	-5,47783e-08	-7,12574e-08	2,86807e-08
regl	S2	514	-2,30259	0,80163	0,88535	0,47	0,17	0,19	89,90	70,30	4,04	2,18684e-07	2,6189e-08	3,58894e-08	-7,55747e-08	-8,24827e-08	2,86807e-08
regl	S2	515	-1,80193	1,62901	0,89251	0,37	0,33	0,19	89,30	70,10	4,50	1,34943e-07	1,10533e-07	3,65810e-08	-1,20798e-07	-6,54043e-08	5,91278e-08
regl	S2	601	-0,47488	0,58378	-0,71467	0,44	0,18	0,22	91,60	64,70	3,40	1,92740e-07	3,06737e-07	4,67446e-08	-7,60651e-08	9,25642e-08	-3,66382e-08
regl	S3	101	2,43320	-4,00815	0,57472	0,29	0,47	0,13	92,20	18,80	6,79	8,31202e-08	2,17072e-07	1,81736e-08	-1,28773e-07	1,78920e-08	-2,94731e-08
regl	S3	102	2,44776	-4,40946	-0,46470	0,29	0,13	0,20	92,00	19,00	6,57	8,41653e-08	2,17466e-07	1,66939e-08	-1,29731e-07	-1,45742e-08	-2,38727e-08
regl	S3	104	0,58451	-4,48583	-1,39996	0,10	0,52	0,20	92,80	18,70	6,37	9,11263e-09	2,70129e-07	3,89752e-08	-3,45598e-08	-1,04212e-08	7,99782e-08
regl	S3	105	-0,29520	-4,69382	-0,47859	0,08	0,54	0,13	92,70	19,90	6,78	6,12560e-09	2,95433e-07	1,68941e-08	1,82669e-08	7,87021e-08	1,80508e-09
regl	S3	106	-0,89585	-4,83724	-1,42469	0,12	0,52	0,20	93,60	29,30	5,75	1,46029e-08	2,72400e-07	3,86366e-08	4,94471e-08	1,39860e-08	7,55187e-08
regl	S3	107	-1,23470	-4,91262	0,59033	0,15	0,53	0,14	93,00	28,90	5,19	2,32394e-08	2,82281e-07	2,01046e-08	6,94952e-08	-8,05322e-09	-3,20422e-08
regl	S3	108	-5,26355	-5,96158	0,60081	0,39	0,44	0,20	93,60	55,10	3,86	1,54496e-07	1,94166e-07	4,14359e-08	1,58868e-07	-1,47346e-08	-1,66886e-08
regl	S3	109	-5,66399	-5,99395	-1,43085	0,41	0,43	0,23	93,70	57,50	5,68	1,64707e-07	1,82622e-07	5,24621e-08	1,58109e-07	3,43490e-08	3,63500e-08
regl	S3	110	-8,70502	-6,74399	-1,43514	0,49	0,39	0,29	91,60	66,20	3,54	2,40475e-07	1,5240e-07	8,20229e-08	1,65116e-07	3,00177e-08	2,32554e-08
regl	S3	111	-9,06700	-6,82527	0,42255	0,50	0,39	0,28	91,20	67,30	3,52	2,50519e-07	1,54514e-07	8,10180e-08	1,66767e-07	-8,78868e-09	-6,61576e-09
regl	S3	112	-10,07606	-7,06186	-0,47710	0,52	0,39	0,31	89,80	69,70	2,87	2,71319e-07	1,50603e-07	9,52059e-08	1,66281e-07	9,30644e-09	6,52247e-09
regl	S3	113	-11,19685	-7,30121	-1,45400	0,54	0,38	0,33	88,20	70,50	2,90	2,93718e-07	1,47998e-07	1,11721e-07	1,65312e-07	-2,64071e-09	-1,72194e-09
regl	S3	114	-11,54548	-7,38378	-1,45096	0,55	0,38	0,35	87,80	72,30	2,74	2,98718e-07	1,47153e-07	1,21896e-07	1,64015e-07	2,54118e-08	-1,62518e-08
regl	S3	115	-13,15286	-7,57607	0,58843	0,57	0,39	0,38	73,30	70,50	0,55	3,29431e-07	1,48771e-07	1,46353e-07	1,63361e-07	-9,28813e-09	-5,47708e-09
regl	S3	116	-13,15233	-7,75402	-0,42234	0,57	0,39	0,38	87,30	72,00	11,59	3,29542e-07	1,48760e-07	1,46019e-07	1,63361e-07	6,67327e-09	3,93428e-09
regl	S3	201	-13,37498	-6,22383	0,84791	0,59	0,34	0,37	92,90	10,50	4,42	3,59863e-07	1,14770e-07	1,37398e-07	1,41413e-07	-1,47060e-08	-6,84318e-09
regl	S3	203	-13,68130	-5,48905	-0,99877	0,61	0,32	0,37	93,50	10,10	4,42	3,67072e-07	1,00111e-07	1,3734e-07	1,27666e-07	1,77227e-08	7,11051e-09
regl	S3	204	-14,12855	-5,07103	0,05096	0,62	0,31	0,38	93,80	6,40	3,73	3,80194e-07	9,31464e-08	1,40837e-07	1,18263e-07	-9,00373e-10	-3,23163e-10
regl	S3	205	-14,17355	-4,88769	0,68914	0,62	0,30	0,38	93,40	6,90	3,88	3,82539e-07	9,00520e-08	1,41378e-07	1,14476e-07	-1,22207e-08	-4,21427e-09
regl	S3	208	-14,26245	-2,89200	0,83995	0,63	0,25	0,37	93,40	11,50	3,39	4,01524e-07	6,22006e-08	1,33748e-07	1,17551e-08	-1,60236e-08	3,24910e-09
regl	S3	209	-14,38990	-2,38092	-1,20591	0,64	0,24	0,37	93,40	5,30	3,26	4,06039e-07	5,76715e-08	1,35798e-07	9,92626e-08	2,30005e-08	3,80562e-09
regl	S3	305	-8,18328	-0,47494	0,83460	0,58	0,13	0,21	82,50	80,50	7,32	3,35061e-07	1,61958e-08	4,54748e-08	1,85690e-08	-2,98542e-08	-1,73269e-09
regl	S3	306	-7,03644	-0,37947	-1,40441	0,56	0,11	0,21	71,00	76,90	18,11	3,14872e-07	1,20558e-08	4,35278e-08	1,63784e-08	5,64174e-08	3,04257e-09
regl	S3	308	-1,80137	1,04296	-0,05089	0,45	0,26	0,05	90,10	55,60	5,11	2,03278e-07	6,87909e-08	2,86995e-09	-1,17130e-07	5,67823e-09	-3,28758e-09
regl	S3	310	-0,68901	1,30664	0,64060	0,22	0,42	0,21	91,00	28,20	5,18	4,92166e-08	1,75727e-07	4,35281e-08	-9,24039e-08	-4,50743e-08	8,54794e-08
regl	S3	311	0,24102	1,37397	-0,98456	0,08	0,42	0,30	92,10	43,00	4,98	5,77041e-09	1,73736e-07	9,01191e-08	3,03995e-08	-2,16149e-08	1,23220e-07
regl	S3	401	1,41550	1,20131	-0,20022	0,39	0,33	0,07	91,30	23,40	5,54	1,54925e-07	1,11805e-07	5,24710e-09	1,30825e-07	-2,16886e-08	-1,84069e-08
regl	S3	402	1,53301	1,08884	-1,40777	0,34	0,24	0,32	92,70	41,20	4,22	1,17815e-07	5,98287e-08	1,00641e-07	8,31145e-08	-1,05840e-07	-7,51742e-08
regl	S3	403	1,90788	-0,50137	-0,85587	0,46	0,13	0,21	92,90	37,40	5,22	1,14587e-07	1,56335e-08	4,55170e-08	-5,61592e-08	-9,30226e-08	2,49709e-08
regl	S3	404	1,98507	-0,82312	0,77310	0,45	0,19	0,18	93,00	40,30	4,86	2,06996e-07	3,64510e-08	3,42117e-08	-8,54010e-08	7,94738e-08	-3,29542e-08
regl	S3	405	2,09489	-2,24160	-1,42838	0,33	0,36	0,24	92,80	68,10	4,91	1,10881e-07	1,26763e-07	5,66328e-08	-1,16432e-07	-7,25558e-08	7,76730e-08
regl	S3	406	2,20414	-2,61605	-0,57242	0,34	0,40	0,12	70,70	80,50	29,53	1,17082e-07	1,63855e-07	1,51008e-08	-1,35837e-07	-2,91961e-08	3,46522e-08
regl	S3	407	2,15914	-2,53841	0,24799	0,35	0,41	0,09	92,00	63,30	5,61	1,20251e-07	1,65253e-07	8,50783e-09	-1,38437e-07	1,33083e-08	-1,56460e-08
regl	S3	408	2,16167	-2,54534	0,85040	0,34	0,40	0,16	87,20	68,90	2,98	1,14052e-07	1,57160e-07	2,43658e-08	-1,31340e-07	4,30710e-08	-5,07156e-08
regl	S3	501	-1,44060	-1,38823	0,89321	0,34	0,33	0,22	91,20	65,70	4,98	1,18454e-07	1,10062e-07	4,77373e-08	1,13280e-07	-7,22119e-08	-6,95866e-08
regl	S3	502	-0,70299	0,22092	0,89546	0,31	0,10	0,40	90,50	40,00	6,92	9,66467e-08	9,65506e-09	1,56392e-07	-3,03341e-08	-1,22118e-07	3,83772e-08
regl	S3	503	-0,22728	-0,70119	0,89597	0,10	0,31	0,40	91,40	38,10	6,73	1,02029e-08	9,60658e-08	1,56432e-07	3,10994e-08	-3,94691e-08	-1,21765e-07
regl	S3	504	1,10603	-0,64661	0,89500	0,37	0,21	0,30	91,40	55,10	5,88	1,33631e-07	4,59161e-08	8,82213e-08	-7,79079e-08	1,07137e-07	-6,26348e-08
regl	S3	505	1,06582	-2,14799	0,89465	0,32	0,24	0,19	90,60	69,40	4,60	4,90456e-08	1,95241e-07	3,73492e-08	-9,62359e-08	3,96182e-08	-7,98440e-08
regl	S3	506	0,45453	-3,52955	0,89458	0,09	0,52	0,16	89,10	75,80	12,21	7,23073e-09	2,67040e-07	2,50351e-08	-3,40218e-08	8,44428e-09	-6,55725e-08
regl	S3	507	-1,05756	-2,04572	0,89482	0,17	0,49	0,16	89,80	74,60	27,68	3,05704e-08	2,36449e-07	2,64986e-08	8,13056e-08	-2,34631e-08	-6,75727e-08
regl	S3	508	-0,05252	-3,46943	0,89497	0,04	0,50	0,19	90,40	70,40	4,75	1,48301e-09	2,45210e-07	3,59547e-08	5,18663e-09	-1,47830e-08	-8,73055e-08
regl	S3	602	0,11765	-0,71462	-0,71462	0,04	0,47	0,22	90,80	64,70	3,00	1,78479e-09	2,22081e-07	4,63900e-08	-1,63913e-08	-7,32324e-09	9,89653e-08
regl	S4	101	-1,22592	1,78634	0,57936	0,29	0,42	0,15	92,40	44,20	4,12	8,23392e-08	1,73641e-07	2,11485e-08	-1,18441e-07	-3,80983e-08	5,55144e-08
regl	S4	102	-1,23465	1,79179	-0,46037	0,29	0,42	0,12	92,50	44,10	2,77	8,48088e-08	1,77440e-07	1,46441e-08	-1,21533e-07	3,09822e-08	-4,49630e-08

se nadaljuje ...

inst.	st.	tc.	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$\epsilon$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
regl	S4	104	0.67696	1.56082	-1.38832	0.16	0.37	0.33	93.40	41.40	4.17	2.66321e-08	1.38763e-07	1.10711e-07	5.99022e-08	-5.25146e-08	-1.21079e-07
regl	S4	105	1.56926	1.43678	-0.46309	0.38	0.35	0.12	93.00	42.90	4.40	1.41938e-07	1.19150e-07	1.51431e-08	1.29023e-07	-4.12731e-08	-3.77888e-08
regl	S4	106	2.18515	1.35264	-1.40738	0.40	0.25	0.26	93.00	56.40	4.39	1.57124e-07	6.11234e-08	6.87640e-08	9.63422e-07	-9.84343e-08	-6.09324e-08
regl	S4	107	2.52076	1.30120	0.61007	0.46	0.24	0.13	91.30	55.90	2.05	2.11774e-07	5.77564e-08	7.40070e-08	1.08382e-07	5.01553e-08	2.58898e-08
regl	S4	108	6.65472	0.81991	0.63736	0.56	0.12	0.18	90.20	76.00	2.95	3.14638e-07	1.42973e-08	3.09810e-08	3.75192e-08	3.38145e-09	3.8145e-09
regl	S4	109	7.04731	0.70359	-1.39260	0.56	0.12	0.21	89.00	76.80	0.14	3.13403e-07	1.47381e-08	4.35365e-08	3.01630e-08	-5.55378e-08	-5.54482e-09
regl	S4	201	14.30971	-1.87457	0.91653	0.64	0.23	0.36	88.60	2.90	3.65	4.08178e-07	5.30639e-08	1.31845e-07	-4.73321e-08	1.78628e-08	-2.34002e-09
regl	S4	203	14.33674	-2.67196	-0.93052	0.64	0.25	0.37	92.90	5.10	3.53	4.03696e-07	6.02227e-08	1.34619e-07	-6.63694e-08	-1.77431e-08	3.30681e-09
regl	S4	204	14.59795	-3.22353	1.20055	0.64	0.26	0.37	93.30	4.70	3.95	4.04558e-07	6.75604e-08	1.39709e-07	-7.82307e-08	2.21231e-09	-4.88524e-10
regl	S4	205	14.57080	-3.41104	0.75875	0.63	0.26	0.38	93.50	5.70	3.95	4.02921e-07	6.96001e-08	1.41043e-07	-8.23573e-08	1.38850e-08	-3.24953e-09
regl	S4	206	14.42430	-4.47433	0.12153	0.63	0.29	0.38	93.70	10.40	4.67	3.91123e-07	6.86102e-08	1.42578e-07	-1.05406e-07	2.16178e-09	-6.70572e-10
regl	S4	208	13.93079	-5.30212	0.90774	0.61	0.31	0.37	92.90	20.50	4.44	3.73698e-07	6.88826e-08	1.40420e-07	-1.23205e-07	1.60054e-08	-6.09174e-09
regl	S4	209	13.87214	-5.82575	-1.13810	0.61	0.33	0.38	93.00	15.10	4.91	3.68414e-07	1.06575e-07	1.43895e-07	-1.32489e-07	-1.95110e-08	8.19384e-09
regl	S4	301	12.60560	-5.90658	-0.93633	0.58	0.33	0.35	86.50	73.50	4.81	3.42148e-07	1.09150e-07	1.22960e-07	-1.39889e-07	-1.74210e-08	8.16290e-09
regl	S4	302	11.99955	-5.98344	0.40379	0.57	0.34	0.34	81.40	68.50	1.57	3.30056e-07	1.12460e-07	1.12374e-07	-1.44407e-07	8.46596e-10	-4.22145e-10
regl	S4	303	10.86183	-5.83022	0.76075	0.56	0.34	0.31	82.60	66.00	1.22	3.08594e-07	1.13252e-07	9.64566e-08	-1.47288e-07	1.58938e-08	-8.53116e-09
regl	S4	304	10.75318	-5.65375	-0.93930	0.56	0.33	0.31	89.10	70.30	0.08	3.08776e-07	1.09386e-07	9.45452e-08	-1.44886e-07	-1.99932e-08	1.05119e-08
regl	S4	305	7.38871	-5.35155	0.87682	0.48	0.36	0.23	90.40	63.70	4.33	3.24261e-07	1.31795e-07	5.52239e-08	-1.56109e-07	2.29487e-08	-1.66215e-08
regl	S4	306	6.28069	-5.02185	-1.36399	0.45	0.37	0.22	92.20	58.40	5.05	2.06930e-07	1.37541e-07	4.98748e-08	-1.53821e-07	-3.81989e-08	3.05427e-08
regl	S4	307	4.34541	-4.92593	0.87581	0.38	0.43	0.18	93.80	50.00	5.27	1.43549e-07	1.81698e-07	3.25680e-08	-1.51721e-07	2.54107e-08	-2.88054e-08
regl	S4	308	0.89437	-4.45621	-0.03396	0.13	0.53	0.11	92.60	19.50	5.82	1.59879e-08	2.86162e-07	1.29277e-08	-5.65001e-08	-4.18479e-10	2.08509e-09
regl	S4	309	-0.08858	-4.16113	-1.37583	0.06	0.52	0.20	93.10	19.70	6.64	4.01719e-09	2.67686e-07	3.99615e-08	5.61552e-09	1.79964e-09	8.45379e-08
regl	S4	310	-0.24169	-4.29866	0.65313	0.07	0.54	0.14	94.50	11.80	5.55	5.06858e-09	2.88166e-07	8.2314e-08	-1.59675e-08	-2.36065e-09	-4.19861e-08
regl	S4	311	-1.12760	-4.02502	-0.97579	0.16	0.51	0.16	93.60	14.30	6.69	2.40306e-08	2.60028e-07	2.61535e-08	7.17453e-08	1.69157e-08	6.03811e-08
regl	S4	401	-2.16229	-3.43691	-0.19595	0.29	0.46	0.10	90.60	60.30	2.42	8.53618e-08	2.09998e-07	1.09840e-08	1.28784e-07	7.22934e-09	1.14909e-08
regl	S4	402	-2.22618	-3.29021	-1.40327	0.29	0.43	0.21	91.50	64.40	0.93	8.48797e-08	1.81204e-07	4.24680e-08	1.20201e-07	4.97724e-08	7.35617e-08
regl	S4	403	-2.00123	-1.67201	-0.85223	0.39	0.32	0.18	92.70	50.60	4.56	1.48916e-07	1.04412e-07	3.10941e-08	1.23139e-07	6.19690e-08	5.17745e-08
regl	S4	404	-1.96253	-1.34378	0.77639	0.41	0.28	0.17	92.70	45.30	4.68	1.70256e-07	8.04982e-08	3.00777e-08	1.15705e-07	-6.61396e-08	-4.52868e-08
regl	S4	406	-1.49695	0.32182	-0.53572	0.48	0.10	0.17	91.30	20.20	5.99	2.27127e-07	1.10004e-08	3.05294e-08	-4.87151e-08	8.07121e-08	-1.73517e-08
regl	S4	407	-1.50128	0.31754	0.25295	0.50	0.11	0.09	94.40	9.60	7.02	2.47742e-07	1.15898e-08	8.50323e-09	-5.22894e-08	-4.14950e-08	8.77685e-09
regl	S4	408	-1.50271	0.32159	0.85463	0.44	0.10	0.25	91.20	28.10	2.34	1.96110e-07	9.48858e-09	6.47582e-08	-1.18550e-08	-1.10468e-07	2.36408e-08
regl	S4	501	1.43600	-2.05651	0.91102	0.29	0.41	0.19	90.70	70.00	4.97	8.14475e-08	1.65555e-07	3.62615e-08	-1.14614e-07	5.01420e-08	-7.18087e-08
regl	S4	502	0.16317	-3.29088	0.90669	0.06	0.51	0.16	87.40	74.30	4.80	3.08853e-09	2.65124e-07	2.68714e-08	-1.30247e-08	3.52235e-09	-7.10384e-08
regl	S4	503	0.05615	-2.25740	0.90599	0.04	0.49	0.20	89.30	68.50	4.91	1.29332e-09	2.37170e-07	4.13068e-08	-5.87110e-09	2.33086e-09	-9.37024e-08
regl	S4	504	-1.20705	-1.82436	0.90177	0.27	0.40	0.21	91.00	67.90	5.23	7.22682e-08	1.63706e-07	4.28223e-08	1.07600e-07	-5.26835e-08	-7.95542e-08
regl	S4	505	-0.62577	-0.44205	0.90559	0.27	0.19	0.39	92.00	41.00	6.46	7.32997e-08	3.66442e-08	1.53070e-07	5.16866e-08	-1.05165e-07	-7.42897e-08
regl	S4	506	0.44330	0.62464	0.90826	0.19	0.27	0.39	90.80	38.20	4.33	3.67374e-08	7.28095e-08	1.53490e-07	5.15790e-08	7.44843e-08	1.04952e-07
regl	S4	602	0.06284	-1.29959	-0.70286	0.03	0.45	0.25	90.00	63.10	3.52	8.59272e-10	2.04973e-07	6.09223e-08	-9.89301e-09	-5.32474e-09	1.10118e-07

## E Izravnave geodetske mreže Gradbena jama

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

### Gradbena jama Bavarski dvor - 4. izmera – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEO-  
DEZIJO - UL FGG

07-Jan-2016

10:04:39

### Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
11	2101.9966	1531.1802	301.9952
12	2047.4140	1529.2998	303.3657
13	2057.0955	1554.0390	302.5033
1	2103.1200	1587.6960	287.3510
2	2098.7990	1564.2810	287.4320
3	2105.0640	1551.6970	300.0560
4	2083.8550	1552.9470	299.9920
101	2110.9100	1580.2240	285.6710
102	2101.9940	1568.7530	285.9940
103	2098.9530	1584.3750	285.9920
1001	2117.5700	1603.2660	287.7820
1002	2115.9720	1591.4400	287.6670
1003	2114.7300	1579.4800	287.1220
1004	2113.3360	1567.6570	287.2350
1005	2111.9540	1555.5690	287.0950
1006	2107.9890	1552.5050	287.0850
1007	2096.3130	1553.5390	287.3000
1008	2084.6150	1554.4980	288.3120
1009	2081.5580	1557.8200	288.2070
1010	2082.9290	1569.4430	288.3890
1011	2088.2770	1582.1560	288.8150

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
1012	2093.8890	1594.5770	288.6410
1013	2094.9570	1604.4780	288.9800
1014	2098.2390	1610.3540	287.8600
1015	2106.0450	1610.5060	287.7420
1016	2115.0810	1609.3400	287.8010
2001	2116.4160	1596.8040	292.6940
2002	2115.3580	1584.7040	291.7570
2003	2114.0040	1572.6900	292.1020
2004	2112.6340	1560.8280	292.0380
2005	2111.6060	1552.5430	292.5990
2006	2103.7060	1552.8640	292.6070
2007	2089.2290	1554.0950	292.7940
2008	2081.6080	1554.6730	292.8550
2009	2082.0230	1564.5850	292.8720
2010	2087.6050	1575.0530	294.0300
2011	2088.8320	1586.5180	293.6450
2012	2093.5800	1599.9970	293.3210
2013	2095.0350	1609.8750	292.7410
2014	2103.2190	1610.9750	292.4400
2015	2111.1420	1609.8750	292.5040
2016	2117.9080	1608.5890	292.2430

## Seznam merjenih količin

### Smeri

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
1	1012	306.06177	1.30
1	2012	322.41554	1.30
1	1013	333.66680	1.30
1	2013	339.33455	1.30
1	1014	347.59582	1.30
1	2014	358.88217	1.30
1	1015	7.30687	1.30
1	2015	18.98581	1.30
1	1016	27.96122	1.30
1	2016	35.19313	1.30
1	1001	42.04887	1.30
1	2001	56.00280	1.30
1	1002	73.61391	1.30
1	2002	103.30150	1.30
1	1003	124.65663	1.30
1	101	133.06907	1.30
1	2003	143.58490	1.30
1	1004	152.44295	1.30
1	2004	159.99864	1.30
1	1005	163.99978	1.30
1	2005	165.79044	1.30
1	1006	171.35963	1.30
1	3	176.35322	1.30
1	2006	178.39814	1.30
1	102	182.87671	1.30
1	2	189.87359	1.30
1	1007	190.54959	1.30
1	2007	201.76426	1.30
1	4	208.46193	1.30
1	1008	208.51564	1.30
1	2008	212.50853	1.30
1	1009	215.18932	1.30
1	2009	221.85721	1.30
1	1010	227.32574	1.30
1	2010	230.18136	1.30
1	103	231.42955	1.30
1	1011	249.06575	1.30
1	2011	264.56591	1.30
2	1007	192.30746	1.30
2	2007	222.70648	1.30
2	4	232.62808	1.30
2	1008	235.02072	1.30
2	2008	240.57385	1.30
2	1009	249.05682	1.30
2	2009	270.90097	1.30
2	1010	287.83313	1.30
2	2010	313.40905	1.30
2	1011	329.56165	1.30

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
2	2011	335.77859	1.30
2	1012	350.47967	1.30
2	2012	351.78155	1.30
2	1013	354.33710	1.30
2	2013	354.97749	1.30
2	1014	359.18566	1.30
2	103	359.95369	1.30
2	2014	4.73831	1.30
2	1015	8.90822	1.30
2	1	10.17158	1.30
2	2015	14.70384	1.30
2	1016	19.38805	1.30
2	2016	23.29744	1.30
2	1001	25.31731	1.30
2	2001	28.66830	1.30
2	1002	32.29442	1.30
2	102	35.09210	1.30
2	101	36.89358	1.30
2	2002	38.71825	1.30
2	1003	46.09198	1.30
2	2003	60.69051	1.30
2	1004	77.01219	1.30
2	2004	103.72060	1.30
2	1005	123.14566	1.30
2	2005	132.05875	1.30
2	1006	141.27834	1.30
2	3	153.22200	1.30
2	2006	156.19116	1.30
3	11	188.64089	1.30
3	12	248.70298	1.30
3	13	272.67379	1.30
3	4	273.02891	1.30
3	2	333.25141	1.30
3	103	349.05215	1.30
3	102	349.50681	1.30
3	1014	353.25195	1.30
3	1	356.68021	1.30
3	2014	357.67287	1.30
3	1015	0.95459	1.30
3	2015	5.60488	1.30
3	1016	9.47867	1.30
3	101	11.38435	1.30
3	2016	12.69517	1.30
3	1001	13.32975	1.30
3	2001	14.31047	1.30
3	1002	15.35022	1.30
3	2002	17.07511	1.30
3	1003	19.03116	1.30
4	1014	13.98951	1.30
4	2014	17.97675	1.30
4	1015	21.08153	1.30
4	2015	25.29744	1.30

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
4	103	25.37075	1.30
4	1016	28.63114	1.30
4	1	28.82358	1.30
4	2016	31.46048	1.30
4	1001	33.54926	1.30
4	2001	36.73898	1.30
4	1002	39.82361	1.30
4	101	44.56045	1.30
4	2002	44.57384	1.30
4	102	48.75056	1.30
4	1003	49.16068	1.30
4	2	52.69159	1.30
4	3	93.06323	1.30
4	11	140.27128	1.30
4	12	237.13524	1.30
4	13	272.42849	1.30

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	2009	79.94579	1.30
1	1010	87.37450	1.30
1	2010	71.48927	1.30
1	103	102.90117	1.30
1	1011	84.67797	1.30
1	2011	65.13742	1.30
2	1007	90.39509	1.30
2	2007	68.30026	1.30
2	4	56.13296	1.30
2	1008	86.79543	1.30
2	2008	74.20876	1.30
2	1009	87.00745	1.30
2	2009	71.91887	1.30
2	1010	85.94730	1.30
2	2010	66.79643	1.30
2	1011	86.14010	1.30
2	2011	74.96029	1.30
2	1012	87.02059	1.30
2	2012	80.64852	1.30
2	1013	87.67536	1.30
2	2013	82.77890	1.30
2	1014	88.89548	1.30
2	103	93.69049	1.30
2	2014	83.23573	1.30
2	1015	89.40420	1.30
2	1	90.15654	1.30
2	2015	83.47527	1.30
2	1016	89.47175	1.30
2	2016	83.51902	1.30
2	1001	89.46986	1.30
2	2001	81.90159	1.30
2	1002	89.31207	1.30
2	102	104.43481	1.30
2	101	94.40533	1.30
2	2002	79.91370	1.30
2	1003	90.73071	1.30
2	2003	74.31899	1.30
2	1004	90.64512	1.30
2	2004	71.36389	1.30
2	1005	90.69233	1.30
2	2005	73.19802	1.30
2	1006	90.62244	1.30
2	3	47.78163	1.30
2	2006	66.75988	1.30
3	11	84.42020	1.30
3	12	86.85244	1.30
3	13	86.97229	1.30
3	4	90.30342	1.30
3	2	132.21830	1.30
3	103	112.85547	1.30
3	102	129.24873	1.30
3	1014	101.32183	1.30

Se nadaljuje

### Zenitne razdalje

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	1012	81.79023	1.30
1	2012	68.75236	1.30
1	1013	84.77864	1.30
1	2013	76.04902	1.30
1	1014	87.64257	1.30
1	2014	76.41488	1.30
1	1015	88.62779	1.30
1	2015	76.94027	1.30
1	1016	88.82530	1.30
1	2016	77.78532	1.30
1	1001	88.74376	1.30
1	2001	71.87504	1.30
1	1002	88.08561	1.30
1	2002	69.35675	1.30
1	1003	90.86859	1.30
1	101	97.81839	1.30
1	2003	75.08233	1.30
1	1004	90.26250	1.30
1	2004	80.31973	1.30
1	1005	90.21634	1.30
1	2005	81.64177	1.30
1	1006	90.15719	1.30
1	3	70.47089	1.30
1	2006	81.20438	1.30
1	102	94.05898	1.30
1	2	89.84237	1.30
1	1007	90.01811	1.30
1	2007	81.23062	1.30
1	4	72.32912	1.30
1	1008	88.44826	1.30
1	2008	81.86701	1.30
1	1009	88.40341	1.30

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
3	1	109.52886	1.30
3	2014	96.87371	1.30
3	1015	101.73422	1.30
3	2015	97.11926	1.30
3	1016	101.83407	1.30
3	101	116.08205	1.30
3	2016	97.07765	1.30
3	1001	103.05375	1.30
3	2001	99.10380	1.30
3	1002	106.66710	1.30
3	2002	103.10863	1.30
3	1003	113.84193	1.30
4	1014	101.17699	1.30
4	2014	96.56928	1.30
4	1015	101.08085	1.30
4	2015	96.50101	1.30
4	103	111.73351	1.30
4	1016	100.67370	1.30
4	1	107.67069	1.30
4	2016	96.22514	1.30
4	1001	101.37738	1.30
4	2001	97.62795	1.30
4	1002	103.67268	1.30
4	101	110.18606	1.30
4	2002	100.05077	1.30
4	102	120.21322	1.30
4	1003	107.53856	1.30
4	2	123.86665	1.30
4	3	89.69613	1.30
4	11	85.65236	1.30
4	12	85.37332	1.30
4	13	84.35188	1.30

### Poševne dolžine

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
1	1012	11.6370	0.20
1	2012	16.5785	0.20
1	1013	18.7289	0.20
1	2013	24.2833	0.20
1	1014	23.1778	0.20
1	2014	23.9306	0.20
1	1015	23.0594	0.20
1	2015	24.1782	0.20
1	1016	24.7229	0.20
1	2016	26.1792	0.20
1	1001	21.2358	0.20
1	2001	17.1277	0.20
1	1002	13.5011	0.20
1	2002	13.4215	0.20
1	1003	14.2301	0.20
1	101	10.8704	0.20
1	2003	19.1429	0.20

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
1	1004	22.5756	0.20
1	2004	28.8682	0.20
1	1005	33.2936	0.20
1	2005	36.4935	0.20
1	1006	35.4546	0.20
1	3	38.1709	0.20
1	2006	35.1606	0.20
1	102	19.0151	0.20
1	2	23.7968	0.20
1	1007	34.8171	0.20
1	2007	36.7305	0.20
1	4	41.6656	0.20
1	1008	38.0171	0.20
1	2008	39.7578	0.20
1	1009	36.8588	0.20
1	2009	31.7273	0.20
1	1010	27.2043	0.20
1	2010	21.1502	0.20
1	103	5.5131	0.20
1	1011	15.7866	0.20
1	2011	15.6763	0.20
2	1007	11.0262	0.20
2	2007	14.9692	0.20
2	4	22.5787	0.20
2	1008	17.2531	0.20
2	2008	20.4291	0.20
2	1009	18.4278	0.20
2	2009	17.6374	0.20
2	1010	16.7163	0.20
2	2010	16.8770	0.20
2	1011	20.7885	0.20
2	2011	25.1486	0.20
2	1012	30.7147	0.20
2	2012	36.5727	0.20
2	1013	40.4113	0.20
2	2013	46.0568	0.20
2	1014	46.0788	0.20
2	103	20.1358	0.20
2	2014	47.1696	0.20
2	1015	46.8398	0.20
2	1	23.7966	0.20
2	2015	47.5073	0.20
2	1016	47.9134	0.20
2	2016	48.4939	0.20
2	1001	43.2715	0.20
2	2001	37.3608	0.20
2	1002	32.1345	0.20
2	102	5.6597	0.20
2	101	20.1003	0.20
2	2002	26.6472	0.20
2	1003	22.0212	0.20
2	2003	17.9926	0.20

Se nadaljuje

*... nadaljevanje preglednice*

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
2	1004	14.9248	0.20
2	2004	14.9878	0.20
2	1005	15.7816	0.20
2	2005	18.1259	0.20
2	1006	14.9419	0.20
2	3	18.8925	0.20
2	2006	13.4604	0.20
3	11	20.9339	0.20
3	12	62.0356	0.20
3	13	48.1582	0.20
3	4	21.2318	0.20
3	2	18.8923	0.20
3	103	36.0206	0.20
3	102	22.2953	0.20
3	1014	60.1391	0.20
3	1	38.1709	0.20
3	2014	59.6510	0.20
3	1015	60.0255	0.20
3	2015	58.8753	0.20
3	1016	59.7487	0.20
3	101	32.3860	0.20
3	2016	58.6084	0.20
3	1001	54.4339	0.20
3	2001	46.9700	0.20
3	1002	42.9169	0.20
3	2002	35.3976	0.20
3	1003	32.1008	0.20
4	1014	60.3294	0.20
4	2014	61.4223	0.20
4	1015	62.9349	0.20
4	2015	63.4584	0.20
4	103	37.4792	0.20
4	1016	65.5507	0.20
4	1	41.6655	0.20
4	2016	65.5653	0.20
4	1001	61.7554	0.20
4	2001	55.1415	0.20
4	1002	51.5989	0.20
4	101	40.9382	0.20
4	2002	45.3573	0.20
4	102	27.8079	0.20
4	1003	42.6854	0.20
4	2	22.5784	0.20
4	3	21.2318	0.20
4	11	28.3373	0.20
4	12	43.6260	0.20
4	13	26.9911	0.20

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:  $\sigma_{0s}=1.30$  ["]  
natančnost zenitnih razdalj:  $\sigma_{0z}=1.30$  ["]  
natančnost poševnih dolžin:  $\sigma_{0l}=0.20$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 11, 12, 13.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0z}$  in  $\sigma_{0l}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
11	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000
1	-0.0572	-0.0031	-0.1510
2	0.0415	-0.0073	-0.1670
3	0.0698	0.0807	-0.0962
4	0.0769	-0.0399	-0.1448
101	-0.0240	0.0671	0.0508
102	0.0014	0.0029	-0.1398
103	-0.1117	-0.0071	-0.0231
1001	-0.1920	0.1065	-0.1166
1002	0.0593	-0.0186	-0.0168
1003	-0.0123	0.0509	-0.1378
1004	0.0494	-0.0416	-0.1382
1005	0.0924	0.0647	-0.0207
1006	0.1888	0.1025	0.0177
1007	0.1679	-0.0364	-0.1110
1008	0.1025	-0.0879	-0.0825
1009	0.0891	-0.1099	0.0200
1010	0.0416	-0.0492	0.0575
1011	0.0710	0.0094	-0.1506
1012	-0.0989	-0.0452	0.2198
1013	-0.0664	-0.0196	-0.0756
1014	-0.0141	-0.0114	0.2936
1015	0.0880	0.0346	0.0099
1016	-0.2962	0.1158	-0.0942
2001	0.1966	-0.0898	-0.1656
2002	-0.0882	0.0254	0.1742
2003	-0.0505	0.0511	0.0261
2004	0.0010	0.0654	0.0166
2005	0.1082	0.0954	-0.0944
2006	0.1186	0.0892	-0.0305

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
2007	0.1692	-0.0348	0.0060
2008	0.1019	-0.0430	-0.0304
2009	0.0534	-0.0334	-0.1330
2010	-0.0247	-0.1096	-0.1153
2011	0.0617	-0.0867	0.1464
2012	0.1333	-0.0018	-0.1127
2013	-0.1570	-0.0779	0.3132
2014	-0.4695	-0.0169	0.3805
2015	-0.2815	0.0448	0.1594
2016	0.0303	-0.0721	0.4952

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta \text{ori}$ ["]
1	-639.01
2	-871.39
3	-589.11
4	-542.48

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 1.377213

## Popravki neznank v 2. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
11	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0002	-0.0001	-0.0005
2	0.0003	0.0001	-0.0004
3	-0.0001	-0.0003	-0.0002
4	0.0000	-0.0002	-0.0002
101	-0.0004	-0.0001	-0.0010
102	0.0002	-0.0003	-0.0004
103	0.0002	0.0001	-0.0002
1001	-0.0002	-0.0008	-0.0004
1002	-0.0000	-0.0005	0.0003
1003	0.0001	-0.0001	-0.0004
1004	0.0004	0.0001	-0.0004
1005	-0.0003	0.0005	-0.0004
1006	-0.0008	0.0015	-0.0004
1007	0.0004	0.0008	-0.0004
1008	0.0005	0.0004	-0.0004
1009	0.0011	0.0006	-0.0004
1010	0.0012	0.0001	-0.0005
1011	0.0003	0.0001	-0.0005
1012	0.0034	-0.0027	0.0005
1013	0.0003	-0.0002	-0.0005
1014	0.0007	-0.0026	-0.0007

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
1015	0.0004	-0.0006	-0.0001
1016	-0.0003	-0.0014	-0.0004
2001	0.0007	-0.0016	-0.0007
2002	-0.0015	-0.0003	0.0001
2003	-0.0002	-0.0003	-0.0005
2004	-0.0006	0.0001	-0.0006
2005	-0.0003	0.0003	-0.0004
2006	-0.0006	0.0008	-0.0006
2007	0.0006	0.0013	-0.0007
2008	0.0005	0.0005	-0.0005
2009	0.0003	0.0002	-0.0004
2010	0.0007	-0.0001	-0.0004
2011	0.0020	0.0003	-0.0009
2012	-0.0003	-0.0009	-0.0007
2013	0.0017	-0.0037	-0.0002
2014	0.0006	-0.0064	-0.0000
2015	-0.0002	-0.0023	-0.0005
2016	-0.0025	-0.0041	0.0000

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta_{ori}$ ["]
1	1.87
2	2.07
3	0.63
4	1.00

Po 2. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.012224

Popravki po 3. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.  
Norma vektorja popravkov je 0.000001

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 11, 12, 13.

Število iteracij: 3.

Norma vektorja popravkov 0.000001

Število meritev:	116 smeri
	116 zenitnih razdalj
	116 poševnih dolžin
	<hr/>
	348

Število neznank:	117 koordinat
	4 orientacijskih
	<hr/>
	121

Nadštevilnost:	348 meritev
	-121 neznank
	+0 defekt datuma
	<hr/>
	227

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 1.34e-08$   
Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 1.61e-08$   
Globani test modela: 1.10

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
11	2101.9966	1531.1802	301.9952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	2047.4140	1529.2998	303.3657	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	2057.0955	1554.0390	302.5033	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2103.0630	1587.6927	287.1995	0.21	0.15	0.10	0.24	0.10	0.10
2	2098.8408	1564.2738	287.2646	0.13	0.14	0.10	0.17	0.10	0.10
3	2105.1337	1551.7774	299.9596	0.10	0.15	0.09	0.16	0.09	0.09
4	2083.9320	1552.9069	299.8470	0.11	0.11	0.09	0.12	0.09	0.09
101	2110.8856	1580.2911	285.7208	0.20	0.19	0.12	0.25	0.12	0.12
102	2101.9956	1568.7557	285.8538	0.15	0.16	0.11	0.19	0.13	0.11
103	2098.8415	1584.3680	285.9687	0.21	0.15	0.11	0.22	0.14	0.11
1001	2117.3779	1603.3717	287.6650	0.29	0.22	0.15	0.33	0.16	0.15
1002	2116.0313	1591.4209	287.6505	0.25	0.20	0.13	0.29	0.14	0.13
1003	2114.7178	1579.5307	286.9838	0.20	0.20	0.12	0.25	0.12	0.12
1004	2113.3857	1567.6154	287.0964	0.19	0.20	0.13	0.23	0.16	0.13
1005	2112.0460	1555.6342	287.0739	0.18	0.21	0.14	0.24	0.15	0.14
1006	2108.1769	1552.6089	287.1023	0.17	0.21	0.14	0.23	0.14	0.14
1007	2096.4813	1553.5034	287.1886	0.14	0.20	0.12	0.20	0.14	0.12
1008	2084.7181	1554.4105	288.2291	0.19	0.17	0.15	0.19	0.17	0.15
1009	2081.6482	1557.7107	288.2266	0.20	0.17	0.15	0.20	0.17	0.15
1010	2082.9718	1569.3938	288.4459	0.21	0.16	0.14	0.21	0.15	0.14
1011	2088.3483	1582.1656	288.6639	0.22	0.16	0.13	0.23	0.15	0.13
1012	2093.7935	1594.5290	288.8612	0.27	0.17	0.13	0.28	0.14	0.13
1013	2094.8910	1604.4582	288.9039	0.30	0.20	0.16	0.31	0.17	0.16
1014	2098.2256	1610.3400	288.1529	0.32	0.17	0.16	0.33	0.16	0.15
1015	2106.1334	1610.5400	287.7517	0.32	0.19	0.16	0.34	0.16	0.15
1016	2114.7845	1609.4544	287.7063	0.32	0.21	0.17	0.35	0.17	0.15
2001	2116.6133	1596.7126	292.5278	0.26	0.21	0.14	0.30	0.15	0.14
2002	2115.2682	1584.7291	291.9313	0.22	0.20	0.13	0.27	0.13	0.12
2003	2113.9534	1572.7408	292.1276	0.19	0.21	0.14	0.24	0.15	0.14
2004	2112.6344	1560.8935	292.0540	0.19	0.20	0.14	0.23	0.16	0.14
2005	2111.7139	1552.6387	292.5042	0.18	0.22	0.15	0.23	0.16	0.15
2006	2103.8239	1552.9539	292.5759	0.15	0.21	0.14	0.22	0.14	0.13
2007	2089.3988	1554.0615	292.7994	0.17	0.17	0.15	0.19	0.16	0.14
2008	2081.7105	1554.6304	292.8241	0.19	0.17	0.16	0.19	0.17	0.16
2009	2082.0766	1564.5517	292.7386	0.20	0.16	0.15	0.21	0.16	0.15
2010	2087.5810	1574.9433	293.9142	0.20	0.16	0.14	0.21	0.14	0.14
2011	2088.8956	1586.4316	293.7905	0.24	0.15	0.14	0.25	0.15	0.14
2012	2093.7130	1599.9943	293.2075	0.28	0.19	0.15	0.30	0.16	0.15
2013	2094.8797	1609.7933	293.0540	0.33	0.20	0.18	0.34	0.19	0.18
2014	2102.7501	1610.9517	292.8205	0.32	0.18	0.16	0.34	0.16	0.15
2015	2110.8603	1609.9174	292.6629	0.31	0.20	0.17	0.34	0.17	0.15
2016	2117.9358	1608.5127	292.7382	0.31	0.22	0.17	0.35	0.17	0.15

### Orientacijske smeri

Točka	o [°]	$\sigma_o$ ["]
1	0.34715	0.91
2	0.04911	0.90
3	0.02032	0.85
4	-0.01416	0.79

## Izravnane meritve

### Smeri

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		s [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	s [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
1	1012	306.06177	1.30	-0.39	0.48	306.06166	1.34	0.80
1	2012	322.41554	1.30	-0.17	0.56	322.41549	1.31	0.30
1	1013	333.66680	1.30	-0.24	0.60	333.66673	1.30	0.40
1	2013	339.33455	1.30	-0.20	0.65	339.33450	1.27	0.30
1	1014	347.59582	1.30	-0.42	0.85	347.59570	1.15	0.50
1	2014	358.88217	1.30	-0.29	0.83	358.88209	1.16	0.35
1	1015	7.30687	1.30	-0.04	0.83	7.30687	1.16	0.04
1	2015	18.98581	1.30	-0.14	0.83	18.98577	1.16	0.17
1	1016	27.96122	1.30	-0.39	0.86	27.96111	1.14	0.45
1	2016	35.19313	1.30	-0.51	0.88	35.19299	1.12	0.58
1	1001	42.04887	1.30	0.05	0.84	42.04889	1.16	0.06
1	2001	56.00280	1.30	0.12	0.78	56.00283	1.19	0.15
1	1002	73.61391	1.30	0.57	0.75	73.61407	1.21	0.76
1	2002	103.30150	1.30	-1.28	0.77	103.30115	1.20	1.65
1	1003	124.65663	1.30	1.01	0.84	124.65691	1.15	1.19
1	101	133.06907	1.30	0.02	0.70	133.06907	1.25	0.03
1	2003	143.58490	1.30	-0.37	0.73	143.58480	1.22	0.51
1	1004	152.44295	1.30	0.15	0.83	152.44300	1.16	0.18
1	2004	159.99864	1.30	-0.32	1.05	159.99855	0.96	0.31
1	1005	163.99978	1.30	-0.69	1.16	163.99959	0.83	0.60
1	2005	165.79044	1.30	-1.85	1.20	165.78993	0.77	1.54
1	1006	171.35963	1.30	-0.03	1.23	171.35962	0.73	0.02
1	3	176.35322	1.30	-0.53	1.35	176.35307	0.46	0.39
1	2006	178.39814	1.30	-0.47	1.28	178.39801	0.64	0.37
1	102	182.87671	1.30	8.19	1.25	182.87899	0.70	6.57
1	2	189.87359	1.30	-2.36	1.37	189.87294	0.41	1.73
1	1007	190.54959	1.30	-0.71	1.32	190.54939	0.54	0.54
1	2007	201.76426	1.30	0.78	1.27	201.76448	0.64	0.61
1	4	208.46193	1.30	0.73	1.34	208.46214	0.50	0.55
1	1008	208.51564	1.30	1.65	1.23	208.51609	0.72	1.33
1	2008	212.50853	1.30	-0.80	1.22	212.50831	0.75	0.66
1	1009	215.18932	1.30	-0.34	1.19	215.18922	0.78	0.28
1	2009	221.85721	1.30	0.82	1.11	221.85744	0.90	0.74
1	1010	227.32574	1.30	0.42	0.98	227.32585	1.04	0.43
1	2010	230.18136	1.30	-0.17	0.81	230.18132	1.18	0.21
1	103	231.42955	1.30	-0.68	0.40	231.42936	1.37	1.70
1	1011	249.06575	1.30	-0.59	0.63	249.06558	1.28	0.94
1	2011	264.56591	1.30	-0.52	0.59	264.56576	1.30	0.87
2	1007	192.30746	1.30	0.23	0.42	192.30753	1.37	0.55
2	2007	222.70648	1.30	-0.27	0.50	222.70640	1.34	0.55
2	4	232.62808	1.30	-0.41	1.14	232.62796	0.86	0.36
2	1008	235.02072	1.30	-0.60	0.59	235.02055	1.30	1.02
2	2008	240.57385	1.30	0.32	0.65	240.57394	1.27	0.49

$\tau_{krit} = 1.9581$

\*

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9581$
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
2	1009	249.05682	1.30	0.14	0.65	249.05686	1.27	0.22	
2	2009	270.90097	1.30	-0.73	0.65	270.90077	1.27	1.11	
2	1010	287.83313	1.30	-0.82	0.67	287.83290	1.26	1.22	
2	2010	313.40905	1.30	-0.00	0.64	313.40905	1.28	0.00	
2	1011	329.56165	1.30	0.23	0.78	329.56171	1.20	0.29	
2	2011	335.77859	1.30	0.40	0.94	335.77870	1.07	0.42	
2	1012	350.47967	1.30	0.65	1.15	350.47985	0.84	0.56	
2	2012	351.78155	1.30	0.56	1.24	351.78171	0.71	0.45	
2	1013	354.33710	1.30	0.29	1.25	354.33718	0.70	0.23	
2	2013	354.97749	1.30	0.28	1.23	354.97757	0.72	0.23	
2	1014	359.18566	1.30	0.26	1.28	359.18574	0.64	0.21	
2	103	359.95369	1.30	-2.77	1.13	359.95292	0.87	2.45	!
2	2014	4.73831	1.30	-0.08	1.28	4.73829	0.63	0.07	
2	1015	8.90822	1.30	0.37	1.28	8.90832	0.63	0.29	
2	1	10.17158	1.30	-2.17	1.37	10.17098	0.41	1.58	
2	2015	14.70384	1.30	0.20	1.28	14.70389	0.63	0.15	
2	1016	19.38805	1.30	0.65	1.28	19.38823	0.64	0.51	
2	2016	23.29744	1.30	0.27	1.27	23.29751	0.65	0.21	
2	1001	25.31731	1.30	0.43	1.28	25.31743	0.64	0.34	
2	2001	28.66830	1.30	-0.31	1.28	28.66822	0.64	0.24	
2	1002	32.29442	1.30	-0.13	1.24	32.29439	0.71	0.10	
2	102	35.09210	1.30	1.44	0.51	35.09250	1.33	2.81	!
2	101	36.89358	1.30	0.18	1.02	36.89363	1.00	0.18	
2	2002	38.71825	1.30	0.85	1.15	38.71849	0.85	0.74	
2	1003	46.09198	1.30	-0.38	1.05	46.09187	0.96	0.37	
2	2003	60.69051	1.30	0.53	0.70	60.69066	1.25	0.76	
2	1004	77.01219	1.30	-0.64	0.61	77.01201	1.29	1.06	
2	2004	103.72060	1.30	-0.00	0.59	103.72060	1.30	0.01	
2	1005	123.14566	1.30	0.38	0.61	123.14577	1.29	0.63	
2	2005	132.05875	1.30	0.94	0.62	132.05902	1.28	1.51	
2	1006	141.27834	1.30	-0.14	0.55	141.27830	1.32	0.24	
2	3	153.22200	1.30	-0.28	1.11	153.22193	0.90	0.25	
2	2006	156.19116	1.30	0.14	0.47	156.19120	1.35	0.29	
3	11	188.64089	1.30	-4.11	1.06	188.63975	0.96	3.89	*
3	12	248.70298	1.30	-2.08	1.29	248.70240	0.60	1.61	
3	13	272.67379	1.30	4.72	1.28	272.67510	0.62	3.68	*
3	4	273.02891	1.30	0.51	1.27	273.02905	0.65	0.40	
3	2	333.25141	1.30	-2.51	1.24	333.25072	0.71	2.02	!
3	103	349.05215	1.30	-0.22	1.28	349.05209	0.63	0.17	
3	102	349.50681	1.30	3.36	1.12	349.50774	0.88	2.99	!
3	1014	353.25195	1.30	0.34	1.32	353.25205	0.56	0.25	
3	1	356.68021	1.30	-1.08	1.37	356.67991	0.39	0.78	
3	2014	357.67287	1.30	0.36	1.32	357.67297	0.56	0.27	
3	1015	0.95459	1.30	-0.97	1.31	0.95432	0.56	0.74	
3	2015	5.60488	1.30	0.32	1.31	5.60497	0.57	0.24	
3	1016	9.47867	1.30	0.01	1.31	9.47868	0.58	0.01	
3	101	11.38435	1.30	0.69	1.25	11.38454	0.70	0.55	
3	2016	12.69517	1.30	0.25	1.30	12.69524	0.59	0.19	
3	1001	13.32975	1.30	0.58	1.30	13.32991	0.58	0.44	
3	2001	14.31047	1.30	-0.06	1.30	14.31045	0.59	0.05	
3	1002	15.35022	1.30	-0.54	1.27	15.35007	0.65	0.43	
3	2002	17.07511	1.30	0.76	1.23	17.07532	0.72	0.62	
3	1003	19.03116	1.30	-0.31	1.21	19.03107	0.76	0.26	
4	1014	13.98951	1.30	0.51	1.31	13.98965	0.56	0.39	

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
4	2014	17.97675	1.30	0.43	1.32	17.97687	0.55	0.32
4	1015	21.08153	1.30	1.15	1.32	21.08185	0.54	0.87
4	2015	25.29744	1.30	-0.19	1.32	25.29739	0.54	0.14
4	103	25.37075	1.30	-0.40	1.34	25.37064	0.49	0.30
4	1016	28.63114	1.30	0.22	1.32	28.63120	0.54	0.17
4	1	28.82358	1.30	-0.46	1.38	28.82345	0.38	0.33
4	2016	31.46048	1.30	0.33	1.32	31.46057	0.55	0.25
4	1001	33.54926	1.30	-1.46	1.33	33.54886	0.52	1.10
4	2001	36.73898	1.30	0.02	1.34	36.73899	0.50	0.01
4	1002	39.82361	1.30	-0.17	1.33	39.82357	0.51	0.13
4	101	44.56045	1.30	-0.99	1.30	44.56017	0.60	0.76
4	2002	44.57384	1.30	-1.82	1.31	44.57334	0.56	1.38
4	102	48.75056	1.30	0.93	1.31	48.75082	0.58	0.71
4	1003	49.16068	1.30	-0.14	1.30	49.16064	0.59	0.11
4	2	52.69159	1.30	-1.28	1.29	52.69123	0.62	1.00
4	3	93.06323	1.30	1.10	1.30	93.06354	0.59	0.84
4	11	140.27128	1.30	3.86	1.06	140.27235	0.96	3.65
4	12	237.13524	1.30	-6.38	1.21	237.13347	0.75	5.25
4	13	272.42849	1.30	4.73	1.05	272.42980	0.97	4.50

$\tau_{krit} = 1.9581$

\*  
\*  
\*

### Zenitne razdalje

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
1	1012	81.79023	1.30	0.41	0.50	81.79034	1.34	0.82
1	2012	68.75236	1.30	0.54	0.59	68.75251	1.30	0.92
1	1013	84.77864	1.30	0.32	0.60	84.77873	1.30	0.54
1	2013	76.04902	1.30	0.22	0.67	76.04908	1.26	0.33
1	1014	87.64257	1.30	0.13	0.85	87.64260	1.14	0.16
1	2014	76.41488	1.30	0.66	0.88	76.41506	1.13	0.75
1	1015	88.62779	1.30	0.18	0.84	88.62784	1.15	0.21
1	2015	76.94027	1.30	0.83	0.88	76.94050	1.12	0.94
1	1016	88.82530	1.30	0.25	0.87	88.82537	1.13	0.28
1	2016	77.78532	1.30	1.18	0.91	77.78565	1.10	1.30
1	1001	88.74376	1.30	0.93	0.83	88.74402	1.16	1.11
1	2001	71.87504	1.30	0.21	0.80	71.87510	1.18	0.27
1	1002	88.08561	1.30	0.35	0.72	88.08571	1.23	0.48
1	2002	69.35675	1.30	-0.17	0.80	69.35671	1.18	0.21
1	1003	90.86859	1.30	-0.24	0.90	90.86852	1.11	0.27
1	101	97.81839	1.30	0.75	0.79	97.81860	1.19	0.96
1	2003	75.08233	1.30	-1.07	1.01	75.08203	1.01	1.06
1	1004	90.26250	1.30	-2.99	1.17	90.26167	0.82	2.56
1	2004	80.31973	1.30	-1.59	1.24	80.31929	0.71	1.28
1	1005	90.21634	1.30	-0.51	1.28	90.21620	0.64	0.40
1	2005	81.64177	1.30	0.46	1.26	81.64190	0.67	0.37
1	1006	90.15719	1.30	-0.16	1.30	90.15715	0.58	0.12
1	3	70.47089	1.30	-0.22	1.39	70.47083	0.31	0.16
1	2006	81.20438	1.30	0.44	1.31	81.20450	0.58	0.33
1	102	94.05898	1.30	-1.79	1.30	94.05848	0.59	1.38
1	2	89.84237	1.30	3.38	1.39	89.84330	0.31	2.43
1	1007	90.01811	1.30	-0.28	1.35	90.01803	0.47	0.21
1	2007	81.23062	1.30	0.18	1.30	81.23067	0.59	0.14
1	4	72.32912	1.30	-0.03	1.40	72.32911	0.30	0.02

$\tau_{krit} = 1.9581$

!  
!  
!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9581$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
1	1008	88.44826	1.30	-0.22	1.29	88.44820	0.61	0.17	
1	2008	81.86701	1.30	0.26	1.26	81.86709	0.67	0.21	
1	1009	88.40341	1.30	-0.71	1.27	88.40321	0.66	0.56	
1	2009	79.94579	1.30	-0.86	1.23	79.94555	0.73	0.70	
1	1010	87.37450	1.30	-1.88	1.20	87.37398	0.77	1.56	
1	2010	71.48927	1.30	0.82	1.07	71.48950	0.95	0.77	
1	103	102.90117	1.30	0.20	0.45	102.90122	1.36	0.45	
1	1011	84.67797	1.30	-1.15	0.85	84.67765	1.15	1.36	
1	2011	65.13742	1.30	0.49	0.74	65.13755	1.22	0.65	
2	1007	90.39509	1.30	0.09	0.43	90.39512	1.36	0.21	
2	2007	68.30026	1.30	-0.11	0.54	68.30023	1.32	0.21	
2	4	56.13296	1.30	-0.66	1.32	56.13277	0.54	0.50	
2	1008	86.79543	1.30	0.08	0.59	86.79545	1.30	0.13	
2	2008	74.20876	1.30	-0.07	0.65	74.20874	1.27	0.11	
2	1009	87.00745	1.30	0.36	0.63	87.00755	1.28	0.57	
2	2009	71.91887	1.30	0.38	0.69	71.91897	1.25	0.55	
2	1010	85.94730	1.30	1.13	0.74	85.94761	1.22	1.53	
2	2010	66.79643	1.30	-0.58	0.87	66.79627	1.14	0.68	
2	1011	86.14010	1.30	1.58	1.11	86.14054	0.90	1.42	
2	2011	74.96029	1.30	-0.56	1.16	74.96013	0.83	0.48	
2	1012	87.02059	1.30	-1.07	1.32	87.02029	0.56	0.81	
2	2012	80.64852	1.30	-1.12	1.28	80.64821	0.63	0.87	
2	1013	87.67536	1.30	-0.72	1.29	87.67516	0.62	0.56	
2	2013	82.77890	1.30	-0.46	1.26	82.77877	0.68	0.36	
2	1014	88.89548	1.30	-0.22	1.30	88.89541	0.59	0.17	
2	103	93.69049	1.30	-1.69	1.32	93.69002	0.55	1.28	
2	2014	83.23573	1.30	-0.07	1.30	83.23571	0.59	0.05	
2	1015	89.40420	1.30	-0.19	1.31	89.40415	0.58	0.15	
2	1	90.15654	1.30	0.57	1.39	90.15670	0.31	0.41	
2	2015	83.47527	1.30	0.35	1.30	83.47537	0.59	0.27	
2	1016	89.47175	1.30	0.02	1.30	89.47176	0.59	0.02	
2	2016	83.51902	1.30	0.17	1.29	83.51907	0.61	0.13	
2	1001	89.46986	1.30	-0.11	1.30	89.46983	0.58	0.09	
2	2001	81.90159	1.30	0.07	1.31	81.90161	0.58	0.06	
2	1002	89.31207	1.30	-0.62	1.32	89.31189	0.55	0.47	
2	102	104.43481	1.30	1.44	0.53	104.43521	1.33	2.74	!
2	101	94.40533	1.30	-0.76	1.24	94.40512	0.70	0.61	
2	2002	79.91370	1.30	0.02	1.27	79.91371	0.65	0.02	
2	1003	90.73071	1.30	-0.50	1.22	90.73057	0.74	0.41	
2	2003	74.31899	1.30	0.79	0.95	74.31921	1.07	0.83	
2	1004	90.64512	1.30	1.97	0.77	90.64567	1.20	2.55	!
2	2004	71.36389	1.30	0.75	0.65	71.36410	1.27	1.15	
2	1005	90.69233	1.30	0.24	0.61	90.69240	1.29	0.40	
2	2005	73.19802	1.30	-0.34	0.63	73.19792	1.28	0.53	
2	1006	90.62244	1.30	0.07	0.55	90.62246	1.32	0.13	
2	3	47.78163	1.30	-0.83	1.30	47.78140	0.59	0.64	
2	2006	66.75988	1.30	-0.19	0.51	66.75983	1.33	0.38	
3	11	84.42020	1.30	-1.91	1.08	84.41967	0.93	1.77	
3	12	86.85244	1.30	0.28	1.39	86.85252	0.31	0.20	
3	13	86.97229	1.30	-0.25	1.37	86.97222	0.41	0.18	
3	4	90.30342	1.30	0.67	1.29	90.30360	0.61	0.52	
3	2	132.21830	1.30	1.09	1.30	132.21860	0.59	0.84	
3	103	112.85547	1.30	1.22	1.36	112.85581	0.42	0.89	
3	102	129.24873	1.30	-2.65	1.30	129.24799	0.59	2.04	!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
3	1014	101.32183	1.30	0.64	1.35	101.32201	0.47	0.48
3	1	109.52886	1.30	1.13	1.39	109.52917	0.31	0.81
3	2014	96.87371	1.30	-0.15	1.34	96.87366	0.49	0.11
3	1015	101.73422	1.30	1.05	1.35	101.73451	0.48	0.78
3	2015	97.11926	1.30	-0.18	1.34	97.11921	0.50	0.14
3	1016	101.83407	1.30	0.16	1.34	101.83412	0.50	0.12
3	101	116.08205	1.30	0.08	1.33	116.08208	0.53	0.06
3	2016	97.07765	1.30	-0.28	1.33	97.07757	0.52	0.21
3	1001	103.05375	1.30	-0.61	1.34	103.05358	0.49	0.46
3	2001	99.10380	1.30	0.15	1.33	99.10384	0.51	0.11
3	1002	106.66710	1.30	-0.14	1.35	106.66706	0.46	0.10
3	2002	103.10863	1.30	1.09	1.32	103.10893	0.55	0.83
3	1003	113.84193	1.30	0.36	1.31	113.84203	0.57	0.27
4	1014	101.17699	1.30	-0.39	1.35	101.17688	0.48	0.29
4	2014	96.56928	1.30	-1.45	1.34	96.56888	0.48	1.08
4	1015	101.08085	1.30	-1.18	1.35	101.08053	0.46	0.87
4	2015	96.50101	1.30	-2.08	1.35	96.50043	0.47	1.54
4	103	111.73351	1.30	0.71	1.35	111.73370	0.46	0.52
4	1016	100.67370	1.30	-1.02	1.35	100.67342	0.46	0.75
4	1	107.67069	1.30	0.71	1.40	107.67089	0.30	0.51
4	2016	96.22514	1.30	-2.55	1.35	96.22443	0.47	1.89
4	1001	101.37738	1.30	-1.56	1.36	101.37694	0.44	1.15
4	2001	97.62795	1.30	-0.71	1.36	97.62775	0.44	0.52
4	1002	103.67268	1.30	-0.71	1.37	103.67249	0.40	0.52
4	101	110.18606	1.30	-1.57	1.36	110.18563	0.42	1.15
4	2002	100.05077	1.30	-0.19	1.35	100.05071	0.46	0.14
4	102	120.21322	1.30	-2.58	1.33	120.21250	0.51	1.93
4	1003	107.53856	1.30	0.08	1.36	107.53858	0.45	0.06
4	2	123.86665	1.30	2.09	1.32	123.86723	0.54	1.58
4	3	89.69613	1.30	0.95	1.29	89.69640	0.61	0.74
4	11	85.65236	1.30	0.19	1.25	85.65241	0.68	0.15
4	12	85.37332	1.30	1.74	1.36	85.37380	0.44	1.28
4	13	84.35188	1.30	1.56	1.23	84.35231	0.72	1.27

$\tau_{krit} = 1.9581$

### Poševne dolžine

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{vl}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
1	1012	11.63701	0.20	-0.05	0.15	11.63696	0.16	0.29
1	2012	16.57847	0.20	0.00	0.15	16.57847	0.16	0.02
1	1013	18.72889	0.20	-0.08	0.15	18.72881	0.16	0.51
1	2013	24.28332	0.20	-0.05	0.15	24.28327	0.16	0.31
1	1014	23.17776	0.20	0.02	0.19	23.17778	0.12	0.08
1	2014	23.93061	0.20	-0.08	0.18	23.93053	0.12	0.42
1	1015	23.05937	0.20	-0.09	0.19	23.05928	0.12	0.49
1	2015	24.17817	0.20	-0.01	0.19	24.17816	0.12	0.07
1	1016	24.72291	0.20	-0.03	0.19	24.72288	0.12	0.16
1	2016	26.17919	0.20	-0.03	0.18	26.17916	0.12	0.15
1	1001	21.23585	0.20	-0.01	0.18	21.23584	0.12	0.03
1	2001	17.12766	0.20	-0.00	0.18	17.12766	0.12	0.01
1	1002	13.50113	0.20	-0.06	0.18	13.50107	0.12	0.31
1	2002	13.42153	0.20	0.13	0.19	13.42166	0.12	0.67
1	1003	14.23010	0.20	0.13	0.19	14.23023	0.11	0.69
1	101	10.87035	0.20	0.00	0.20	10.87035	0.10	0.01

$\tau_{krit} = 1.9581$

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
1	2003	19.14287	0.20	-0.07	0.19	19.14280	0.11	0.37
1	1004	22.57563	0.20	0.21	0.19	22.57584	0.10	1.06
1	2004	28.86820	0.20	0.08	0.18	28.86828	0.12	0.46
1	1005	33.29362	0.20	-0.06	0.17	33.29356	0.14	0.38
1	2005	36.49346	0.20	-0.11	0.17	36.49335	0.14	0.68
1	1006	35.45460	0.20	0.09	0.17	35.45469	0.15	0.57
1	3	38.17087	0.20	0.02	0.21	38.17089	0.05	0.09
1	2006	35.16064	0.20	0.01	0.16	35.16065	0.15	0.05
1	102	19.01507	0.20	-0.28	0.20	19.01479	0.09	1.36
1	2	23.79679	0.20	-0.18	0.22	23.79661	0.04	0.81
1	1007	34.81705	0.20	0.07	0.15	34.81712	0.16	0.45
1	2007	36.73050	0.20	0.00	0.16	36.73050	0.15	0.01
1	4	41.66561	0.20	-0.12	0.21	41.66549	0.06	0.57
1	1008	38.01709	0.20	0.04	0.16	38.01713	0.15	0.27
1	2008	39.75783	0.20	-0.03	0.16	39.75780	0.15	0.16
1	1009	36.85882	0.20	0.00	0.16	36.85882	0.15	0.02
1	2009	31.72734	0.20	-0.15	0.18	31.72719	0.13	0.85
1	1010	27.20427	0.20	-0.22	0.18	27.20405	0.12	1.18
1	2010	21.15019	0.20	-0.07	0.19	21.15012	0.11	0.36
1	103	5.51309	0.20	-0.35	0.19	5.51274	0.11	1.80
1	1011	15.78655	0.20	0.06	0.18	15.78661	0.13	0.31
1	2011	15.67634	0.20	-0.04	0.17	15.67630	0.14	0.27
2	1007	11.02616	0.20	-0.07	0.15	11.02609	0.16	0.43
2	2007	14.96918	0.20	-0.03	0.15	14.96915	0.16	0.20
2	4	22.57873	0.20	-0.03	0.21	22.57870	0.06	0.17
2	1008	17.25311	0.20	-0.13	0.15	17.25298	0.16	0.88
2	2008	20.42907	0.20	0.07	0.15	20.42914	0.16	0.48
2	1009	18.42778	0.20	0.02	0.15	18.42780	0.16	0.13
2	2009	17.63743	0.20	-0.02	0.15	17.63741	0.16	0.11
2	1010	16.71630	0.20	0.03	0.16	16.71633	0.15	0.17
2	2010	16.87704	0.20	0.12	0.18	16.87716	0.12	0.64
2	1011	20.78847	0.20	0.15	0.19	20.78862	0.11	0.79
2	2011	25.14857	0.20	0.20	0.19	25.14877	0.11	1.02
2	1012	30.71471	0.20	0.14	0.18	30.71485	0.13	0.77
2	2012	36.57273	0.20	-0.00	0.16	36.57273	0.15	0.02
2	1013	40.41126	0.20	0.09	0.16	40.41135	0.15	0.57
2	2013	46.05683	0.20	0.05	0.16	46.05688	0.16	0.33
2	1014	46.07879	0.20	0.12	0.19	46.07891	0.12	0.66
2	103	20.13575	0.20	0.15	0.21	20.13590	0.08	0.74
2	2014	47.16955	0.20	0.09	0.19	47.16964	0.12	0.46
2	1015	46.83980	0.20	0.18	0.19	46.83998	0.12	0.97
2	1	23.79659	0.20	0.02	0.22	23.79661	0.04	0.11
2	2015	47.50731	0.20	0.09	0.19	47.50740	0.12	0.47
2	1016	47.91336	0.20	-0.04	0.19	47.91332	0.12	0.21
2	2016	48.49387	0.20	0.08	0.19	48.49395	0.12	0.43
2	1001	43.27152	0.20	0.05	0.19	43.27157	0.11	0.29
2	2001	37.36082	0.20	0.07	0.19	37.36089	0.11	0.36
2	1002	32.13448	0.20	0.01	0.19	32.13449	0.10	0.06
2	102	5.65966	0.20	-0.09	0.20	5.65957	0.10	0.46
2	101	20.10033	0.20	-0.21	0.21	20.10012	0.07	1.03
2	2002	26.64715	0.20	-0.22	0.20	26.64693	0.09	1.11
2	1003	22.02118	0.20	0.01	0.20	22.02119	0.09	0.05
2	2003	17.99262	0.20	-0.14	0.19	17.99248	0.12	0.78
2	1004	14.92481	0.20	-0.01	0.18	14.92480	0.13	0.07

 $\tau_{krit} = 1.9581$ 

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
2	2004	14.98776	0.20	-0.15	0.16	14.98761	0.15	0.96
2	1005	15.78157	0.20	-0.02	0.15	15.78155	0.16	0.11
2	2005	18.12588	0.20	-0.03	0.15	18.12585	0.16	0.21
2	1006	14.94193	0.20	-0.08	0.15	14.94185	0.16	0.55
2	3	18.89247	0.20	-0.09	0.21	18.89238	0.06	0.44
2	2006	13.46037	0.20	-0.01	0.15	13.46036	0.16	0.09
3	11	20.93386	0.20	0.11	0.16	20.93397	0.15	0.65
3	12	62.03558	0.20	-0.01	0.20	62.03557	0.09	0.03
3	13	48.15820	0.20	0.46	0.19	48.15866	0.10	2.37
3	4	21.23175	0.20	0.37	0.21	21.23212	0.07	1.80
3	2	18.89231	0.20	0.07	0.21	18.89238	0.06	0.32
3	103	36.02055	0.20	-0.02	0.21	36.02053	0.07	0.08
3	102	22.29528	0.20	0.08	0.20	22.29536	0.09	0.39
3	1014	60.13906	0.20	-0.06	0.19	60.13900	0.12	0.31
3	1	38.17091	0.20	-0.02	0.21	38.17089	0.05	0.10
3	2014	59.65101	0.20	-0.03	0.19	59.65098	0.12	0.17
3	1015	60.02551	0.20	0.10	0.19	60.02561	0.12	0.55
3	2015	58.87532	0.20	-0.06	0.19	58.87526	0.12	0.31
3	1016	59.74872	0.20	0.04	0.19	59.74876	0.12	0.24
3	101	32.38605	0.20	0.00	0.20	32.38605	0.08	0.00
3	2016	58.60844	0.20	-0.12	0.19	58.60832	0.12	0.62
3	1001	54.43391	0.20	-0.06	0.19	54.43385	0.11	0.34
3	2001	46.97002	0.20	-0.04	0.19	46.96998	0.10	0.20
3	1002	42.91691	0.20	0.11	0.20	42.91702	0.10	0.57
3	2002	35.39755	0.20	-0.18	0.20	35.39737	0.08	0.89
3	1003	32.10077	0.20	0.17	0.20	32.10094	0.09	0.85
4	1014	60.32938	0.20	-0.06	0.19	60.32932	0.12	0.30
4	2014	61.42226	0.20	-0.02	0.19	61.42224	0.12	0.08
4	1015	62.93490	0.20	-0.17	0.19	62.93473	0.12	0.90
4	2015	63.45836	0.20	-0.09	0.19	63.45827	0.12	0.49
4	103	37.47916	0.20	0.19	0.20	37.47935	0.09	0.96
4	1016	65.55074	0.20	0.01	0.19	65.55075	0.12	0.03
4	1	41.66551	0.20	-0.02	0.21	41.66549	0.06	0.10
4	2016	65.56531	0.20	-0.03	0.19	65.56528	0.12	0.18
4	1001	61.75544	0.20	-0.06	0.19	61.75538	0.12	0.30
4	2001	55.14147	0.20	-0.04	0.19	55.14143	0.11	0.19
4	1002	51.59886	0.20	0.06	0.19	51.59892	0.11	0.33
4	101	40.93823	0.20	0.08	0.20	40.93831	0.08	0.40
4	2002	45.35733	0.20	-0.14	0.20	45.35719	0.09	0.72
4	102	27.80794	0.20	0.18	0.20	27.80812	0.10	0.91
4	1003	42.68538	0.20	0.22	0.20	42.68560	0.09	1.09
4	2	22.57839	0.20	0.31	0.21	22.57870	0.06	1.44
4	3	21.23184	0.20	0.28	0.21	21.23212	0.07	1.37
4	11	28.33727	0.20	-0.12	0.18	28.33715	0.12	0.64
4	12	43.62598	0.20	0.12	0.20	43.62610	0.10	0.63
4	13	26.99109	0.20	0.27	0.19	26.99136	0.11	1.39

$\tau_{krit} = 1.9581$

!

## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 10000x.  
1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 10 m .

(izrisMreže3D)



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

## Gradbena jama Bavarski dvor - 12. izmera – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEODEZIJO - UL FGG

07-Jan-2016

10:17:55

## Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
11	2101.9966	1531.1802	301.9952
12	2047.4140	1529.2998	303.3657
13	2057.0955	1554.0390	302.5033
1	2103.1200	1587.6960	287.3510
2	2098.7990	1564.2810	287.4320
3	2105.0640	1551.6970	300.0560
4	2083.8550	1552.9470	299.9920
101	2110.9100	1580.2240	285.6710
102	2101.9940	1568.7530	285.9940
103	2098.9530	1584.3750	285.9920
1001	2117.5700	1603.2660	287.7820
1002	2115.9720	1591.4400	287.6670
1003	2114.7300	1579.4800	287.1220
1004	2113.3360	1567.6570	287.2350
1005	2111.9540	1555.5690	287.0950
1006	2107.9890	1552.5050	287.0850
1007	2096.3130	1553.5390	287.3000
1008	2084.6150	1554.4980	288.3120
1009	2081.5580	1557.8200	288.2070
1010	2082.9290	1569.4430	288.3890
1011	2088.2770	1582.1560	288.8150
1012	2093.8890	1594.5770	288.6410
1013	2094.9570	1604.4780	288.9800
1014	2098.2390	1610.3540	287.8600
1015	2106.0450	1610.5060	287.7420
1016	2115.0810	1609.3400	287.8010
2001	2116.4160	1596.8040	292.6940
2002	2115.3580	1584.7040	291.7570
2003	2114.0040	1572.6900	292.1020
2004	2112.6340	1560.8280	292.0380
2005	2111.6060	1552.5430	292.5990
2006	2103.7060	1552.8640	292.6070
2007	2089.2290	1554.0950	292.7940
2008	2081.6080	1554.6730	292.8550
2009	2082.0230	1564.5850	292.8720
2010	2087.6050	1575.0530	294.0300
2011	2088.8320	1586.5180	293.6450
2012	2093.5800	1599.9970	293.3210
2013	2095.0350	1609.8750	292.7410
2014	2103.2190	1610.9750	292.4400
2015	2111.1420	1609.8750	292.5040
2016	2117.9080	1608.5890	292.2430

## Seznam merjenih količin

## Smeri

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
3	11	188.66907	3.00
3	12	248.72162	3.00
3	13	272.69178	3.00
3	4	273.05431	3.00

*Se nadaljuje**... nadaljevanje preglednice*

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
3	2	333.25428	3.00
3	103	349.06158	3.00
3	102	349.50735	3.00
3	1014	353.26424	3.00
3	1	356.68985	3.00
3	2014	357.68458	3.00
3	1015	0.96701	3.00
3	2015	5.61610	3.00
3	1016	9.49055	3.00
3	101	11.38997	3.00
3	2016	12.70635	3.00
3	1001	13.34060	3.00
3	2001	14.32066	3.00
3	1002	15.35949	3.00
3	2002	17.08299	3.00
3	1003	19.03742	3.00
4	1014	13.96805	3.00
4	2014	17.95488	3.00
4	1015	21.06081	3.00
4	2015	25.27556	3.00
4	103	25.34879	3.00
4	1016	28.61024	3.00
4	1	28.80228	3.00
4	2016	31.43946	3.00
4	1001	33.52825	3.00
4	2001	36.71801	3.00
4	1002	39.80319	3.00
4	101	44.53953	3.00
4	2002	44.55319	3.00
4	1003	49.14041	3.00
4	2	52.67534	3.00
4	3	93.05258	3.00
4	11	140.25878	3.00
4	12	237.11435	3.00
4	13	272.40417	3.00
2	1007	192.35453	3.00
2	2007	222.75139	3.00
2	4	232.67668	3.00
2	1008	235.06719	3.00
2	2008	240.62000	3.00
2	1009	249.10326	3.00
2	2009	270.94658	3.00
2	1010	287.87882	3.00
2	2010	313.45520	3.00
2	1011	329.60766	3.00
2	2011	335.82648	3.00
2	1012	350.52543	3.00
2	2012	351.82760	3.00
2	1013	354.38314	3.00
2	2013	355.02351	3.00
2	1014	359.23157	3.00
2	103	359.99907	3.00

*Se nadaljuje*



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
2	2014	4.78418	3.00
2	1015	8.95405	3.00
2	1	10.21799	3.00
2	2015	14.74932	3.00
2	1016	19.43424	3.00
2	2016	23.34328	3.00
2	1001	25.36334	3.00
2	2001	28.71431	3.00
2	1002	32.34068	3.00
2	102	35.13694	3.00
2	101	36.93673	3.00
2	2002	38.76400	3.00
2	1003	46.13769	3.00
2	2003	60.73618	3.00
2	1004	77.05777	3.00
2	2004	103.76617	3.00
2	1005	123.19213	3.00
2	2005	132.10565	3.00
2	1006	141.32433	3.00
2	3	153.25453	3.00
2	2006	156.23732	3.00
1	1012	306.40610	3.00
1	2012	322.76037	3.00
1	1013	334.01147	3.00
1	2013	339.67906	3.00
1	1014	347.93970	3.00
1	2014	359.22652	3.00
1	1015	7.65104	3.00
1	2015	19.32920	3.00
1	1016	28.30589	3.00
1	2016	35.53767	3.00
1	1001	42.39324	3.00
1	2001	56.35131	3.00
1	1002	73.95898	3.00
1	2002	103.64495	3.00
1	1003	125.00159	3.00
1	101	133.40775	3.00
1	2003	143.92975	3.00
1	1004	152.78750	3.00
1	2004	160.34858	3.00
1	1005	164.34445	3.00
1	2005	166.13585	3.00
1	1006	171.70436	3.00
1	3	176.69075	3.00
1	2006	178.74280	3.00
1	102	183.22217	3.00
1	2	190.21832	3.00
1	1007	190.89453	3.00
1	2007	202.10895	3.00
1	4	208.80490	3.00
1	1008	208.86123	3.00
1	2008	212.85292	3.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
1	1009	215.53414	3.00
1	2009	222.19937	3.00
1	1010	227.67413	3.00
1	2010	230.52745	3.00
1	103	231.77583	3.00
1	1011	249.41075	3.00
1	2011	264.91107	3.00

### Zenitne razdalje

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
3	11	84.43426	2.00
3	12	86.85830	2.00
3	13	86.97933	2.00
3	4	90.31278	2.00
3	2	132.22443	2.00
3	103	112.86250	2.00
3	102	129.25689	2.00
3	1014	101.32725	2.00
3	1	109.53642	2.00
3	2014	96.87923	2.00
3	1015	101.74019	2.00
3	2015	97.12511	2.00
3	1016	101.83959	2.00
3	101	116.09086	2.00
3	2016	97.08346	2.00
3	1001	103.05943	2.00
3	2001	99.11117	2.00
3	1002	106.67474	2.00
3	2002	103.11782	2.00
3	1003	113.85125	2.00
4	1014	101.17961	2.00
4	2014	96.57095	2.00
4	1015	101.08368	2.00
4	2015	96.50266	2.00
4	103	111.73814	2.00
4	1016	100.67591	2.00
4	1	107.67515	2.00
4	2016	96.22733	2.00
4	1001	101.37985	2.00
4	2001	97.63050	2.00
4	1002	103.67613	2.00
4	101	110.19048	2.00
4	2002	100.05431	2.00
4	1003	107.54251	2.00
4	2	123.87670	2.00
4	3	89.68685	2.00
4	11	85.65630	2.00
4	12	85.37728	2.00
4	13	84.35714	2.00
2	1007	90.39648	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
2	2007	68.30105	2.00
2	4	56.12286	2.00
2	1008	86.79593	2.00
2	2008	74.20888	2.00
2	1009	87.00760	2.00
2	2009	71.92012	2.00
2	1010	85.94735	2.00
2	2010	66.79891	2.00
2	1011	86.14031	2.00
2	2011	74.96224	2.00
2	1012	87.02105	2.00
2	2012	80.64918	2.00
2	1013	87.67596	2.00
2	2013	82.77954	2.00
2	1014	88.89579	2.00
2	103	93.69066	2.00
2	2014	83.23604	2.00
2	1015	89.40457	2.00
2	1	90.15697	2.00
2	2015	83.47603	2.00
2	1016	89.47216	2.00
2	2016	83.51960	2.00
2	1001	89.47025	2.00
2	2001	81.90229	2.00
2	1002	89.31237	2.00
2	102	104.43935	2.00
2	101	94.40609	2.00
2	2002	79.91400	2.00
2	1003	90.73060	2.00
2	2003	74.31960	2.00
2	1004	90.64353	2.00
2	2004	71.36410	2.00
2	1005	90.69259	2.00
2	2005	73.19739	2.00
2	1006	90.62266	2.00
2	3	47.77621	2.00
2	2006	66.76033	2.00
1	1012	81.79071	2.00
1	2012	68.75357	2.00
1	1013	84.77954	2.00
1	2013	76.05003	2.00
1	1014	87.64284	2.00
1	2014	76.41524	2.00
1	1015	88.62805	2.00
1	2015	76.94113	2.00
1	1016	88.82545	2.00
1	2016	77.78554	2.00
1	1001	88.74373	2.00
1	2001	71.87394	2.00
1	1002	88.08577	2.00
1	2002	69.35719	2.00
1	1003	90.86950	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	101	97.81873	2.00
1	2003	75.08252	2.00
1	1004	90.26116	2.00
1	2004	80.32031	2.00
1	1005	90.21641	2.00
1	2005	81.64202	2.00
1	1006	90.15730	2.00
1	3	70.46383	2.00
1	2006	81.20472	2.00
1	102	94.05876	2.00
1	2	89.84254	2.00
1	1007	90.01858	2.00
1	2007	81.23115	2.00
1	4	72.32503	2.00
1	1008	88.44871	2.00
1	2008	81.86725	2.00
1	1009	88.40356	2.00
1	2009	79.94867	2.00
1	1010	87.37476	2.00
1	2010	71.49138	2.00
1	103	102.90024	2.00
1	1011	84.67861	2.00
1	2011	65.13831	2.00

### Poševne dolžine

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
3	11	20.9331	0.50
3	12	62.0390	0.50
3	13	48.1627	0.50
3	4	21.2339	0.50
3	2	18.8988	0.50
3	103	36.0250	0.50
3	102	22.3003	0.50
3	1014	60.1424	0.50
3	1	38.1743	0.50
3	2014	59.6534	0.50
3	1015	60.0282	0.50
3	2015	58.8772	0.50
3	1016	59.7508	0.50
3	101	32.3892	0.50
3	2016	58.6096	0.50
3	1001	54.4357	0.50
3	2001	46.9712	0.50
3	1002	42.9187	0.50
3	2002	35.3991	0.50
3	1003	32.1031	0.50
4	1014	60.3265	0.50
4	2014	61.4196	0.50
4	1015	62.9325	0.50
4	2015	63.4558	0.50
4	103	37.4773	0.50

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
4	1016	65.5482	0.50
4	1	41.6630	0.50
4	2016	65.5625	0.50
4	1001	61.7527	0.50
4	2001	55.1385	0.50
4	1002	51.5960	0.50
4	101	40.9360	0.50
4	2002	45.3544	0.50
4	102	27.8057	0.50
4	1003	42.6830	0.50
4	2	22.5773	0.50
4	3	21.2341	0.50
4	11	28.3377	0.50
4	12	43.6292	0.50
4	13	26.9936	0.50
2	1007	11.0260	0.50
2	2007	14.9689	0.50
2	4	22.5775	0.50
2	1008	17.2531	0.50
2	2008	20.4288	0.50
2	1009	18.4277	0.50
2	2009	17.6377	0.50
2	1010	16.7164	0.50
2	2010	16.8771	0.50
2	1011	20.7885	0.50
2	2011	25.1487	0.50
2	1012	30.7145	0.50
2	2012	36.5727	0.50
2	1013	40.4113	0.50
2	2013	46.0566	0.50
2	1014	46.0779	0.50
2	103	20.1358	0.50
2	2014	47.1693	0.50
2	1015	46.8397	0.50
2	1	23.7963	0.50
2	2015	47.5071	0.50
2	1016	47.9133	0.50
2	2016	48.4936	0.50
2	1001	43.2714	0.50
2	2001	37.3606	0.50
2	1002	32.1342	0.50
2	102	5.6591	0.50
2	101	20.1001	0.50
2	2002	26.6470	0.50
2	1003	22.0210	0.50
2	2003	17.9923	0.50
2	1004	14.9246	0.50
2	2004	14.9876	0.50
2	1005	15.7816	0.50
2	2005	18.1256	0.50
2	1006	14.9421	0.50
2	3	18.8989	0.50

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
2	2006	13.4601	0.50
1	1012	11.6370	0.50
1	2012	16.5787	0.50
1	1013	18.7290	0.50
1	2013	24.2833	0.50
1	1014	23.1773	0.50
1	2014	23.9306	0.50
1	1015	23.0595	0.50
1	2015	24.1780	0.50
1	1016	24.7230	0.50
1	2016	26.1790	0.50
1	1001	21.2358	0.50
1	2001	17.1278	0.50
1	1002	13.5010	0.50
1	2002	13.4213	0.50
1	1003	14.2301	0.50
1	101	10.8706	0.50
1	2003	19.1426	0.50
1	1004	22.5754	0.50
1	2004	28.8679	0.50
1	1005	33.2934	0.50
1	2005	36.4931	0.50
1	1006	35.4546	0.50
1	3	38.1745	0.50
1	2006	35.1603	0.50
1	102	19.0154	0.50
1	2	23.7964	0.50
1	1007	34.8167	0.50
1	2007	36.7301	0.50
1	4	41.6631	0.50
1	1008	38.0167	0.50
1	2008	39.7573	0.50
1	1009	36.8583	0.50
1	2009	31.7276	0.50
1	1010	27.2040	0.50
1	2010	21.1498	0.50
1	103	5.5131	0.50
1	1011	15.7865	0.50
1	2011	15.6763	0.50

Se nadaljuje

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:	$\sigma_{0s}=3.00$ ["]
natančnost zenitnih razdalj:	$\sigma_{0z}=2.00$ ["]
natančnost poševnih dolžin:	$\sigma_{0l}=0.50$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 11, 12, 13.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0z}$  in  $\sigma_{0l}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
11	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000
1	-0.0576	-0.0029	-0.1511
2	0.0415	-0.0071	-0.1671
3	0.0743	0.0795	-0.0907
4	0.0793	-0.0375	-0.1427
101	-0.0241	0.0683	0.0506
102	0.0009	0.0027	-0.1402
103	-0.1119	-0.0067	-0.0231
1001	-0.1925	0.1069	-0.1167
1002	0.0590	-0.0184	-0.0171
1003	-0.0127	0.0513	-0.1380
1004	0.0491	-0.0412	-0.1378
1005	0.0923	0.0651	-0.0209
1006	0.1889	0.1027	0.0176
1007	0.1679	-0.0359	-0.1114
1008	0.1025	-0.0875	-0.0828
1009	0.0893	-0.1096	0.0199
1010	0.0407	-0.0487	0.0573
1011	0.0708	0.0096	-0.1509
1012	-0.0992	-0.0453	0.2195
1013	-0.0669	-0.0193	-0.0761
1014	-0.0147	-0.0117	0.2932
1015	0.0875	0.0349	0.0095
1016	-0.2966	0.1163	-0.0945
2001	0.1965	-0.0901	-0.1657
2002	-0.0884	0.0259	0.1739
2003	-0.0508	0.0514	0.0257
2004	-0.0005	0.0660	0.0160
2005	0.1077	0.0959	-0.0945
2006	0.1185	0.0896	-0.0308

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
2007	0.1696	-0.0347	0.0056
2008	0.1023	-0.0427	-0.0307
2009	0.0537	-0.0338	-0.1339
2010	-0.0251	-0.1092	-0.1162
2011	0.0621	-0.0864	0.1455
2012	0.1328	-0.0015	-0.1132
2013	-0.1576	-0.0778	0.3126
2014	-0.4702	-0.0166	0.3801
2015	-0.2825	0.0453	0.1588
2016	0.0297	-0.0717	0.4946

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta ori$ ["]
3	-606.26
4	-535.56
2	-874.51
1	-641.37

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 1.377242

## Popravki neznank v 2. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
11	0.0000	0.0000	0.0000
12	0.0000	0.0000	0.0000
13	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0003	-0.0001	-0.0006
2	0.0003	0.0001	-0.0005
3	-0.0001	-0.0002	-0.0002
4	0.0000	-0.0002	-0.0002
101	-0.0004	0.0001	-0.0012
102	0.0002	-0.0002	-0.0005
103	0.0001	-0.0000	-0.0003
1001	-0.0001	-0.0008	-0.0005
1002	-0.0000	-0.0005	0.0003
1003	0.0001	-0.0001	-0.0005
1004	0.0004	0.0001	-0.0005
1005	-0.0003	0.0005	-0.0005
1006	-0.0008	0.0015	-0.0005
1007	0.0004	0.0008	-0.0005
1008	0.0006	0.0004	-0.0005
1009	0.0011	0.0006	-0.0005
1010	0.0012	0.0001	-0.0006
1011	0.0003	0.0001	-0.0006
1012	0.0034	-0.0027	0.0004
1013	0.0004	-0.0002	-0.0006
1014	0.0007	-0.0025	-0.0007

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
1015	0.0004	-0.0006	-0.0002
1016	-0.0002	-0.0014	-0.0005
2001	0.0008	-0.0016	-0.0007
2002	-0.0017	-0.0002	0.0001
2003	-0.0001	-0.0003	-0.0006
2004	-0.0005	0.0001	-0.0007
2005	-0.0002	0.0003	-0.0005
2006	-0.0006	0.0008	-0.0007
2007	0.0006	0.0013	-0.0008
2008	0.0006	0.0005	-0.0006
2009	0.0003	0.0002	-0.0005
2010	0.0008	-0.0001	-0.0005
2011	0.0018	0.0003	-0.0008
2012	-0.0002	-0.0009	-0.0008
2013	0.0018	-0.0038	-0.0003
2014	0.0007	-0.0065	0.0001
2015	-0.0001	-0.0023	-0.0005
2016	-0.0025	-0.0043	0.0002

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta \text{ori}$ ["]
3	0.60
4	1.07
2	2.00
1	1.90

Po 2. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.012452

Popravki po 3. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.  
Norma vektorja popravkov je 0.000001

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 11, 12, 13.

Število iteracij: 3.

Norma vektorja popravkov 0.000001

Število meritev:	115 smeri
	115 zenitnih razdalj
	116 poševnih dolžin
	<hr/> 346

Število neznank:	117 koordinat
	4 orientacijskih
	<hr/> 121

Nadštevilnost:	346 meritev
	-121 neznank
	+0 defekt datuma
	<hr/> 225

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 8.39e-08$   
 Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 7.12e-08$   
 Globani test modela: 0.92

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
11	2101.9966	1531.1802	301.9952	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	2047.4140	1529.2998	303.3657	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	2057.0955	1554.0390	302.5033	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2103.0627	1587.6930	287.1993	0.42	0.31	0.14	0.48	0.21	0.13
2	2098.8408	1564.2740	287.2644	0.27	0.28	0.14	0.34	0.20	0.13
3	2105.1382	1551.7762	299.9651	0.20	0.31	0.12	0.32	0.18	0.12
4	2083.9343	1552.9094	299.8491	0.22	0.22	0.12	0.25	0.19	0.12
101	2110.8855	1580.2924	285.7204	0.40	0.38	0.15	0.50	0.23	0.15
102	2101.9951	1568.7555	285.8533	0.31	0.33	0.15	0.38	0.25	0.14
103	2098.8412	1584.3683	285.9686	0.42	0.31	0.15	0.45	0.26	0.14
1001	2117.3773	1603.3721	287.6648	0.58	0.44	0.20	0.67	0.30	0.20
1002	2116.0309	1591.4211	287.6502	0.50	0.41	0.17	0.58	0.28	0.17
1003	2114.7175	1579.5312	286.9835	0.40	0.40	0.16	0.52	0.25	0.16
1004	2113.3856	1567.6159	287.0967	0.39	0.41	0.17	0.47	0.31	0.17
1005	2112.0460	1555.6345	287.0736	0.37	0.43	0.19	0.48	0.30	0.18
1006	2108.1771	1552.6092	287.1020	0.34	0.43	0.18	0.48	0.28	0.18
1007	2096.4813	1553.5039	287.1881	0.28	0.42	0.16	0.42	0.28	0.16
1008	2084.7181	1554.4109	288.2287	0.38	0.35	0.20	0.39	0.34	0.19
1009	2081.6485	1557.7110	288.2264	0.40	0.33	0.20	0.40	0.33	0.20
1010	2082.9709	1569.3944	288.4457	0.42	0.31	0.19	0.43	0.30	0.19
1011	2088.3481	1582.1657	288.6635	0.45	0.31	0.18	0.46	0.30	0.17
1012	2093.7932	1594.5290	288.8609	0.54	0.34	0.17	0.58	0.27	0.17
1013	2094.8905	1604.4584	288.9034	0.60	0.41	0.20	0.64	0.35	0.20
1014	2098.2250	1610.3398	288.1525	0.63	0.36	0.21	0.66	0.30	0.21
1015	2106.1329	1610.5403	287.7513	0.64	0.39	0.21	0.68	0.30	0.21
1016	2114.7841	1609.4548	287.7060	0.63	0.43	0.22	0.71	0.30	0.22
2001	2116.6132	1596.7123	292.5277	0.53	0.43	0.19	0.62	0.29	0.19
2002	2115.2679	1584.7297	291.9310	0.44	0.40	0.17	0.54	0.25	0.17
2003	2113.9531	1572.7412	292.1272	0.39	0.42	0.19	0.49	0.29	0.18
2004	2112.6330	1560.8940	292.0533	0.38	0.41	0.20	0.47	0.30	0.19
2005	2111.7135	1552.6392	292.5040	0.36	0.44	0.21	0.48	0.31	0.20
2006	2103.8239	1552.9544	292.5755	0.29	0.42	0.21	0.45	0.25	0.19
2007	2089.3992	1554.0617	292.7988	0.34	0.35	0.21	0.38	0.32	0.19
2008	2081.7109	1554.6307	292.8237	0.38	0.35	0.22	0.39	0.35	0.21
2009	2082.0771	1564.5514	292.7376	0.41	0.31	0.21	0.42	0.31	0.20
2010	2087.5807	1574.9437	293.9133	0.40	0.31	0.19	0.42	0.28	0.19
2011	2088.8959	1586.4319	293.7897	0.48	0.30	0.20	0.50	0.29	0.20
2012	2093.7126	1599.9946	293.2070	0.57	0.38	0.22	0.60	0.32	0.21
2013	2094.8792	1609.7934	293.0533	0.66	0.41	0.24	0.68	0.37	0.24
2014	2102.7495	1610.9519	292.8202	0.64	0.37	0.22	0.68	0.30	0.22
2015	2110.8594	1609.9180	292.6624	0.63	0.41	0.22	0.69	0.30	0.22
2016	2117.9352	1608.5131	292.7378	0.63	0.45	0.22	0.71	0.30	0.22

### Orientacijske smeri

Točka	$\sigma_o$ [°]	$\sigma_o$ ["]
3	0.00387	1.69
4	0.00542	1.57
2	0.00258	1.79
1	0.00189	1.80

## Izravnane meritve

### Smeri

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
3	11	188.66907	3.00	-0.51	2.00	188.66893	1.90	0.25
3	12	248.72162	3.00	-0.79	2.50	248.72141	1.18	0.31
3	13	272.69178	3.00	3.47	2.48	272.69275	1.22	1.40
3	4	273.05431	3.00	3.10	2.45	273.05517	1.27	1.26
3	2	333.25428	3.00	-3.19	2.40	333.25339	1.38	1.33
3	103	349.06158	3.00	-2.25	2.49	349.06096	1.21	0.91
3	102	349.50735	3.00	3.96	2.16	349.50845	1.72	1.83
3	1014	353.26424	3.00	-1.98	2.54	353.26369	1.08	0.78
3	1	356.68985	3.00	-3.42	2.66	356.68890	0.75	1.29
3	2014	357.68458	3.00	-0.19	2.54	357.68453	1.08	0.08
3	1015	0.96701	3.00	-4.08	2.54	0.96587	1.08	1.60
3	2015	5.61610	3.00	-0.51	2.54	5.61596	1.10	0.20
3	1016	9.49055	3.00	-1.40	2.52	9.49016	1.13	0.56
3	101	11.38997	3.00	4.19	2.41	11.39113	1.36	1.74
3	2016	12.70635	3.00	0.32	2.51	12.70644	1.15	0.13
3	1001	13.34060	3.00	0.28	2.52	13.34068	1.13	0.11
3	2001	14.32066	3.00	1.97	2.52	14.32121	1.15	0.78
3	1002	15.35949	3.00	-0.24	2.45	15.35942	1.28	0.10
3	2002	17.08299	3.00	0.85	2.40	17.08323	1.38	0.36
3	1003	19.03742	3.00	0.41	2.32	19.03753	1.50	0.18
4	1014	13.96805	3.00	-0.33	2.53	13.96796	1.11	0.13
4	2014	17.95488	3.00	1.49	2.54	17.95530	1.08	0.59
4	1015	21.06081	3.00	-0.96	2.55	21.06054	1.06	0.38
4	2015	25.27556	3.00	1.15	2.56	25.27588	1.05	0.45
4	103	25.34879	3.00	-0.36	2.59	25.34869	0.97	0.14
4	1016	28.61024	3.00	0.56	2.55	28.61040	1.06	0.22
4	1	28.80228	3.00	-0.44	2.66	28.80216	0.76	0.16
4	2016	31.43946	3.00	1.09	2.55	31.43976	1.07	0.43
4	1001	33.52825	3.00	-0.51	2.57	33.52811	1.02	0.20
4	2001	36.71801	3.00	4.17	2.58	36.71917	0.98	1.61
4	1002	39.80319	3.00	0.24	2.57	39.80326	1.02	0.09
4	101	44.53953	3.00	-1.03	2.50	44.53925	1.18	0.41
4	2002	44.55319	3.00	-0.55	2.54	44.55304	1.09	0.22
4	1003	49.14041	3.00	1.35	2.51	49.14078	1.17	0.54
4	2	52.67534	3.00	-9.05	2.46	52.67282	1.26	3.68
4	3	93.05258	3.00	3.73	2.51	93.05362	1.16	1.49
4	11	140.25878	3.00	3.07	2.00	140.25963	1.91	1.54
4	12	237.11435	3.00	-5.58	2.35	237.11280	1.46	2.38
4	13	272.40417	3.00	1.94	2.02	272.40471	1.89	0.96
2	1007	192.35453	3.00	0.17	0.81	192.35458	2.64	0.22
2	2007	222.75139	3.00	0.43	0.97	222.75151	2.59	0.44
2	4	232.67668	3.00	-3.68	2.18	232.67566	1.70	1.69
2	1008	235.06719	3.00	0.48	1.13	235.06733	2.52	0.43

 $\tau_{krit} = 1.9581$ 

\*

!

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9581$
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
2	2008	240.62000	3.00	0.23	1.23	240.62007	2.47	0.18	
2	1009	249.10326	3.00	0.52	1.22	249.10340	2.48	0.42	
2	2009	270.94658	3.00	-4.37	1.23	270.94536	2.47	3.55	*
2	1010	287.87882	3.00	2.38	1.24	287.87947	2.47	1.92	
2	2010	313.45520	3.00	-0.03	1.24	313.45519	2.47	0.02	
2	1011	329.60766	3.00	0.00	1.44	329.60766	2.36	0.00	
2	2011	335.82648	3.00	-1.80	1.85	335.82598	2.06	0.98	
2	1012	350.52543	3.00	0.93	2.19	350.52569	1.68	0.42	
2	2012	351.82760	3.00	-0.23	2.38	351.82754	1.40	0.10	
2	1013	354.38314	3.00	-0.28	2.41	354.38306	1.36	0.12	
2	2013	355.02351	3.00	-0.32	2.38	355.02342	1.40	0.14	
2	1014	359.23157	3.00	-0.21	2.47	359.23151	1.24	0.08	
2	103	359.99907	3.00	-1.51	2.21	359.99865	1.66	0.68	
2	2014	4.78418	3.00	-0.47	2.48	4.78405	1.22	0.19	
2	1015	8.95405	3.00	0.67	2.48	8.95423	1.22	0.27	
2	1	10.21799	3.00	-4.03	2.65	10.21687	0.79	1.52	
2	2015	14.74932	3.00	-0.30	2.48	14.74923	1.22	0.12	
2	1016	19.43424	3.00	0.13	2.47	19.43428	1.25	0.05	
2	2016	23.34328	3.00	0.11	2.46	23.34331	1.27	0.04	
2	1001	25.36334	3.00	-0.42	2.47	25.36323	1.24	0.17	
2	2001	28.71431	3.00	2.86	2.46	28.71511	1.25	1.16	
2	1002	32.34068	3.00	-1.22	2.38	32.34034	1.40	0.51	
2	102	35.13694	3.00	1.79	0.90	35.13744	2.61	1.99	!
2	101	36.93673	3.00	4.90	1.97	36.93809	1.94	2.49	!
2	2002	38.76400	3.00	-0.06	2.23	38.76398	1.64	0.03	
2	1003	46.13769	3.00	-1.07	2.02	46.13739	1.89	0.53	
2	2003	60.73618	3.00	0.32	1.33	60.73627	2.43	0.24	
2	1004	77.05777	3.00	-0.93	1.10	77.05751	2.53	0.84	
2	2004	103.76617	3.00	3.84	1.09	103.76723	2.54	3.51	*
2	1005	123.19213	3.00	-0.20	1.14	123.19207	2.52	0.18	
2	2005	132.10565	3.00	0.92	1.19	132.10590	2.50	0.78	
2	1006	141.32433	3.00	0.02	1.05	141.32433	2.56	0.02	
2	3	153.25453	3.00	0.54	2.14	153.25468	1.75	0.25	
2	2006	156.23732	3.00	-0.12	0.90	156.23729	2.61	0.13	
1	1012	306.40610	3.00	-0.43	0.90	306.40598	2.61	0.48	
1	2012	322.76037	3.00	0.10	1.07	322.76039	2.55	0.09	
1	1013	334.01147	3.00	0.02	1.15	334.01148	2.51	0.02	
1	2013	339.67906	3.00	0.06	1.26	339.67908	2.46	0.05	
1	1014	347.93970	3.00	0.84	1.64	347.93994	2.23	0.51	
1	2014	359.22652	3.00	-0.11	1.61	359.22649	2.25	0.07	
1	1015	7.65104	3.00	1.82	1.59	7.65155	2.26	1.14	
1	2015	19.32920	3.00	0.23	1.61	19.32927	2.25	0.14	
1	1016	28.30589	3.00	0.32	1.66	28.30598	2.21	0.19	
1	2016	35.53767	3.00	-0.74	1.70	35.53746	2.18	0.43	
1	1001	42.39324	3.00	0.16	1.61	42.39329	2.24	0.10	
1	2001	56.35131	3.00	-4.45	1.50	56.35008	2.32	2.97	!
1	1002	73.95898	3.00	0.89	1.43	73.95923	2.37	0.62	
1	2002	103.64495	3.00	-0.22	1.45	103.64488	2.35	0.15	
1	1003	125.00159	3.00	0.18	1.60	125.00164	2.25	0.11	
1	101	133.40775	3.00	6.46	1.33	133.40954	2.42	4.86	*
1	2003	143.92975	3.00	0.06	1.40	143.92976	2.38	0.04	
1	1004	152.78750	3.00	0.70	1.54	152.78769	2.30	0.45	
1	2004	160.34858	3.00	-10.19	2.02	160.34575	1.89	5.05	*
1	1005	164.34445	3.00	-0.14	2.21	164.34441	1.66	0.06	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
1	2005	166.13585	3.00	-1.85	2.31	166.13534	1.52	0.80
1	1006	171.70436	3.00	-0.50	2.35	171.70422	1.45	0.21
1	3	176.69075	3.00	0.48	2.62	176.69089	0.89	0.18
1	2006	178.74280	3.00	0.14	2.47	178.74284	1.24	0.06
1	102	183.22217	3.00	9.81	2.41	183.22490	1.36	4.07
1	2	190.21832	3.00	-2.74	2.65	190.21756	0.80	1.03
1	1007	190.89453	3.00	-0.53	2.56	190.89438	1.05	0.21
1	2007	202.10895	3.00	-0.87	2.46	202.10871	1.26	0.35
1	4	208.80490	3.00	2.83	2.59	208.80569	0.97	1.09
1	1008	208.86123	3.00	-0.57	2.37	208.86107	1.42	0.24
1	2008	212.85292	3.00	-0.35	2.35	212.85282	1.46	0.15
1	1009	215.53414	3.00	-0.61	2.29	215.53397	1.55	0.27
1	2009	222.19937	3.00	6.18	2.12	222.20109	1.78	2.92
1	1010	227.67413	3.00	-5.90	1.84	227.67250	2.06	3.21
1	2010	230.52745	3.00	-1.03	1.60	230.52716	2.26	0.65
1	103	231.77583	3.00	-0.59	0.76	231.77567	2.66	0.77
1	1011	249.41075	3.00	-0.77	1.15	249.41054	2.51	0.67
1	2011	264.91107	3.00	1.30	1.11	264.91143	2.53	1.17

 $\tau_{krit} = 1.9581$ 

\*

!

\*

## Zenitne razdalje

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
3	11	84.43426	2.00	0.99	1.38	84.43453	1.22	0.71
3	12	86.85830	2.00	-1.85	1.80	86.85778	0.41	1.03
3	13	86.97933	2.00	-1.01	1.76	86.97905	0.53	0.57
3	4	90.31278	2.00	0.40	1.64	90.31289	0.84	0.24
3	2	132.22443	2.00	0.75	1.64	132.22464	0.84	0.46
3	103	112.86250	2.00	0.33	1.73	112.86260	0.62	0.19
3	102	129.25689	2.00	-0.50	1.62	129.25676	0.88	0.31
3	1014	101.32725	2.00	-0.07	1.73	101.32723	0.63	0.04
3	1	109.53642	2.00	0.12	1.79	109.53645	0.42	0.07
3	2014	96.87923	2.00	-0.72	1.72	96.87903	0.67	0.42
3	1015	101.74019	2.00	-1.37	1.73	101.73981	0.63	0.79
3	2015	97.12511	2.00	-0.74	1.71	97.12491	0.68	0.43
3	1016	101.83959	2.00	-0.51	1.72	101.83945	0.66	0.30
3	101	116.09086	2.00	-2.71	1.68	116.09011	0.76	1.62
3	2016	97.08346	2.00	-0.66	1.70	97.08328	0.70	0.39
3	1001	103.05943	2.00	-0.21	1.72	103.05937	0.65	0.12
3	2001	99.11117	2.00	-1.88	1.70	99.11065	0.72	1.11
3	1002	106.67474	2.00	-0.94	1.73	106.67448	0.63	0.54
3	2002	103.11782	2.00	0.94	1.67	103.11808	0.78	0.56
3	1003	113.85125	2.00	1.22	1.66	113.85159	0.80	0.73
4	1014	101.17961	2.00	0.62	1.73	101.17978	0.63	0.36
4	2014	96.57095	2.00	1.65	1.72	96.57140	0.65	0.96
4	1015	101.08368	2.00	-1.33	1.74	101.08331	0.61	0.77
4	2015	96.50266	2.00	1.50	1.73	96.50308	0.63	0.87
4	103	111.73814	2.00	1.51	1.70	111.73856	0.71	0.89
4	1016	100.67591	2.00	0.26	1.74	100.67598	0.61	0.15
4	1	107.67515	2.00	0.39	1.79	107.67525	0.42	0.22
4	2016	96.22733	2.00	-1.55	1.73	96.22690	0.64	0.90
4	1001	101.37985	2.00	-0.79	1.75	101.37963	0.59	0.45
4	2001	97.63050	2.00	-0.05	1.73	97.63048	0.62	0.03

 $\tau_{krit} = 1.9581$ 

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
4	1002	103.67613	2.00	-0.61	1.76	103.67596	0.55	0.35
4	101	110.19048	2.00	-1.85	1.75	110.18997	0.58	1.06
4	2002	100.05431	2.00	0.45	1.72	100.05444	0.65	0.26
4	1003	107.54251	2.00	1.80	1.74	107.54301	0.61	1.03
4	2	123.87670	2.00	-0.70	1.66	123.87651	0.79	0.42
4	3	89.68685	2.00	0.93	1.64	89.68711	0.84	0.57
4	11	85.65630	2.00	1.14	1.61	85.65662	0.89	0.71
4	12	85.37728	2.00	-1.58	1.75	85.37684	0.58	0.90
4	13	84.35714	2.00	-0.10	1.58	84.35712	0.95	0.07
2	1007	90.39648	2.00	0.23	0.55	90.39654	1.76	0.42
2	2007	68.30105	2.00	0.13	0.68	68.30109	1.71	0.20
2	4	56.12286	2.00	2.29	1.66	56.12349	0.79	1.38
2	1008	86.79593	2.00	0.52	0.75	86.79607	1.68	0.69
2	2008	74.20888	2.00	0.15	0.83	74.20892	1.65	0.19
2	1009	87.00760	2.00	0.59	0.82	87.00776	1.65	0.72
2	2009	71.92012	2.00	3.19	0.87	71.92101	1.62	3.67
2	1010	85.94735	2.00	1.97	0.95	85.94790	1.58	2.07
2	2010	66.79891	2.00	0.67	1.05	66.79909	1.51	0.63
2	1011	86.14031	2.00	2.59	1.43	86.14103	1.16	1.81
2	2011	74.96224	2.00	-2.44	1.44	74.96156	1.15	1.70
2	1012	87.02105	2.00	-1.61	1.69	87.02061	0.74	0.96
2	2012	80.64918	2.00	-1.30	1.63	80.64882	0.87	0.80
2	1013	87.67596	2.00	-1.02	1.66	87.67567	0.80	0.62
2	2013	82.77954	2.00	-0.57	1.61	82.77939	0.89	0.35
2	1014	88.89579	2.00	-0.49	1.68	88.89565	0.76	0.29
2	103	93.69066	2.00	-2.79	1.67	93.68988	0.78	1.67
2	2014	83.23604	2.00	-0.64	1.67	83.23586	0.77	0.38
2	1015	89.40457	2.00	-0.30	1.68	89.40449	0.75	0.18
2	1	90.15697	2.00	-0.48	1.80	90.15683	0.41	0.27
2	2015	83.47603	2.00	-0.85	1.67	83.47580	0.77	0.51
2	1016	89.47216	2.00	-0.78	1.67	89.47194	0.77	0.47
2	2016	83.51960	2.00	-0.99	1.66	83.51933	0.79	0.59
2	1001	89.47025	2.00	-1.24	1.68	89.46991	0.76	0.74
2	2001	81.90229	2.00	-3.24	1.68	81.90140	0.76	1.93
2	1002	89.31237	2.00	-0.91	1.70	89.31212	0.72	0.54
2	102	104.43935	2.00	-0.22	0.60	104.43929	1.74	0.36
2	101	94.40609	2.00	-2.86	1.60	94.40530	0.92	1.79
2	2002	79.91400	2.00	0.43	1.61	79.91412	0.89	0.27
2	1003	90.73060	2.00	1.35	1.57	90.73098	0.97	0.86
2	2003	74.31960	2.00	0.47	1.18	74.31973	1.41	0.40
2	1004	90.64353	2.00	1.74	1.00	90.64401	1.55	1.75
2	2004	71.36410	2.00	0.08	0.82	71.36412	1.65	0.10
2	1005	90.69259	2.00	0.32	0.78	90.69267	1.67	0.40
2	2005	73.19739	2.00	0.41	0.80	73.19750	1.66	0.51
2	1006	90.62266	2.00	0.20	0.71	90.62272	1.70	0.29
2	3	47.77621	2.00	-3.05	1.64	47.77536	0.84	1.86
2	2006	66.76033	2.00	-0.01	0.63	66.76032	1.73	0.02
1	1012	81.79071	2.00	0.62	0.64	81.79088	1.73	0.96
1	2012	68.75357	2.00	0.55	0.74	68.75373	1.69	0.74
1	1013	84.77954	2.00	0.47	0.77	84.77967	1.67	0.61
1	2013	76.05003	2.00	0.27	0.85	76.05010	1.63	0.31
1	1014	87.64284	2.00	0.30	1.09	87.64292	1.49	0.27
1	2014	76.41524	2.00	0.06	1.10	76.41525	1.47	0.05
1	1015	88.62805	2.00	1.21	1.07	88.62839	1.50	1.13

$\tau_{krit} = 1.9581$

\*  
!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9581$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
1	2015	76.94113	2.00	0.37	1.11	76.94123	1.47	0.33	
1	1016	88.82545	2.00	0.54	1.11	88.82560	1.47	0.49	
1	2016	77.78554	2.00	1.61	1.15	77.78599	1.44	1.40	
1	1001	88.74373	2.00	1.04	1.06	88.74402	1.51	0.98	
1	2001	71.87394	2.00	2.39	0.99	71.87460	1.55	2.41	!
1	1002	88.08577	2.00	0.79	0.91	88.08599	1.60	0.87	
1	2002	69.35719	2.00	-0.68	0.98	69.35700	1.56	0.69	
1	1003	90.86950	2.00	-2.08	1.15	90.86892	1.44	1.81	
1	101	97.81873	2.00	2.38	0.98	97.81939	1.56	2.43	!
1	2003	75.08252	2.00	-0.53	1.26	75.08237	1.35	0.42	
1	1004	90.26116	2.00	-2.64	1.51	90.26043	1.06	1.75	
1	2004	80.32031	2.00	-1.43	1.56	80.31991	0.97	0.91	
1	1005	90.21641	2.00	-0.66	1.65	90.21623	0.83	0.40	
1	2005	81.64202	2.00	-0.96	1.62	81.64176	0.89	0.60	
1	1006	90.15730	2.00	-0.48	1.68	90.15717	0.75	0.29	
1	3	70.46383	2.00	-1.00	1.79	70.46355	0.42	0.55	
1	2006	81.20472	2.00	-0.02	1.65	81.20472	0.82	0.01	
1	102	94.05876	2.00	0.66	1.62	94.05894	0.88	0.41	
1	2	89.84254	2.00	2.26	1.80	89.84317	0.41	1.26	
1	1007	90.01858	2.00	-0.73	1.74	90.01838	0.61	0.42	
1	2007	81.23115	2.00	-0.38	1.65	81.23104	0.82	0.23	
1	4	72.32503	2.00	-1.00	1.79	72.32475	0.42	0.56	
1	1008	88.44871	2.00	-1.16	1.66	88.44839	0.79	0.69	
1	2008	81.86725	2.00	-0.30	1.61	81.86716	0.89	0.19	
1	1009	88.40356	2.00	-1.18	1.63	88.40323	0.85	0.72	
1	2009	79.94867	2.00	-6.52	1.56	79.94685	0.98	4.18	*
1	1010	87.37476	2.00	-3.04	1.55	87.37392	1.00	1.97	!
1	2010	71.49138	2.00	-0.69	1.30	71.49119	1.30	0.53	
1	103	102.90024	2.00	0.55	0.54	102.90039	1.76	1.03	
1	1011	84.67861	2.00	-1.94	1.09	84.67807	1.49	1.79	
1	2011	65.13831	2.00	1.17	0.91	65.13864	1.60	1.29	

## Poševne dolžine

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9581$
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{vl}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$	
3	11	20.93309	0.50	-0.18	0.35	20.93291	0.30	0.51	
3	12	62.03895	0.50	0.07	0.43	62.03902	0.18	0.15	
3	13	48.16271	0.50	0.20	0.41	48.16291	0.21	0.50	
3	4	21.23391	0.50	0.59	0.44	21.23450	0.14	1.36	
3	2	18.89875	0.50	-0.09	0.45	18.89866	0.11	0.21	
3	103	36.02497	0.50	-0.00	0.44	36.02497	0.14	0.00	
3	102	22.30034	0.50	0.23	0.43	22.30057	0.17	0.53	
3	1014	60.14235	0.50	-0.68	0.39	60.14167	0.24	1.74	
3	1	38.17435	0.50	0.07	0.45	38.17442	0.11	0.16	
3	2014	59.65337	0.50	-0.04	0.39	59.65333	0.24	0.10	
3	1015	60.02819	0.50	0.05	0.39	60.02824	0.24	0.12	
3	2015	58.87719	0.50	0.02	0.40	58.87721	0.24	0.06	
3	1016	59.75077	0.50	-0.02	0.39	59.75075	0.24	0.06	
3	101	32.38923	0.50	0.78	0.43	32.39001	0.16	1.80	
3	2016	58.60957	0.50	-0.12	0.40	58.60945	0.24	0.30	
3	1001	54.43573	0.50	-0.15	0.40	54.43558	0.23	0.37	
3	2001	46.97123	0.50	-0.58	0.41	46.97065	0.21	1.40	
3	1002	42.91870	0.50	0.07	0.42	42.91877	0.19	0.16	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
3	2002	35.39906	0.50	-0.07	0.43	35.39899	0.17	0.16
3	1003	32.10308	0.50	0.20	0.43	32.10328	0.17	0.48
4	1014	60.32646	0.50	0.02	0.39	60.32648	0.24	0.05
4	2014	61.41962	0.50	-0.13	0.39	61.41949	0.24	0.33
4	1015	62.93248	0.50	-0.26	0.39	62.93222	0.24	0.65
4	2015	63.45583	0.50	-0.40	0.39	63.45543	0.24	1.03
4	103	37.47730	0.50	0.03	0.43	37.47733	0.17	0.06
4	1016	65.54817	0.50	-0.04	0.39	65.54813	0.24	0.11
4	1	41.66305	0.50	0.05	0.45	41.66310	0.11	0.10
4	2016	65.56249	0.50	-0.29	0.39	65.56220	0.24	0.73
4	1001	61.75272	0.50	-0.10	0.39	61.75262	0.24	0.26
4	2001	55.13849	0.50	-0.37	0.40	55.13812	0.23	0.92
4	1002	51.59605	0.50	0.04	0.40	51.59609	0.22	0.09
4	101	40.93598	0.50	0.75	0.43	40.93673	0.16	1.74
4	2002	45.35436	0.50	0.07	0.42	45.35443	0.18	0.17
4	102	27.80569	0.50	0.28	0.42	27.80597	0.19	0.68
4	1003	42.68296	0.50	0.15	0.42	42.68311	0.18	0.34
4	2	22.57734	0.50	-0.07	0.45	22.57727	0.12	0.16
4	3	21.23408	0.50	0.42	0.44	21.23450	0.14	0.97
4	11	28.33769	0.50	-0.27	0.39	28.33742	0.24	0.69
4	12	43.62920	0.50	0.04	0.42	43.62924	0.19	0.09
4	13	26.99360	0.50	-0.23	0.40	26.99337	0.22	0.58
2	1007	11.02596	0.50	-0.11	0.32	11.02585	0.33	0.35
2	2007	14.96894	0.50	-0.13	0.33	14.96881	0.33	0.41
2	4	22.57746	0.50	-0.19	0.45	22.57727	0.12	0.43
2	1008	17.25306	0.50	-0.15	0.32	17.25291	0.33	0.48
2	2008	20.42878	0.50	-0.04	0.32	20.42874	0.33	0.14
2	1009	18.42767	0.50	-0.09	0.32	18.42758	0.33	0.29
2	2009	17.63774	0.50	-0.97	0.33	17.63677	0.32	2.90
2	1010	16.71641	0.50	0.86	0.35	16.71727	0.30	2.46
2	2010	16.87711	0.50	0.11	0.39	16.87722	0.24	0.27
2	1011	20.78847	0.50	0.18	0.41	20.78865	0.21	0.43
2	2011	25.14869	0.50	-0.09	0.41	25.14860	0.21	0.21
2	1012	30.71453	0.50	0.17	0.38	30.71470	0.26	0.44
2	2012	36.57272	0.50	0.07	0.35	36.57279	0.30	0.19
2	1013	40.41126	0.50	0.10	0.33	40.41136	0.32	0.31
2	2013	46.05661	0.50	0.11	0.33	46.05672	0.32	0.35
2	1014	46.07789	0.50	0.53	0.39	46.07842	0.24	1.34
2	103	20.13581	0.50	0.20	0.44	20.13601	0.15	0.45
2	2014	47.16932	0.50	0.26	0.39	47.16958	0.24	0.66
2	1015	46.83973	0.50	0.25	0.39	46.83998	0.24	0.63
2	1	23.79625	0.50	0.30	0.45	23.79655	0.08	0.67
2	2015	47.50714	0.50	0.28	0.39	47.50742	0.24	0.70
2	1016	47.91330	0.50	0.06	0.39	47.91336	0.24	0.16
2	2016	48.49362	0.50	0.17	0.39	48.49379	0.24	0.42
2	1001	43.27138	0.50	0.16	0.40	43.27154	0.24	0.40
2	2001	37.36057	0.50	-0.13	0.40	37.36044	0.23	0.32
2	1002	32.13417	0.50	0.09	0.41	32.13426	0.21	0.22
2	102	5.65909	0.50	-0.11	0.42	5.65898	0.19	0.27
2	101	20.10011	0.50	0.81	0.44	20.10092	0.14	1.84
2	2002	26.64703	0.50	-0.07	0.43	26.64696	0.17	0.17
2	1003	22.02099	0.50	0.09	0.43	22.02108	0.17	0.21
2	2003	17.99232	0.50	-0.06	0.40	17.99226	0.23	0.15
2	1004	14.92459	0.50	0.11	0.38	14.92470	0.26	0.29

$\tau_{krit} = 1.9581$

!  
!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9581$
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$	
2	2004	14.98762	0.50	-1.54	0.35	14.98608	0.30	4.44	*
2	1005	15.78159	0.50	-0.12	0.32	15.78147	0.33	0.36	
2	2005	18.12555	0.50	-0.17	0.32	18.12538	0.33	0.52	
2	1006	14.94205	0.50	-0.14	0.32	14.94191	0.33	0.44	
2	3	18.89889	0.50	-0.23	0.45	18.89866	0.11	0.52	
2	2006	13.46010	0.50	-0.07	0.33	13.46003	0.32	0.22	
1	1012	11.63696	0.50	-0.07	0.33	11.63689	0.32	0.21	
1	2012	16.57869	0.50	-0.18	0.33	16.57851	0.33	0.55	
1	1013	18.72899	0.50	-0.13	0.32	18.72886	0.33	0.40	
1	2013	24.28327	0.50	-0.14	0.32	24.28313	0.33	0.43	
1	1014	23.17725	0.50	0.11	0.39	23.17736	0.24	0.28	
1	2014	23.93057	0.50	-0.02	0.39	23.93055	0.24	0.06	
1	1015	23.05948	0.50	-0.15	0.39	23.05933	0.24	0.37	
1	2015	24.17804	0.50	0.13	0.39	24.17817	0.24	0.33	
1	1016	24.72297	0.50	0.03	0.39	24.72300	0.24	0.08	
1	2016	26.17901	0.50	0.02	0.39	26.17903	0.24	0.06	
1	1001	21.23581	0.50	0.03	0.39	21.23584	0.24	0.08	
1	2001	17.12776	0.50	-0.12	0.39	17.12764	0.24	0.32	
1	1002	13.50102	0.50	-0.07	0.39	13.50095	0.25	0.17	
1	2002	13.42131	0.50	0.17	0.40	13.42148	0.22	0.43	
1	1003	14.23008	0.50	-0.03	0.41	14.23005	0.21	0.07	
1	101	10.87060	0.50	-0.85	0.42	10.86975	0.20	2.04	!
1	2003	19.14264	0.50	-0.02	0.41	19.14262	0.22	0.05	
1	1004	22.57535	0.50	0.31	0.41	22.57566	0.21	0.76	
1	2004	28.86793	0.50	-0.40	0.39	28.86753	0.24	1.02	
1	1005	33.29338	0.50	0.14	0.36	33.29352	0.28	0.38	
1	2005	36.49313	0.50	-0.06	0.35	36.49307	0.30	0.17	
1	1006	35.45459	0.50	0.12	0.35	35.45471	0.30	0.34	
1	3	38.17450	0.50	-0.08	0.45	38.17442	0.11	0.18	
1	2006	35.16026	0.50	0.09	0.35	35.16035	0.30	0.25	
1	102	19.01538	0.50	-0.11	0.43	19.01527	0.17	0.26	
1	2	23.79640	0.50	0.15	0.45	23.79655	0.08	0.34	
1	1007	34.81669	0.50	0.12	0.32	34.81681	0.33	0.36	
1	2007	36.73009	0.50	0.16	0.34	36.73025	0.31	0.47	
1	4	41.66310	0.50	-0.00	0.45	41.66310	0.11	0.01	
1	1008	38.01670	0.50	0.20	0.34	38.01690	0.31	0.59	
1	2008	39.75731	0.50	0.06	0.34	39.75737	0.31	0.17	
1	1009	36.85831	0.50	0.16	0.35	36.85847	0.30	0.46	
1	2009	31.72756	0.50	-0.54	0.37	31.72702	0.27	1.44	
1	1010	27.20401	0.50	0.29	0.39	27.20430	0.24	0.75	
1	2010	21.14975	0.50	0.09	0.41	21.14984	0.21	0.22	
1	103	5.51306	0.50	-0.41	0.42	5.51265	0.20	0.99	
1	1011	15.78645	0.50	0.10	0.39	15.78655	0.25	0.26	
1	2011	15.67627	0.50	-0.74	0.37	15.67553	0.27	1.99	!

## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 10000x.  
1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 10 m .

(izrisMreže3D)

Univerza  
v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

## Gradbena jama Bavarski dvor – nalepke – 1.izmera – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEODEZIJO - UL FGG

07-Jan-2016

13:06:32



## Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
1013P	2094.8438	1604.4563	288.8917
1015P	2106.0780	1610.5533	287.7396
1005P	2112.0653	1555.6556	287.0618
1007P	2096.5035	1553.5037	287.1765
1	2103.1200	1587.6960	287.3510
2	2098.7990	1564.2810	287.4320
5	2112.0540	1596.8660	287.8830
6	2089.8710	1565.6020	288.2330
1001	2117.7420	1603.2910	287.6490
1002	2116.3320	1591.2130	287.6520
1003	2115.0270	1579.7960	286.6570
1004	2113.5880	1567.3730	287.0360
1005	2112.2130	1555.5510	287.0070
1006	2108.0710	1552.3280	287.0330
1007	2096.2590	1553.2950	287.1200
1008	2084.5690	1554.2370	288.1570
1009	2081.3380	1557.8400	288.1500
1010	2082.7010	1569.4790	288.3880
1011	2088.1410	1582.2790	288.6660
1012	2093.6400	1594.6240	288.8360
1013	2094.7790	1604.5410	288.8720
1014	2098.4650	1610.6380	288.1480
1015	2106.3340	1610.8510	287.7290
1016	2115.0040	1609.6480	287.6400
2001	2116.9580	1596.6310	292.4830
2002	2115.5590	1584.6420	291.8810
2003	2114.1910	1572.6160	292.0970
2004	2112.8270	1560.8060	292.0270
2005	2111.8770	1552.5460	292.4560
2006	2103.7130	1552.6880	292.5160
2007	2089.1750	1553.8630	292.6860
2008	2081.5830	1554.4640	292.7470
2009	2081.7900	1564.6750	292.7280
2010	2087.3510	1575.1730	294.0780
2011	2088.7760	1587.0020	294.9330
2012	2093.6200	1600.4500	293.3450
2013	2094.9900	1610.0950	293.0600
2014	2102.9220	1611.2390	292.7730
2015	2111.0280	1610.1130	292.5650
2016	2118.3190	1608.4450	292.6810
3001	2117.6580	1602.4990	298.1800
3002	2116.2650	1590.5770	298.1810
3003	2114.9130	1578.8380	298.1720
3004	2113.5420	1566.9340	298.1380
3005	2112.3130	1556.5370	298.2370
3006	2107.4910	1552.4120	298.2480
3007	2097.7370	1553.1790	298.2260
3008	2084.2880	1554.2530	298.0700
3009	2080.8270	1556.4390	298.2780

*Se nadaljuje*

*... nadaljevanje preglednice*

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
3010	2082.3730	1569.0500	298.6210
3012	2092.8250	1593.8290	298.5120
3013	2094.1240	1604.6800	298.4780
3014	2098.5330	1610.6280	298.0640
3015	2106.3280	1610.8730	298.1870
3016	2114.3010	1609.6660	298.1480

## Seznam merjenih količin

### Smeri

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
1	1015P	121.54368	3.50
1	5	157.90704	3.50
1	1005P	278.23355	3.50
1	2	304.10755	3.50
1	1007P	304.78414	3.50
1	6	324.60104	3.50
1	1013P	87.90075	3.50
1	1001	156.80599	3.50
1	1002	188.74689	3.50
1	1003	237.21361	3.50
1	1004	266.40090	3.50
1	1005	277.85707	3.50
1	1006	285.68299	3.50
1	1007	304.93054	3.50
1	1008	322.65726	3.50
1	1009	329.76559	3.50
1	1010	341.91268	3.50
1	1011	3.76961	3.50
1	1012	59.81178	3.50
1	1013	87.30901	3.50
1	1014	102.18171	3.50
1	1015	121.55348	3.50
1	1016	142.08180	3.50
1	2001	170.80306	3.50
1	2002	217.44559	3.50
1	2003	257.36764	3.50
1	2004	273.80182	3.50
1	2005	279.66211	3.50
1	2006	292.68165	3.50
1	2007	316.05197	3.50
1	2008	326.59809	3.50
1	2009	336.46830	3.50
1	2010	345.19655	3.50
1	2011	20.88319	3.50
1	2012	76.97156	3.50
1	2013	93.70272	3.50
1	2014	113.16879	3.50
1	2015	133.08266	3.50

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
1	2016	149.87585	3.50
1	3001	158.13330	3.50
1	3002	191.29164	3.50
1	3003	240.56168	3.50
1	3004	266.99727	3.50
1	3005	277.21383	3.50
1	3006	286.59073	3.50
1	3007	302.51541	3.50
1	3008	323.03580	3.50
1	3009	329.14888	3.50
1	3010	341.70412	3.50
1	3012	54.43526	3.50
1	3013	85.74299	3.50
1	3014	102.34067	3.50
1	3015	121.53296	3.50
1	3016	140.62457	3.50
2	1015P	168.33585	3.50
2	1	169.59884	3.50
2	5	181.27950	3.50
2	1005P	282.57334	3.50
2	1007P	351.73417	3.50
2	6	77.55896	3.50
2	1013P	153.76415	3.50
2	1001	185.04334	3.50
2	1002	192.20830	3.50
2	1003	205.43024	3.50
2	1004	237.33445	3.50
2	1005	282.19897	3.50
2	1006	301.34304	3.50
2	1007	352.15989	3.50
2	1008	33.92730	3.50
2	1009	48.89621	3.50
2	1010	87.03690	3.50
2	1011	128.51070	3.50
2	1012	149.49382	3.50
2	1013	153.44101	3.50
2	1014	158.73015	3.50
2	1015	168.33355	3.50
2	1016	178.80001	3.50
2	2001	188.45015	3.50
2	2002	198.60282	3.50
2	2003	220.70711	3.50
2	2004	263.05430	3.50
2	2005	291.04525	3.50
2	2006	316.17206	3.50
2	2007	21.87480	3.50
2	2008	39.44962	3.50
2	2009	70.47128	3.50
2	2010	112.71638	3.50
2	2011	135.34012	3.50
2	2012	150.99447	3.50
2	2013	154.39044	3.50

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
2	2014	164.16033	3.50
2	2015	174.08270	3.50
2	2016	182.98834	3.50
2	3001	185.40695	3.50
2	3002	192.73645	3.50
2	3003	207.04976	3.50
2	3004	238.94117	3.50
2	3005	278.95636	3.50
2	3006	302.92780	3.50
2	3007	344.60608	3.50
2	3008	34.49538	3.50
2	3010	85.33116	3.50
2	3009	45.56889	3.50
2	3012	147.71250	3.50
2	3013	152.54255	3.50
2	3014	158.81440	3.50
2	3015	168.32278	3.50
2	3016	178.00161	3.50
5	1015P	331.41411	3.50
5	1005P	174.39437	3.50
5	1007P	194.14668	3.50
5	2	196.42083	3.50
5	6	209.64194	3.50
5	1	218.53971	3.50
5	1013P	288.42336	3.50
5	1001	35.79654	3.50
5	1002	137.17451	3.50
5	1003	164.40779	3.50
5	1004	171.31129	3.50
5	1005	174.06658	3.50
5	1006	179.39639	3.50
5	1007	194.21005	3.50
5	1008	207.09632	3.50
5	1009	212.49014	3.50
5	1010	221.26821	3.50
5	1011	232.90073	3.50
5	1012	257.33900	3.50
5	1013	288.23172	3.50
5	1014	309.65249	3.50
5	1015	331.89760	3.50
5	1016	7.29019	3.50
5	2001	87.03468	3.50
5	2002	158.28752	3.50
5	2003	169.25150	3.50
5	2004	173.05903	3.50
5	2005	174.51559	3.50
5	2006	184.97890	3.50
5	2007	202.29940	3.50
5	2008	209.98694	3.50
5	2009	217.51764	3.50
5	2010	222.99646	3.50
5	2012	275.27832	3.50

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
5	2013	302.05385	3.50
5	2014	321.80431	3.50
5	2015	349.91064	3.50
5	2016	22.70973	3.50
5	3004	171.44207	3.50
5	3005	173.92016	3.50
5	3006	180.14895	3.50
5	3007	192.43608	3.50
5	3008	207.37329	3.50
5	3009	211.96862	3.50
5	3010	221.14284	3.50
5	3012	255.30334	3.50
5	3013	287.81963	3.50
5	3014	309.76607	3.50
5	3015	331.80371	3.50
5	3016	4.26863	3.50
6	1015P	74.15263	3.50
6	1	85.03784	3.50
6	5	89.44618	3.50
6	2	152.50484	3.50
6	1005P	168.47121	3.50
6	1007P	205.73583	3.50
6	1013P	61.61476	3.50
6	1001	90.56956	3.50
6	1002	100.02408	3.50
6	1003	114.65547	3.50
6	1004	139.81849	3.50
6	1005	168.30821	3.50
6	1006	180.19160	3.50
6	1007	206.67081	3.50
6	1008	259.09974	3.50
6	1009	281.80086	3.50
6	1010	352.48734	3.50
6	1011	48.16509	3.50
6	1014	64.89299	3.50
6	1015	74.09677	3.50
6	1016	83.79617	3.50
6	2001	95.20772	3.50
6	2002	107.54322	3.50
6	2003	128.00153	3.50
6	2004	155.88694	3.50
6	2005	174.76734	3.50
6	2006	187.09635	3.50
6	2007	237.48880	3.50
6	2008	270.74731	3.50
6	2009	317.55299	3.50
6	2010	39.33462	3.50
6	2011	51.16040	3.50
6	2013	60.65448	3.50
6	2014	70.05389	3.50
6	2015	79.50522	3.50
6	2016	87.67228	3.50

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
6	3001	91.07136	3.50
6	3002	100.67280	3.50
6	3003	116.23185	3.50
6	3004	140.86837	3.50
6	3005	166.08177	3.50
6	3006	180.90284	3.50
6	3007	201.68304	3.50
6	3008	260.29337	3.50
6	3009	278.71961	3.50
6	3014	64.98309	3.50
6	3015	74.09669	3.50
6	3016	83.09173	3.50

### Zenitne razdalje

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	1015P	88.62850	2.00
1	5	87.65763	2.00
1	1005P	90.21622	2.00
1	2	89.84258	2.00
1	1007P	90.01795	2.00
1	6	88.05627	2.00
1	1013P	84.77842	2.00
1	1001	89.22179	2.00
1	1002	88.76967	2.00
1	1003	92.81004	2.00
1	1004	90.80923	2.00
1	1005	90.60324	2.00
1	1006	90.52297	2.00
1	1007	90.38962	2.00
1	1008	88.80422	2.00
1	1009	88.77333	2.00
1	1010	87.84665	2.00
1	1011	85.30851	2.00
1	1012	82.82947	2.00
1	1013	85.39548	2.00
1	1014	88.06760	2.00
1	1015	89.09262	2.00
1	1016	89.35405	2.00
1	2001	72.72093	2.00
1	2002	70.55641	2.00
1	2003	75.78761	2.00
1	2004	80.72563	2.00
1	2005	81.99121	2.00
1	2006	81.62210	2.00
1	2007	81.71665	2.00
1	2008	82.25127	2.00
1	2009	80.29057	2.00
1	2010	71.54681	2.00
1	2011	62.18926	2.00
1	2012	69.37212	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	2013	76.54251	2.00
1	2014	77.04561	2.00
1	2015	77.65136	2.00
1	2016	78.31076	2.00
1	3001	62.45811	2.00
1	3002	51.19736	2.00
1	3003	53.75599	2.00
1	3004	65.10899	2.00
1	3005	71.48729	2.00
1	3006	72.97254	2.00
1	3007	72.73301	2.00
1	3008	74.40553	2.00
1	3009	74.12251	2.00
1	3010	68.01379	2.00
1	3012	47.05234	2.00
1	3013	59.94537	2.00
1	3014	65.40016	2.00
1	3015	65.13534	2.00
1	3016	66.36725	2.00
2	1015P	89.40520	2.00
2	1	90.15610	2.00
2	5	89.25355	2.00
2	1005P	90.69427	2.00
2	1007P	90.39688	2.00
2	6	84.87811	2.00
2	1013P	87.67604	2.00
2	1001	89.70308	2.00
2	1002	89.59371	2.00
2	1003	91.95687	2.00
2	1004	91.47299	2.00
2	1005	91.49351	2.00
2	1006	91.48231	2.00
2	1007	91.54380	2.00
2	1008	87.59013	2.00
2	1009	87.76583	2.00
2	1010	86.73996	2.00
2	1011	86.60300	2.00
2	1012	87.37412	2.00
2	1013	87.95037	2.00
2	1014	89.10524	2.00
2	1015	89.63067	2.00
2	1016	89.74372	2.00
2	2001	82.23488	2.00
2	2002	80.40844	2.00
2	2003	75.05237	2.00
2	2004	72.33242	2.00
2	2005	74.02098	2.00
2	2006	67.98182	2.00
2	2007	69.64589	2.00
2	2008	74.96635	2.00
2	2009	72.68460	2.00
2	2010	67.16654	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
2	2011	73.17740	2.00
2	2012	80.79689	2.00
2	2013	83.01161	2.00
2	2014	83.52824	2.00
2	2015	83.81286	2.00
2	2016	83.78673	2.00
2	3001	75.83464	2.00
2	3002	71.18256	2.00
2	3003	63.66635	2.00
2	3004	54.42361	2.00
2	3005	55.22863	2.00
2	3006	53.65261	2.00
2	3007	45.89225	2.00
2	3008	58.88933	2.00
2	3010	56.79218	2.00
2	3009	61.03508	2.00
2	3012	69.80808	2.00
2	3013	74.79569	2.00
2	3014	77.07285	2.00
2	3015	77.17120	2.00
2	3016	77.39387	2.00
5	1015P	89.88552	2.00
5	1005P	90.90188	2.00
5	1007P	90.66521	2.00
5	2	90.74571	2.00
5	6	89.47610	2.00
5	1	92.33883	2.00
5	1013P	86.37870	2.00
5	1001	91.55571	2.00
5	1002	91.85707	2.00
5	1003	94.04363	2.00
5	1004	91.64190	2.00
5	1005	91.21387	2.00
5	1006	91.08852	2.00
5	1007	90.94203	2.00
5	1008	89.68955	2.00
5	1009	89.69101	2.00
5	1010	89.27868	2.00
5	1011	88.39774	2.00
5	1012	87.05703	2.00
5	1013	87.00106	2.00
5	1014	89.21147	2.00
5	1015	90.58750	2.00
5	1016	91.05539	2.00
5	2001	46.86358	2.00
5	2002	72.54729	2.00
5	2003	80.17828	2.00
5	2004	83.44516	2.00
5	2005	84.10928	2.00
5	2006	84.11694	2.00
5	2007	84.36757	2.00
5	2008	84.67732	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
5	2009	83.74062	2.00
5	2010	79.32772	2.00
5	2012	73.78176	2.00
5	2013	76.51328	2.00
5	2014	73.96892	2.00
5	2015	70.60491	2.00
5	2016	69.98137	2.00
5	3004	71.10969	2.00
5	3005	75.60183	2.00
5	3006	76.94231	2.00
5	3007	77.33342	2.00
5	3008	78.67315	2.00
5	3009	78.49722	2.00
5	3010	75.21187	2.00
5	3012	61.36551	2.00
5	3013	61.55197	2.00
5	3014	62.17214	2.00
5	3015	55.66177	2.00
5	3016	51.71322	2.00
6	1015P	90.38614	2.00
6	1	91.94196	2.00
6	5	90.52373	2.00
6	2	95.11857	2.00
6	1005P	92.35934	2.00
6	1007P	93.68647	2.00
6	1013P	88.78664	2.00
6	1001	90.71361	2.00
6	1002	90.90345	2.00
6	1003	93.12284	2.00
6	1004	92.88195	2.00
6	1005	92.86515	2.00
6	1006	93.05011	2.00
6	1007	94.58684	2.00
6	1008	90.34573	2.00
6	1009	90.41067	2.00
6	1010	88.91096	2.00
6	1011	88.52073	2.00
6	1014	90.10584	2.00
6	1015	90.60201	2.00
6	1016	90.66979	2.00
6	2001	84.10871	2.00
6	2002	83.49160	2.00
6	2003	81.32003	2.00
6	2004	80.80968	2.00
6	2005	80.62944	2.00
6	2006	77.25254	2.00
6	2007	69.25833	2.00
6	2008	71.98844	2.00
6	2009	61.07176	2.00
6	2010	59.43691	2.00
6	2011	72.63844	2.00
6	2013	83.84946	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
6	2014	84.53877	2.00
6	2015	84.97412	2.00
6	2016	85.05600	2.00
6	3001	77.84559	2.00
6	3002	74.68807	2.00
6	3003	70.66310	2.00
6	3004	67.32381	2.00
6	3005	67.54273	2.00
6	3006	65.53231	2.00
6	3007	55.80529	2.00
6	3008	52.12708	2.00
6	3009	52.04028	2.00
6	3014	77.90049	2.00
6	3015	78.34515	2.00
6	3016	78.86461	2.00

### Poševne dolžine

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
1	1015P	23.0591	0.20
1	5	12.8078	0.20
1	1005P	33.2935	0.20
1	2	23.7966	0.20
1	1007P	34.8170	0.20
1	6	25.7618	0.20
1	1013P	18.7289	0.20
2	1015P	46.8397	0.20
2	1	23.7969	0.20
2	5	35.1620	0.20
2	1005P	15.7816	0.20
2	1007P	11.0261	0.20
2	6	9.0562	0.20
2	1013P	40.4113	0.20
5	1015P	14.8349	0.20
5	1005P	41.2661	0.20
5	1007P	46.0712	0.20
5	2	35.1619	0.20
5	6	38.3152	0.20
5	1	12.8077	0.20
5	1013P	18.7032	0.20
6	1015P	47.8187	0.20
6	1	25.7623	0.20
6	5	38.3154	0.20
6	2	9.0564	0.20
6	1005P	24.2767	0.20
6	1007P	13.7562	0.20
6	1013P	39.2268	0.20

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:	$\sigma_{0s}=3.50$ ["]
natančnost zenitnih razdalj:	$\sigma_{0z}=2.00$ ["]
natančnost poševnih dolžin:	$\sigma_{0l}=0.20$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 1013P, 1015P, 1005P, 1007P.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0z}$  in  $\sigma_{0l}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
1013P	0.0000	0.0000	0.0000
1015P	0.0000	0.0000	0.0000
1005P	0.0000	0.0000	0.0000
1007P	0.0000	0.0000	0.0000
1	-0.0815	0.0061	-0.1640
2	0.0493	-0.0038	-0.1796
5	-0.1353	0.0506	-0.1730
6	0.0471	-0.0533	-0.1724
1001	-0.1731	0.0797	-0.1720
1002	-0.1070	0.0759	-0.1717
1003	-0.0445	0.0752	-0.1712
1004	0.0227	0.0744	-0.1719
1005	0.0879	0.0752	-0.1717
1006	0.1081	0.0544	-0.1719
1007	0.1094	-0.0169	-0.1715
1008	0.1118	-0.0755	-0.1720
1009	0.0939	-0.0947	-0.1720
1010	0.0300	-0.0948	-0.1726
1011	-0.0426	-0.0720	-0.1727
1012	-0.1128	-0.0499	-0.1729
1013	-0.1673	-0.0508	-0.1723
1014	-0.2027	-0.0386	-0.1720
1015	-0.2196	-0.0597	-0.1732
1016	-0.2024	0.0681	-0.1718
2001	-0.1360	0.0769	-0.1747
2002	-0.0708	0.0753	-0.1748
2003	-0.0055	0.0745	-0.1746
2004	0.0592	0.0752	-0.1745
2005	0.1045	0.0751	-0.1755
2006	0.1082	0.0329	-0.1760
2007	0.1099	-0.0516	-0.1742
2008	0.1106	-0.0928	-0.1744

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y[m]$	$\Delta x[m]$	$\Delta H[m]$
2009	0.0567	-0.0957	-0.1745
2010	-0.0040	-0.0721	-0.1759
2011	-0.0679	-0.0710	-0.1765
2012	-0.1436	-0.0550	-0.1762
2013	-0.1962	-0.0586	-0.1763
2014	-0.2099	-0.0328	-0.1789
2015	-0.1967	0.0690	-0.1693
2016	-0.1953	0.0868	-0.1732
3001	-0.1665	0.0814	-0.1759
3002	-0.1019	0.0762	-0.1771
3003	-0.0387	0.0746	-0.1777
3004	0.0248	0.0745	-0.1780
3005	0.0817	0.0756	-0.1789
3006	0.1063	0.0535	-0.1796
3007	0.1130	0.0231	-0.1947
3008	0.1090	-0.0789	-0.1764
3009	0.0998	-0.0981	-0.1771
3010	0.0321	-0.0960	-0.1784
3012	-0.1072	-0.0545	-0.1793
3013	-0.1661	-0.0571	-0.1797
3014	-0.2010	-0.0446	-0.1820
3015	-0.2266	-0.1165	-0.2219
3016	-0.1976	0.0719	-0.1716

### Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta ori ["]$
1	-1028.43
2	-1023.00
5	-1057.40
6	-1038.24

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 1.628491

### Popravki neznank v 2. iteraciji izravnave

#### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y[m]$	$\Delta x[m]$	$\Delta H[m]$
1013P	0.0000	0.0000	0.0000
1015P	0.0000	0.0000	0.0000
1005P	0.0000	0.0000	0.0000
1007P	0.0000	0.0000	0.0000
1	-0.0001	-0.0001	0.0004
2	0.0002	0.0000	0.0004
5	-0.0003	-0.0001	0.0005
6	0.0004	-0.0000	0.0005
1001	0.0003	0.0008	0.0005
1002	-0.0002	-0.0001	0.0005
1003	-0.0001	-0.0000	0.0005
1004	-0.0000	0.0001	0.0004

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
1005	-0.0000	0.0003	0.0004
1006	0.0000	0.0004	0.0004
1007	0.0003	0.0002	0.0004
1008	0.0005	0.0001	0.0004
1009	0.0003	-0.0001	0.0005
1010	0.0002	-0.0000	0.0005
1011	0.0002	-0.0001	0.0005
1012	-0.0000	-0.0002	0.0005
1013	-0.0000	-0.0003	0.0005
1014	-0.0001	-0.0005	0.0005
1015	0.0002	-0.0003	0.0005
1016	-0.0006	-0.0007	0.0005
2001	-0.0004	-0.0001	0.0005
2002	-0.0002	0.0000	0.0005
2003	-0.0000	0.0000	0.0005
2004	0.0000	0.0002	0.0005
2005	0.0001	0.0003	0.0004
2006	0.0002	0.0002	0.0004
2007	0.0004	0.0001	0.0004
2008	0.0004	-0.0000	0.0005
2009	0.0003	-0.0001	0.0005
2010	0.0003	-0.0001	0.0005
2011	0.0001	-0.0002	0.0005
2012	-0.0000	-0.0003	0.0005
2013	0.0000	-0.0005	0.0005
2014	-0.0000	-0.0005	0.0005
2015	-0.0005	-0.0005	0.0004
2016	-0.0007	-0.0005	0.0004
3001	-0.0002	-0.0001	0.0005
3002	-0.0001	-0.0000	0.0005
3003	-0.0000	0.0000	0.0005
3004	0.0000	0.0001	0.0005
3005	0.0001	0.0002	0.0005
3006	0.0002	0.0002	0.0005
3007	0.0001	0.0001	0.0005
3008	0.0005	0.0000	0.0005
3009	0.0005	-0.0000	0.0005
3010	0.0002	-0.0001	0.0006
3012	0.0000	-0.0002	0.0005
3013	-0.0000	-0.0003	0.0005
3014	-0.0000	-0.0005	0.0004
3015	0.0006	0.0002	0.0007
3016	-0.0005	-0.0004	0.0004

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta \text{ori}$ ["]
1	-1.11
2	-1.18
5	-1.24
6	-1.26

Po 2. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.004470

Popravki po 3. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.  
Norma vektorja popravkov je 0.000000



## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 1013P, 1015P, 1005P, 1007P.

Število iteracij: 3.

Norma vektorja popravkov 0.000000

Število meritev:	206 smeri
	206 zenitnih razdalj
	28 poševnih dolžin
	<hr/> 440

Število neznank:	153 koordinat
	4 orientacijskih
	<hr/> 157

Nadštevilnost:	440 meritev
	-157 neznank
	+0 defekt datuma
	<hr/> 283

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 2.72e-09$

Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 3.09e-09$

Globani test modela: 1.07

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
1013P	2094.8438	1604.4563	288.8917	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1015P	2106.0780	1610.5533	287.7396	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1005P	2112.0653	1555.6556	287.0618	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1007P	2096.5035	1553.5037	287.1765	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2103.0384	1587.7020	287.1874	0.11	0.07	0.06	0.11	0.07	0.06
2	2098.8485	1564.2772	287.2528	0.10	0.07	0.06	0.10	0.07	0.06
5	2111.9184	1596.9165	287.7105	0.11	0.08	0.06	0.11	0.08	0.06
6	2089.9185	1565.5487	288.0610	0.10	0.08	0.06	0.10	0.08	0.06
1001	2117.5692	1603.3715	287.4775	1.65	1.91	0.11	2.52	0.19	0.10
1002	2116.2247	1591.2888	287.4808	0.21	0.21	0.09	0.26	0.15	0.09
1003	2114.9824	1579.8712	286.4863	0.26	0.27	0.11	0.29	0.24	0.11
1004	2113.6106	1567.4475	286.8646	0.36	0.24	0.12	0.36	0.24	0.12
1005	2112.3009	1555.6264	286.8358	0.55	0.45	0.14	0.66	0.25	0.13
1006	2108.1791	1552.3827	286.8616	0.51	0.63	0.13	0.77	0.24	0.13
1007	2096.3687	1553.2784	286.9489	0.19	0.47	0.10	0.47	0.19	0.10
1008	2084.6812	1554.1616	287.9854	0.47	0.65	0.12	0.78	0.21	0.11
1009	2081.4322	1557.7452	287.9784	0.75	0.60	0.11	0.93	0.20	0.11
1010	2082.7312	1569.3842	288.2159	0.42	0.23	0.09	0.45	0.16	0.09
1011	2088.0986	1582.2070	288.4937	0.25	0.27	0.11	0.28	0.25	0.11
1012	2093.5272	1594.5739	288.6636	0.41	0.27	0.12	0.45	0.21	0.11
1013	2094.6117	1604.4899	288.7002	0.48	0.49	0.15	0.63	0.27	0.14

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
1014	2098.2623	1610.5989	287.9765	0.42	0.67	0.15	0.74	0.29	0.15
1015	2106.1146	1610.7910	287.5563	0.30	0.80	0.14	0.81	0.26	0.14
1016	2114.8011	1609.7155	287.4688	0.56	1.68	0.13	1.75	0.24	0.13
2001	2116.8216	1596.7078	292.3088	0.24	0.12	0.19	0.29	0.13	0.10
2002	2115.4880	1584.7173	291.7067	0.24	0.22	0.12	0.26	0.20	0.11
2003	2114.1854	1572.6905	291.9229	0.29	0.26	0.13	0.29	0.26	0.12
2004	2112.8862	1560.8814	291.8530	0.43	0.27	0.16	0.47	0.23	0.13
2005	2111.9815	1552.6213	292.2809	0.54	0.55	0.21	0.74	0.27	0.15
2006	2103.8214	1552.7211	292.3404	0.33	0.52	0.21	0.60	0.21	0.12
2007	2089.2853	1553.8116	292.5123	0.25	0.47	0.20	0.52	0.20	0.11
2008	2081.6940	1554.3712	292.5731	0.64	0.68	0.28	0.94	0.23	0.13
2009	2081.8470	1564.5793	292.5540	0.46	0.17	0.23	0.51	0.16	0.10
2010	2087.3473	1575.1008	293.9027	0.19	0.23	0.14	0.26	0.18	0.11
2011	2088.7083	1586.9308	294.7570	0.30	0.26	0.17	0.33	0.25	0.14
2012	2093.4764	1600.3947	293.1693	0.43	0.37	0.21	0.54	0.25	0.14
2013	2094.7938	1610.0359	292.8842	0.46	0.64	0.22	0.74	0.31	0.16
2014	2102.7120	1611.2057	292.5945	0.34	0.70	0.23	0.75	0.28	0.15
2015	2110.8308	1610.1814	292.3961	0.25	0.84	0.28	0.88	0.24	0.13
2016	2118.1231	1608.5313	292.5082	0.65	1.08	0.39	1.29	0.24	0.14
3001	2117.4913	1602.5804	298.0046	0.89	1.05	0.58	1.43	0.34	0.21
3002	2116.1630	1590.6532	298.0044	0.49	0.30	0.35	0.60	0.24	0.17
3003	2114.8742	1578.9126	297.9949	0.35	0.24	0.23	0.38	0.24	0.16
3004	2113.5668	1567.0086	297.9605	0.32	0.23	0.20	0.35	0.22	0.14
3005	2112.3948	1556.6128	298.0586	0.42	0.35	0.28	0.54	0.24	0.15
3006	2107.5975	1552.4657	298.0689	0.37	0.46	0.32	0.61	0.23	0.15
3007	2097.8502	1553.2022	298.0318	0.20	0.38	0.30	0.46	0.19	0.13
3008	2084.3974	1554.1741	297.8941	0.37	0.47	0.37	0.66	0.21	0.14
3009	2080.9273	1556.3409	298.1014	0.49	0.43	0.39	0.71	0.22	0.14
3010	2082.4052	1568.9539	298.4432	0.50	0.29	0.30	0.55	0.28	0.18
3012	2092.7178	1593.7743	298.3332	0.35	0.23	0.27	0.43	0.20	0.15
3013	2093.9579	1604.6225	298.2987	0.46	0.48	0.34	0.68	0.27	0.17
3014	2098.3320	1610.5829	297.8825	0.38	0.61	0.32	0.71	0.29	0.17
3015	2106.1021	1610.7567	297.9659	0.27	0.60	0.35	0.68	0.26	0.16
3016	2114.1029	1609.7376	297.9768	0.29	0.62	0.41	0.74	0.24	0.15

## Orientacijske smeri

Točka	$\alpha$ [°]	$\sigma_\alpha$ ["]
1	246.03588	0.88
2	200.54519	0.88
5	5.40245	0.93
6	-54.40071	0.93

## Izravnane meritve

### Smeri

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
1	1015P	121.54368	3.50	-9.93	3.45	121.54092	1.41	2.88	!
1	5	157.90704	3.50	-6.84	3.40	157.90514	1.52	2.01	!
1	1005P	278.23355	3.50	-3.55	3.59	278.23256	0.99	0.99	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
1	2	304.10755	3.50	-8.82	3.59	304.10510	1.00	2.45	!
1	1007P	304.78414	3.50	-6.77	3.60	304.78226	0.97	1.88	
1	6	324.60104	3.50	-5.95	3.60	324.59939	0.97	1.65	
1	1013P	87.90075	3.50	-0.60	3.40	87.90059	1.54	0.18	
1	1001	156.80599	3.50	-3.86	3.23	156.80492	1.86	1.19	
1	1002	188.74689	3.50	1.59	1.82	188.74733	3.25	0.87	
1	1003	237.21361	3.50	1.88	1.90	237.21414	3.21	0.99	
1	1004	266.40090	3.50	0.65	2.29	266.40108	2.94	0.28	
1	1005	277.85707	3.50	-0.33	2.64	277.85698	2.64	0.12	
1	1006	285.68299	3.50	-0.49	2.82	285.68285	2.44	0.17	
1	1007	304.93054	3.50	-3.91	3.49	304.92946	1.31	1.12	
1	1008	322.65726	3.50	-2.40	3.50	322.65660	1.28	0.69	
1	1009	329.76559	3.50	-2.50	3.26	329.76490	1.82	0.77	
1	1010	341.91268	3.50	-0.70	2.20	341.91249	3.01	0.32	
1	1011	3.76961	3.50	0.99	1.90	3.76988	3.21	0.52	
1	1012	59.81178	3.50	1.73	1.57	59.81226	3.38	1.10	
1	1013	87.30901	3.50	1.83	1.92	87.30952	3.20	0.95	
1	1014	102.18171	3.50	-0.55	2.53	102.18156	2.74	0.22	
1	1015	121.55348	3.50	-1.19	2.33	121.55315	2.92	0.51	
1	1016	142.08180	3.50	-1.11	1.89	142.08150	3.21	0.59	
1	2001	170.80306	3.50	3.01	3.20	170.80390	1.92	0.94	
1	2002	217.44559	3.50	1.50	2.01	217.44601	3.14	0.74	
1	2003	257.36764	3.50	0.55	2.32	257.36780	2.92	0.24	
1	2004	273.80182	3.50	1.54	2.68	273.80225	2.59	0.57	
1	2005	279.66211	3.50	0.78	2.87	279.66233	2.39	0.27	
1	2006	292.68165	3.50	0.84	3.24	292.68188	1.85	0.26	
1	2007	316.05197	3.50	-0.24	3.54	316.05190	1.19	0.07	
1	2008	326.59809	3.50	2.30	3.42	326.59873	1.49	0.67	
1	2009	336.46830	3.50	0.73	3.10	336.46850	2.08	0.24	
1	2010	345.19655	3.50	1.11	2.87	345.19686	2.38	0.39	
1	2011	20.88319	3.50	1.25	0.89	20.88353	3.62	1.40	
1	2012	76.97156	3.50	0.33	1.91	76.97165	3.20	0.17	
1	2013	93.70272	3.50	-0.93	2.64	93.70246	2.63	0.35	
1	2014	113.16879	3.50	-0.82	2.56	113.16856	2.72	0.32	
1	2015	133.08266	3.50	0.25	2.65	133.08273	2.62	0.09	
1	2016	149.87585	3.50	1.86	3.11	149.87637	2.05	0.60	
1	3001	158.13330	3.50	-0.76	1.73	158.13308	3.31	0.44	
1	3002	191.29164	3.50	-0.61	0.90	191.29147	3.62	0.68	
1	3003	240.56168	3.50	1.24	0.78	240.56202	3.65	1.58	
1	3004	266.99727	3.50	2.78	2.82	266.99804	2.44	0.99	
1	3005	277.21383	3.50	3.69	3.04	277.21485	2.17	1.21	
1	3006	286.59073	3.50	4.05	3.21	286.59185	1.89	1.26	
1	3007	302.51541	3.50	3.68	3.49	302.51644	1.31	1.05	
1	3008	323.03580	3.50	5.88	3.51	323.03744	1.26	1.67	
1	3009	329.14888	3.50	3.25	3.44	329.14978	1.45	0.95	
1	3010	341.70412	3.50	1.61	2.63	341.70457	2.64	0.61	
1	3012	54.43526	3.50	0.31	1.88	54.43535	3.22	0.17	
1	3013	85.74299	3.50	1.86	2.19	85.74351	3.02	0.85	
1	3014	102.34067	3.50	1.20	2.72	102.34100	2.56	0.44	
1	3015	121.53296	3.50	2.33	2.83	121.53361	2.43	0.82	
1	3016	140.62457	3.50	6.26	3.12	140.62631	2.05	2.01	!
2	1015P	168.33585	3.50	-6.41	3.62	168.33407	0.89	1.77	
2	1	169.59884	3.50	-10.95	3.61	169.59579	0.92	3.03	*
2	5	181.27950	3.50	-6.61	3.64	181.27767	0.83	1.82	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$	
2	1005P	282.57334	3.50	-4.06	3.44	282.57221	1.43	1.18	
2	1007P	351.73417	3.50	1.43	3.01	351.73457	2.20	0.48	
2	6	77.55896	3.50	-3.78	3.36	77.55791	1.63	1.13	
2	1013P	153.76415	3.50	-4.72	3.62	153.76283	0.92	1.31	
2	1001	185.04334	3.50	-2.24	1.97	185.04272	3.17	1.14	
2	1002	192.20830	3.50	-3.17	3.36	192.20742	1.61	0.94	
2	1003	205.43024	3.50	-1.78	2.71	205.42975	2.57	0.66	
2	1004	237.33445	3.50	-0.29	1.98	237.33437	3.16	0.15	
2	1005	282.19897	3.50	-1.17	2.15	282.19865	3.05	0.54	
2	1006	301.34304	3.50	-2.11	2.24	301.34245	2.98	0.94	
2	1007	352.15989	3.50	1.19	1.42	352.16022	3.45	0.83	
2	1008	33.92730	3.50	0.08	0.60	33.92732	3.68	0.14	
2	1009	48.89621	3.50	-0.25	1.10	48.89614	3.56	0.23	
2	1010	87.03690	3.50	-2.30	3.22	87.03626	1.89	0.71	
2	1011	128.51070	3.50	-3.67	2.76	128.50968	2.51	1.33	
2	1012	149.49382	3.50	-3.07	2.83	149.49297	2.43	1.09	
2	1013	153.44101	3.50	-2.71	3.03	153.44026	2.18	0.89	
2	1014	158.73015	3.50	-1.57	3.27	158.72972	1.79	0.48	
2	1015	168.33355	3.50	-0.28	3.38	168.33347	1.59	0.08	
2	1016	178.80001	3.50	0.18	3.55	178.80006	1.14	0.05	
2	2001	188.45015	3.50	-0.32	3.50	188.45006	1.28	0.09	
2	2002	198.60282	3.50	-0.87	3.18	198.60258	1.95	0.27	
2	2003	220.70711	3.50	0.36	2.28	220.70721	2.95	0.16	
2	2004	263.05430	3.50	-1.24	1.98	263.05396	3.16	0.63	
2	2005	291.04525	3.50	-1.94	2.28	291.04471	2.95	0.85	
2	2006	316.17206	3.50	-2.03	2.09	316.17149	3.09	0.97	
2	2007	21.87480	3.50	0.35	1.43	21.87490	3.44	0.25	
2	2008	39.44962	3.50	1.32	1.64	39.44999	3.35	0.81	
2	2009	70.47128	3.50	4.58	3.17	70.47256	1.97	1.45	
2	2010	112.71638	3.50	-1.09	2.99	112.71608	2.23	0.36	
2	2011	135.34012	3.50	1.13	3.05	135.34044	2.14	0.37	
2	2012	150.99447	3.50	0.79	3.03	150.99469	2.17	0.26	
2	2013	154.39044	3.50	2.24	3.25	154.39106	1.83	0.69	
2	2014	164.16033	3.50	3.25	3.36	164.16123	1.61	0.97	
2	2015	174.08270	3.50	5.22	3.50	174.08415	1.28	1.49	
2	2016	182.98834	3.50	5.97	3.51	182.99000	1.25	1.70	
2	3001	185.40695	3.50	2.90	3.04	185.40775	2.16	0.95	
2	3002	192.73645	3.50	4.27	3.01	192.73764	2.20	1.42	
2	3003	207.04976	3.50	4.71	2.60	207.05107	2.67	1.81	
2	3004	238.94117	3.50	2.17	2.06	238.94178	3.11	1.06	
2	3005	278.95636	3.50	-1.28	2.14	278.95600	3.05	0.60	
2	3006	302.92780	3.50	-2.52	2.26	302.92710	2.97	1.12	
2	3007	344.60608	3.50	-0.86	1.88	344.60585	3.22	0.46	
2	3008	34.49538	3.50	3.85	2.34	34.49644	2.91	1.65	
2	3010	85.33116	3.50	0.01	0.34	85.33116	3.71	0.02	
2	3009	45.56889	3.50	-0.24	2.63	45.56882	2.65	0.09	
2	3012	147.71250	3.50	4.00	3.05	147.71361	2.15	1.31	
2	3013	152.54255	3.50	2.23	3.09	152.54317	2.09	0.72	
2	3014	158.81440	3.50	4.82	3.36	158.81574	1.63	1.44	
2	3015	168.32278	3.50	7.22	3.48	168.32479	1.35	2.08	!
2	3016	178.00161	3.50	9.27	3.56	178.00418	1.11	2.60	!
5	1015P	331.41411	3.50	-4.33	3.21	331.41290	1.90	1.35	
5	1005P	174.39437	3.50	-2.84	3.62	174.39358	0.90	0.78	
5	1007P	194.14668	3.50	-1.16	3.63	194.14635	0.86	0.32	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
5	2	196.42083	3.50	-1.53	3.64	196.42041	0.81	0.42
5	6	209.64194	3.50	-1.53	3.64	209.64151	0.81	0.42
5	1	218.53971	3.50	-4.06	3.47	218.53858	1.37	1.17
5	1013P	288.42336	3.50	-2.06	3.52	288.42279	1.23	0.58
5	1001	35.79654	3.50	1.89	1.49	35.79707	3.42	1.27
5	1002	137.17451	3.50	-0.51	0.59	137.17437	3.68	0.86
5	1003	164.40779	3.50	-2.52	2.45	164.40709	2.81	1.03
5	1004	171.31129	3.50	-0.82	2.83	171.31106	2.43	0.29
5	1005	174.06658	3.50	0.91	2.63	174.06684	2.65	0.35
5	1006	179.39639	3.50	2.65	2.77	179.39712	2.49	0.96
5	1007	194.21005	3.50	0.45	3.53	194.21017	1.21	0.13
5	1008	207.09632	3.50	1.87	3.58	207.09684	1.04	0.52
5	1009	212.49014	3.50	0.93	3.48	212.49040	1.34	0.27
5	1010	221.26821	3.50	2.04	3.07	221.26878	2.12	0.67
5	1011	232.90073	3.50	0.27	3.22	232.90081	1.89	0.08
5	1012	257.33900	3.50	-1.89	1.81	257.33847	3.26	1.05
5	1013	288.23172	3.50	-0.81	0.83	288.23150	3.64	0.97
5	1014	309.65249	3.50	0.34	0.86	309.65259	3.63	0.40
5	1015	331.89760	3.50	0.24	0.43	331.89767	3.70	0.54
5	1016	7.29019	3.50	0.12	0.66	7.29023	3.67	0.18
5	2001	87.03468	3.50	-0.70	0.67	87.03448	3.67	1.04
5	2002	158.28752	3.50	-0.19	1.88	158.28746	3.22	0.10
5	2003	169.25150	3.50	-0.17	2.89	169.25145	2.35	0.06
5	2004	173.05903	3.50	0.24	2.86	173.05909	2.39	0.08
5	2005	174.51559	3.50	1.14	2.80	174.51591	2.46	0.41
5	2006	184.97890	3.50	2.35	3.26	184.97956	1.81	0.72
5	2007	202.29940	3.50	2.66	3.58	202.30014	1.04	0.74
5	2008	209.98694	3.50	2.68	3.55	209.98768	1.15	0.76
5	2009	217.51764	3.50	2.10	3.40	217.51823	1.54	0.62
5	2010	222.99646	3.50	1.89	3.40	222.99699	1.54	0.56
5	2012	275.27832	3.50	-0.67	1.52	275.27813	3.41	0.44
5	2013	302.05385	3.50	-0.09	1.24	302.05382	3.52	0.07
5	2014	321.80431	3.50	-0.32	0.82	321.80422	3.64	0.39
5	2015	349.91064	3.50	-1.69	1.09	349.91017	3.57	1.55
5	2016	22.70973	3.50	-3.25	1.85	22.70883	3.24	1.76
5	3004	171.44207	3.50	2.66	3.08	171.44281	2.11	0.86
5	3005	173.92016	3.50	0.77	3.08	173.92037	2.10	0.25
5	3006	180.14895	3.50	2.57	3.24	180.14967	1.85	0.79
5	3007	192.43608	3.50	2.94	3.54	192.43689	1.19	0.83
5	3008	207.37329	3.50	3.33	3.58	207.37422	1.04	0.93
5	3009	211.96862	3.50	3.71	3.55	211.96965	1.15	1.04
5	3010	221.14284	3.50	0.18	3.21	221.14290	1.89	0.06
5	3012	255.30334	3.50	0.53	2.64	255.30349	2.64	0.20
5	3013	287.81963	3.50	-0.78	1.41	287.81942	3.45	0.55
5	3014	309.76607	3.50	-0.95	1.24	309.76581	3.52	0.77
5	3015	331.80371	3.50	-2.60	1.21	331.80298	3.53	2.15
5	3016	4.26863	3.50	-6.00	1.69	4.26696	3.32	3.55
6	1015P	74.15263	3.50	-2.15	3.62	74.15203	0.90	0.60
6	1	85.03784	3.50	-6.69	3.62	85.03599	0.90	1.85
6	5	89.44618	3.50	-5.45	3.64	89.44467	0.82	1.50
6	2	152.50484	3.50	-3.71	3.41	152.50381	1.51	1.09
6	1005P	168.47121	3.50	-0.02	3.59	168.47120	0.99	0.01
6	1007P	205.73583	3.50	-2.17	3.33	205.73523	1.69	0.65
6	1013P	61.61476	3.50	2.19	3.60	61.61536	0.96	0.61

$\tau_{krit} = 1.9585$

!  
\*

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
6	1001	90.56956	3.50	0.47	3.51	90.56969	1.27	0.13
6	1002	100.02408	3.50	-1.04	3.43	100.02379	1.46	0.30
6	1003	114.65547	3.50	-0.68	3.13	114.65529	2.02	0.22
6	1004	139.81849	3.50	0.13	3.11	139.81853	2.05	0.04
6	1005	168.30821	3.50	1.68	2.91	168.30867	2.34	0.58
6	1006	180.19160	3.50	2.55	2.48	180.19231	2.79	1.03
6	1007	206.67081	3.50	0.03	0.36	206.67082	3.71	0.09
6	1008	259.09974	3.50	0.26	1.21	259.09981	3.53	0.22
6	1009	281.80086	3.50	0.66	1.72	281.80104	3.31	0.38
6	1010	352.48734	3.50	0.97	1.43	352.48761	3.45	0.68
6	1011	48.16509	3.50	2.96	2.29	48.16591	2.94	1.29
6	1014	64.89299	3.50	2.10	3.02	64.89357	2.19	0.70
6	1015	74.09677	3.50	2.14	3.16	74.09737	1.98	0.68
6	1016	83.79617	3.50	1.58	3.26	83.79660	1.80	0.48
6	2001	95.20772	3.50	2.02	3.56	95.20828	1.11	0.57
6	2002	107.54322	3.50	-0.85	3.35	107.54298	1.63	0.25
6	2003	128.00153	3.50	-0.77	3.10	128.00132	2.07	0.25
6	2004	155.88694	3.50	1.64	3.11	155.88740	2.06	0.53
6	2005	174.76734	3.50	1.96	2.79	174.76789	2.47	0.70
6	2006	187.09635	3.50	2.37	2.38	187.09700	2.87	0.99
6	2007	237.48880	3.50	-0.50	1.10	237.48866	3.56	0.45
6	2008	270.74731	3.50	-2.51	1.77	270.74661	3.28	1.42
6	2009	317.55299	3.50	-2.68	1.67	317.55224	3.33	1.60
6	2010	39.33462	3.50	1.17	1.85	39.33494	3.24	0.63
6	2011	51.16040	3.50	2.79	2.60	51.16117	2.67	1.07
6	2013	60.65448	3.50	1.03	2.98	60.65477	2.25	0.35
6	2014	70.05389	3.50	0.70	3.17	70.05408	1.96	0.22
6	2015	79.50522	3.50	1.70	3.36	79.50570	1.62	0.51
6	2016	87.67228	3.50	2.51	3.56	87.67298	1.13	0.71
6	3001	91.07136	3.50	-1.17	3.39	91.07104	1.56	0.35
6	3002	100.67280	3.50	-1.33	3.36	100.67243	1.62	0.40
6	3003	116.23185	3.50	-1.96	3.20	116.23131	1.91	0.61
6	3004	140.86837	3.50	-1.12	3.17	140.86806	1.97	0.35
6	3005	166.08177	3.50	0.87	3.01	166.08201	2.20	0.29
6	3006	180.90284	3.50	1.78	2.80	180.90333	2.46	0.63
6	3007	201.68304	3.50	0.25	2.25	201.68311	2.97	0.11
6	3008	260.29337	3.50	-4.57	1.79	260.29210	3.27	2.56
6	3009	278.71961	3.50	-2.29	2.03	278.71897	3.13	1.13
6	3014	64.98309	3.50	-0.47	3.18	64.98296	1.96	0.15
6	3015	74.09669	3.50	1.22	3.38	74.09703	1.58	0.36
6	3016	83.09173	3.50	2.40	3.53	83.09240	1.21	0.68

 $\tau_{krit} = 1.9585$ 

!

## Zenitne razdalje

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
1	1015P	88.62850	2.00	-2.54	2.06	88.62779	0.56	1.24
1	5	87.65763	2.00	5.85	2.01	87.65925	0.72	2.91
1	1005P	90.21622	2.00	-0.29	2.09	90.21614	0.39	0.14
1	2	89.84258	2.00	-0.51	2.09	89.84244	0.42	0.24
1	1007P	90.01795	2.00	-0.06	2.10	90.01793	0.37	0.03
1	6	88.05627	2.00	1.14	2.09	88.05659	0.41	0.55
1	1013P	84.77842	2.00	1.62	2.01	84.77887	0.70	0.81

 $\tau_{krit} = 1.9585$ 

!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
1	1001	89.22179	2.00	1.48	1.79	89.22220	1.16	0.83	
1	1002	88.76967	2.00	1.96	1.83	88.77022	1.09	1.07	
1	1003	92.81004	2.00	1.57	1.58	92.81048	1.43	0.99	
1	1004	90.80923	2.00	1.04	1.87	90.80952	1.02	0.56	
1	1005	90.60324	2.00	0.56	1.98	90.60339	0.80	0.28	
1	1006	90.52297	2.00	0.20	2.00	90.52302	0.73	0.10	
1	1007	90.38962	2.00	0.12	2.05	90.38965	0.57	0.06	
1	1008	88.80422	2.00	0.43	2.05	88.80434	0.59	0.21	
1	1009	88.77333	2.00	-0.73	2.05	88.77312	0.59	0.36	
1	1010	87.84665	2.00	-1.27	2.03	87.84630	0.64	0.62	
1	1011	85.30851	2.00	0.07	1.67	85.30853	1.33	0.04	
1	1012	82.82947	2.00	0.00	1.23	82.82947	1.74	0.00	
1	1013	85.39548	2.00	0.46	1.55	85.39560	1.46	0.29	
1	1014	88.06760	2.00	0.30	1.72	88.06768	1.26	0.17	
1	1015	89.09262	2.00	0.35	1.81	89.09271	1.12	0.19	
1	1016	89.35405	2.00	0.36	1.87	89.35415	1.03	0.20	
1	2001	72.72093	2.00	0.99	1.49	72.72121	1.52	0.67	
1	2002	70.55641	2.00	1.01	1.55	70.55669	1.46	0.65	
1	2003	75.78761	2.00	0.40	1.71	75.78772	1.27	0.23	
1	2004	80.72563	2.00	0.28	1.90	80.72571	0.96	0.15	
1	2005	81.99121	2.00	0.53	1.94	81.99135	0.89	0.28	
1	2006	81.62210	2.00	0.01	1.94	81.62210	0.88	0.01	
1	2007	81.71665	2.00	-0.36	1.98	81.71655	0.78	0.18	
1	2008	82.25127	2.00	-0.46	1.92	82.25114	0.92	0.24	
1	2009	80.29057	2.00	-0.29	1.82	80.29049	1.10	0.16	
1	2010	71.54681	2.00	0.90	1.63	71.54705	1.37	0.55	
1	2011	62.18926	2.00	2.00	1.29	62.18982	1.70	1.56	
1	2012	69.37212	2.00	0.85	1.42	69.37236	1.59	0.60	
1	2013	76.54251	2.00	0.82	1.68	76.54274	1.31	0.49	
1	2014	77.04561	2.00	-0.42	1.76	77.04549	1.20	0.24	
1	2015	77.65136	2.00	-0.98	1.77	77.65108	1.18	0.55	
1	2016	78.31076	2.00	0.67	1.67	78.31095	1.32	0.40	
1	3001	62.45811	2.00	-0.52	0.65	62.45797	2.03	0.80	
1	3002	51.19736	2.00	-0.96	0.89	51.19709	1.94	1.08	
1	3003	53.75599	2.00	-1.84	1.28	53.75548	1.70	1.43	
1	3004	65.10899	2.00	-1.23	1.75	65.10864	1.22	0.71	
1	3005	71.48729	2.00	-0.08	1.83	71.48727	1.09	0.04	
1	3006	72.97254	2.00	-1.28	1.82	72.97218	1.10	0.70	
1	3007	72.73301	2.00	-0.55	1.83	72.73285	1.09	0.30	
1	3008	74.40553	2.00	0.30	1.78	74.40562	1.17	0.17	
1	3009	74.12251	2.00	1.61	1.75	74.12296	1.22	0.92	
1	3010	68.01379	2.00	0.71	1.66	68.01398	1.34	0.42	
1	3012	47.05234	2.00	0.52	1.21	47.05248	1.76	0.43	
1	3013	59.94537	2.00	-0.03	1.53	59.94536	1.48	0.02	
1	3014	65.40016	2.00	-1.09	1.70	65.39986	1.29	0.64	
1	3015	65.13534	2.00	-1.45	1.72	65.13494	1.26	0.84	
1	3016	66.36725	2.00	-0.65	1.66	66.36707	1.33	0.39	
2	1015P	89.40520	2.00	-2.28	2.12	89.40457	0.26	1.08	
2	1	90.15610	2.00	5.24	2.09	90.15756	0.42	2.51	!
2	5	89.25355	2.00	2.48	2.11	89.25424	0.31	1.17	
2	1005P	90.69427	2.00	-2.46	1.99	90.69359	0.77	1.24	
2	1007P	90.39688	2.00	-0.75	1.82	90.39667	1.11	0.41	
2	6	84.87811	2.00	6.51	1.93	84.87992	0.90	3.36	*
2	1013P	87.67604	2.00	-1.02	2.11	87.67576	0.30	0.48	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
2	1001	89.70308	2.00	-0.26	2.06	89.70301	0.53	0.13	
2	1002	89.59371	2.00	-1.06	2.07	89.59342	0.50	0.51	
2	1003	91.95687	2.00	-0.70	1.91	91.95667	0.95	0.37	
2	1004	91.47299	2.00	0.25	1.52	91.47306	1.49	0.17	
2	1005	91.49351	2.00	0.61	1.41	91.49368	1.60	0.44	
2	1006	91.48231	2.00	0.81	1.38	91.48254	1.63	0.59	
2	1007	91.54380	2.00	0.52	1.39	91.54395	1.61	0.38	
2	1008	87.59013	2.00	0.37	1.73	87.59023	1.24	0.21	
2	1009	87.76583	2.00	1.11	1.79	87.76614	1.15	0.62	
2	1010	86.73996	2.00	-0.22	1.90	86.73990	0.97	0.11	
2	1011	86.60300	2.00	0.08	1.87	86.60302	1.02	0.04	
2	1012	87.37412	2.00	-0.18	2.00	87.37407	0.74	0.09	
2	1013	87.95037	2.00	-1.24	2.01	87.95003	0.71	0.61	
2	1014	89.10524	2.00	-0.81	2.03	89.10501	0.65	0.40	
2	1015	89.63067	2.00	0.11	2.05	89.63071	0.57	0.05	
2	1016	89.74372	2.00	-2.18	2.06	89.74311	0.54	1.06	
2	2001	82.23488	2.00	0.28	1.92	82.23496	0.92	0.15	
2	2002	80.40844	2.00	0.03	1.93	80.40845	0.91	0.02	
2	2003	75.05237	2.00	0.42	1.63	75.05249	1.37	0.26	
2	2004	72.33242	2.00	0.90	1.35	72.33267	1.65	0.66	
2	2005	74.02098	2.00	0.60	1.37	74.02115	1.64	0.44	
2	2006	67.98182	2.00	-0.49	1.17	67.98168	1.78	0.42	
2	2007	69.64589	2.00	-0.35	1.64	69.64579	1.37	0.21	
2	2008	74.96635	2.00	0.63	1.75	74.96652	1.21	0.36	
2	2009	72.68460	2.00	0.66	1.72	72.68478	1.26	0.39	
2	2010	67.16654	2.00	-0.73	1.79	67.16633	1.15	0.41	
2	2011	73.17740	2.00	-0.27	1.82	73.17732	1.11	0.15	
2	2012	80.79689	2.00	-1.87	1.93	80.79638	0.91	0.97	
2	2013	83.01161	2.00	-1.40	1.99	83.01122	0.76	0.70	
2	2014	83.52824	2.00	-1.17	2.00	83.52792	0.74	0.58	
2	2015	83.81286	2.00	-0.70	1.95	83.81267	0.85	0.36	
2	2016	83.78673	2.00	-1.24	1.81	83.78639	1.13	0.68	
2	3001	75.83464	2.00	0.29	1.62	75.83472	1.38	0.18	
2	3002	71.18256	2.00	0.26	1.63	71.18263	1.37	0.16	
2	3003	63.66635	2.00	0.89	1.60	63.66660	1.41	0.56	
2	3004	54.42361	2.00	1.73	1.44	54.42409	1.57	1.20	
2	3005	55.22863	2.00	1.01	1.29	55.22891	1.69	0.78	
2	3006	53.65261	2.00	0.62	1.19	53.65278	1.77	0.52	
2	3007	45.89225	2.00	-0.56	1.29	45.89210	1.70	0.44	
2	3008	58.88933	2.00	-1.16	1.68	58.88901	1.32	0.69	
2	3010	56.79218	2.00	-0.89	1.22	56.79193	1.75	0.73	
2	3009	61.03508	2.00	1.46	1.70	61.03549	1.29	0.86	
2	3012	69.80808	2.00	-2.89	1.66	69.80728	1.34	1.74	
2	3013	74.79569	2.00	-3.78	1.80	74.79464	1.13	2.09	!
2	3014	77.07285	2.00	-1.91	1.92	77.07232	0.92	0.99	
2	3015	77.17120	2.00	-1.95	1.88	77.17066	1.00	1.03	
2	3016	77.39387	2.00	-0.80	1.80	77.39365	1.14	0.45	
5	1015P	89.88552	2.00	7.37	1.94	89.88757	0.89	3.81	*
5	1005P	90.90188	2.00	-4.23	2.11	90.90070	0.32	2.01	!
5	1007P	90.66521	2.00	-4.00	2.11	90.66410	0.29	1.90	
5	2	90.74571	2.00	0.19	2.11	90.74576	0.31	0.09	
5	6	89.47610	2.00	-1.14	2.11	89.47579	0.29	0.54	
5	1	92.33883	2.00	6.91	2.01	92.34075	0.72	3.44	*
5	1013P	86.37870	2.00	0.79	2.01	86.37892	0.71	0.39	

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
5	1001	91.55571	2.00	-0.51	0.82	91.55557	1.97	0.62	
5	1002	91.85707	2.00	-0.67	1.04	91.85688	1.86	0.64	
5	1003	94.04363	2.00	-0.63	1.76	94.04345	1.21	0.36	
5	1004	91.64190	2.00	-1.25	1.97	91.64155	0.80	0.63	
5	1005	91.21387	2.00	-1.19	2.03	91.21354	0.65	0.59	
5	1006	91.08852	2.00	-1.08	2.05	91.08822	0.59	0.53	
5	1007	90.94203	2.00	-0.80	2.08	90.94180	0.44	0.38	
5	1008	89.68955	2.00	-1.03	2.08	89.68927	0.45	0.49	
5	1009	89.69101	2.00	-1.01	2.08	89.69073	0.45	0.49	
5	1010	89.27868	2.00	-1.16	2.08	89.27836	0.45	0.56	
5	1011	88.39774	2.00	-1.13	1.98	88.39742	0.78	0.57	
5	1012	87.05703	2.00	0.10	1.78	87.05706	1.18	0.06	
5	1013	87.00106	2.00	0.12	1.56	87.00109	1.45	0.08	
5	1014	89.21147	2.00	0.32	1.50	89.21156	1.51	0.21	
5	1015	90.58750	2.00	-0.05	1.30	90.58749	1.69	0.04	
5	1016	91.05539	2.00	0.77	1.12	91.05560	1.81	0.68	
5	2001	46.86358	2.00	-0.58	0.56	46.86342	2.06	1.03	
5	2002	72.54729	2.00	-1.23	1.49	72.54695	1.52	0.82	
5	2003	80.17828	2.00	-0.57	1.85	80.17812	1.05	0.31	
5	2004	83.44516	2.00	-2.13	1.96	83.44457	0.84	1.09	
5	2005	84.10928	2.00	-1.00	1.97	84.10900	0.81	0.51	
5	2006	84.11694	2.00	-0.91	1.98	84.11668	0.79	0.46	
5	2007	84.36757	2.00	-1.29	2.03	84.36722	0.66	0.64	
5	2008	84.67732	2.00	-1.68	1.97	84.67685	0.82	0.85	
5	2009	83.74062	2.00	-0.19	1.94	83.74057	0.88	0.10	
5	2010	79.32772	2.00	0.08	1.95	79.32774	0.87	0.04	
5	2012	73.78176	2.00	0.06	1.59	73.78178	1.41	0.04	
5	2013	76.51328	2.00	0.91	1.57	76.51354	1.44	0.58	
5	2014	73.96892	2.00	1.17	1.37	73.96925	1.63	0.85	
5	2015	70.60491	2.00	1.31	1.02	70.60528	1.87	1.28	
5	2016	69.98137	2.00	-0.05	0.55	69.98136	2.06	0.10	
5	3004	71.10969	2.00	-2.12	1.79	71.10910	1.16	1.19	
5	3005	75.60183	2.00	-2.54	1.84	75.60112	1.07	1.38	
5	3006	76.94231	2.00	-1.66	1.85	76.94185	1.06	0.90	
5	3007	77.33342	2.00	-1.73	1.89	77.33294	0.98	0.92	
5	3008	78.67315	2.00	-2.89	1.86	78.67235	1.05	1.56	
5	3009	78.49722	2.00	-2.37	1.83	78.49656	1.10	1.30	
5	3010	75.21187	2.00	0.64	1.84	75.21205	1.08	0.35	
5	3012	61.36551	2.00	1.55	1.56	61.36594	1.45	0.99	
5	3013	61.55197	2.00	2.22	1.53	61.55259	1.49	1.45	
5	3014	62.17214	2.00	2.54	1.47	62.17285	1.54	1.73	
5	3015	55.66177	2.00	2.61	1.18	55.66250	1.78	2.21	!
5	3016	51.71322	2.00	1.57	0.70	51.71366	2.01	2.23	!
6	1015P	90.38614	2.00	-3.55	2.11	90.38515	0.27	1.68	
6	1	91.94196	2.00	5.25	2.09	91.94341	0.41	2.51	!
6	5	90.52373	2.00	1.74	2.11	90.52421	0.29	0.83	
6	2	95.11857	2.00	5.43	1.93	95.12008	0.90	2.81	!
6	1005P	92.35934	2.00	-1.19	2.07	92.35901	0.52	0.58	
6	1007P	93.68647	2.00	1.23	1.92	93.68681	0.93	0.64	
6	1013P	88.78664	2.00	-0.02	2.11	88.78663	0.32	0.01	
6	1001	90.71361	2.00	-0.19	2.09	90.71356	0.42	0.09	
6	1002	90.90345	2.00	-0.57	2.08	90.90329	0.44	0.28	
6	1003	93.12284	2.00	-1.23	2.00	93.12250	0.75	0.62	
6	1004	92.88195	2.00	-0.48	1.90	92.88181	0.97	0.25	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
6	1005	92.86515	2.00	-0.64	1.85	92.86497	1.07	0.35
6	1006	93.05011	2.00	-0.80	1.81	93.04989	1.12	0.44
6	1007	94.58684	2.00	-0.45	1.65	94.58671	1.34	0.27
6	1008	90.34573	2.00	-0.15	1.32	90.34568	1.67	0.11
6	1009	90.41067	2.00	-0.22	1.22	90.41060	1.75	0.18
6	1010	88.91096	2.00	0.72	1.07	88.91116	1.84	0.67
6	1011	88.52073	2.00	0.54	1.72	88.52088	1.26	0.31
6	1014	90.10584	2.00	-0.53	2.03	90.10570	0.66	0.26
6	1015	90.60201	2.00	-0.67	2.06	90.60182	0.56	0.33
6	1016	90.66979	2.00	-1.42	2.07	90.66940	0.50	0.69
6	2001	84.10871	2.00	0.03	1.96	84.10872	0.84	0.01
6	2002	83.49160	2.00	0.53	2.00	83.49175	0.73	0.27
6	2003	81.32003	2.00	-0.52	1.91	81.31989	0.95	0.27
6	2004	80.80968	2.00	-0.18	1.84	80.80962	1.08	0.10
6	2005	80.62944	2.00	-0.62	1.79	80.62927	1.16	0.35
6	2006	77.25254	2.00	1.06	1.68	77.25283	1.32	0.63
6	2007	69.25833	2.00	0.77	1.39	69.25854	1.61	0.56
6	2008	71.98844	2.00	0.21	1.26	71.98850	1.72	0.17
6	2009	61.07176	2.00	-0.24	0.83	61.07169	1.96	0.29
6	2010	59.43691	2.00	-0.04	1.23	59.43690	1.74	0.03
6	2011	72.63844	2.00	-2.33	1.64	72.63780	1.37	1.43
6	2013	83.84946	2.00	-1.92	1.97	83.84892	0.82	0.98
6	2014	84.53877	2.00	-1.05	1.98	84.53848	0.79	0.53
6	2015	84.97412	2.00	-1.66	1.94	84.97366	0.89	0.86
6	2016	85.05600	2.00	0.20	1.79	85.05605	1.16	0.11
6	3001	77.84559	2.00	0.64	1.59	77.84577	1.42	0.40
6	3002	74.68807	2.00	1.41	1.71	74.68846	1.27	0.82
6	3003	70.66310	2.00	1.53	1.80	70.66352	1.14	0.85
6	3004	67.32381	2.00	0.86	1.83	67.32405	1.10	0.47
6	3005	67.54273	2.00	0.49	1.76	67.54287	1.20	0.28
6	3006	65.53231	2.00	1.08	1.70	65.53261	1.29	0.64
6	3007	55.80529	2.00	1.64	1.55	55.80574	1.46	1.05
6	3008	52.12708	2.00	1.94	1.21	52.12762	1.75	1.60
6	3009	52.04028	2.00	-1.06	1.06	52.03999	1.85	1.00
6	3014	77.90049	2.00	-1.22	1.88	77.90015	1.00	0.65
6	3015	78.34515	2.00	-1.39	1.85	78.34476	1.05	0.75
6	3016	78.86461	2.00	-1.89	1.79	78.86409	1.16	1.06

 $\tau_{krit} = 1.9585$ 

## Poševne dolžine

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{vl}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
1	1015P	23.05910	0.20	0.04	0.20	23.05914	0.07	0.21
1	5	12.80782	0.20	-0.22	0.20	12.80760	0.08	1.12
1	1005P	33.29353	0.20	0.24	0.20	33.29377	0.08	1.20
1	2	23.79656	0.20	0.10	0.20	23.79666	0.08	0.52
1	1007P	34.81697	0.20	0.15	0.20	34.81712	0.08	0.74
1	6	25.76181	0.20	-0.06	0.20	25.76175	0.08	0.32
1	1013P	18.72889	0.20	-0.27	0.20	18.72862	0.08	1.35
2	1015P	46.83971	0.20	0.20	0.20	46.83991	0.07	0.98
2	1	23.79695	0.20	-0.29	0.20	23.79666	0.08	1.44
2	5	35.16198	0.20	-0.15	0.20	35.16183	0.08	0.76
2	1005P	15.78162	0.20	-0.23	0.19	15.78139	0.09	1.21
2	1007P	11.02615	0.20	-0.09	0.20	11.02606	0.07	0.47

 $\tau_{krit} = 1.9585$ 

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
2	6	9.05616	0.20	0.04	0.19	9.05620	0.09	0.22
2	1013P	40.41129	0.20	0.11	0.20	40.41140	0.07	0.55
5	1015P	14.83489	0.20	-0.03	0.19	14.83486	0.09	0.15
5	1005P	41.26612	0.20	0.16	0.20	41.26628	0.08	0.79
5	1007P	46.07120	0.20	0.23	0.20	46.07143	0.08	1.19
5	2	35.16190	0.20	-0.07	0.20	35.16183	0.08	0.36
5	6	38.31516	0.20	0.13	0.19	38.31529	0.09	0.66
5	1	12.80774	0.20	-0.14	0.20	12.80760	0.08	0.72
5	1013P	18.70321	0.20	-0.65	0.18	18.70256	0.11	3.57
6	1015P	47.81874	0.20	0.20	0.20	47.81894	0.08	1.00
6	1	25.76232	0.20	-0.57	0.20	25.76175	0.08	2.91
6	5	38.31537	0.20	-0.08	0.19	38.31529	0.09	0.42
6	2	9.05641	0.20	-0.21	0.19	9.05620	0.09	1.06
6	1005P	24.27671	0.20	-0.15	0.19	24.27656	0.10	0.82
6	1007P	13.75621	0.20	-0.29	0.19	13.75592	0.09	1.50
6	1013P	39.22685	0.20	0.10	0.20	39.22695	0.08	0.50

$\tau_{krit} = 1.9585$

\*

!

## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 5000x.  
1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 5 m .

(izrisMreže3D)



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

## Gradbena jama Bavarski dvor – nalepke – 2. izmera – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEO-  
DEZIJO - UL FGG

07-Jan-2016

13:09:22

## Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
1013P	2094.8440	1604.4564	288.8914
1015P	2106.0781	1610.5533	287.7393
1005P	2112.0651	1555.6555	287.0618
1007P	2096.5032	1553.5040	287.1763
1	2103.1200	1587.6960	287.3510
2	2098.7990	1564.2810	287.4320
5	2112.0540	1596.8660	287.8830
6	2090.1170	1563.7300	288.2430
1001	2117.7420	1603.2910	287.6490
1002	2116.3320	1591.2130	287.6520
1003	2115.0270	1579.7960	286.6570
1004	2113.5880	1567.3730	287.0360
1005	2112.2130	1555.5510	287.0070
1006	2108.0710	1552.3280	287.0330
1007	2096.2590	1553.2950	287.1200
1008	2084.5690	1554.2370	288.1570
1009	2081.3380	1557.8400	288.1500
1010	2082.7010	1569.4790	288.3880
1011	2088.1410	1582.2790	288.6660
1012	2093.6400	1594.6240	288.8360
1013	2094.7790	1604.5410	288.8720
1014	2098.4650	1610.6380	288.1480
1015	2106.3340	1610.8510	287.7290
1016	2115.0040	1609.6480	287.6400
2001	2116.9580	1596.6310	292.4830
2002	2115.5590	1584.6420	291.8810
2003	2114.1910	1572.6160	292.0970
2004	2112.8270	1560.8060	292.0270
2005	2111.8770	1552.5460	292.4560
2006	2103.7130	1552.6880	292.5160
2007	2089.1750	1553.8630	292.6860
2008	2081.5830	1554.4640	292.7470
2009	2081.7900	1564.6750	292.7280
2010	2087.3510	1575.1730	294.0780
2011	2088.7760	1587.0020	294.9330
2012	2093.6200	1600.4500	293.3450
2013	2094.9900	1610.0950	293.0600
2014	2102.9220	1611.2390	292.7730
2015	2111.0280	1610.1130	292.5650
2016	2118.3190	1608.4450	292.6810
3001	2117.6580	1602.4990	298.1800
3002	2116.2650	1590.5770	298.1810
3003	2114.9130	1578.8380	298.1720
3004	2113.5420	1566.9340	298.1380
3005	2112.3130	1556.5370	298.2370
3006	2107.4910	1552.4120	298.2480
3007	2097.7370	1553.1790	298.2260
3008	2084.2880	1554.2530	298.0700
3009	2080.8270	1556.4390	298.2780

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
3010	2082.3730	1569.0500	298.6210
3012	2092.8250	1593.8290	298.5120
3013	2094.1240	1604.6800	298.4780
3014	2098.5330	1610.6280	298.0640
3015	2106.3280	1610.8730	298.1870
3016	2114.3010	1609.6660	298.1480

## Seznam merjenih količin

## Smeri

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
1	1015P	126.96215	2.00
1	5	163.79888	2.00
1	1005P	283.65415	2.00
1	2	309.52772	2.00
1	1007P	310.20453	2.00
1	6	327.55401	2.00
1	1013P	93.32096	2.00
1	1001	162.22644	2.00
1	1002	194.16878	2.00
1	1003	242.63494	2.00
1	1004	271.82169	2.00
1	1005	283.27802	2.00
1	1006	291.10474	2.00
1	1007	310.35141	2.00
1	1008	328.07840	2.00
1	1009	335.18710	2.00
1	1010	347.33501	2.00
1	1011	9.19234	2.00
1	1012	65.23430	2.00
1	1013	92.73012	2.00
1	1014	107.60318	2.00
1	1015	126.97448	2.00
1	1016	147.50264	2.00
1	2001	176.22606	2.00
1	2002	222.86897	2.00
1	2003	262.79015	2.00
1	2004	279.22433	2.00
1	2005	285.08495	2.00
1	2006	298.10500	2.00
1	2007	321.47451	2.00
1	2008	332.02099	2.00
1	2009	341.89226	2.00
1	2010	350.62149	2.00
1	2011	26.30538	2.00
1	2012	82.39356	2.00
1	2013	99.12532	2.00
1	2014	118.59131	2.00
1	2015	138.50508	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
1	2016	155.29881	2.00
1	3001	163.55812	2.00
1	3002	196.71629	2.00
1	3003	245.98521	2.00
1	3004	272.42077	2.00
1	3005	282.63781	2.00
1	3006	292.01571	2.00
1	3007	307.94032	2.00
1	3008	328.45997	2.00
1	3009	334.57458	2.00
1	3010	347.13038	2.00
1	3012	59.86094	2.00
1	3013	91.16619	2.00
1	3014	107.76488	2.00
1	3015	126.95691	2.00
1	3016	146.04897	2.00
2	1015P	173.74909	2.00
2	1	175.01158	2.00
2	5	186.91913	2.00
2	1005P	287.98622	2.00
2	1007P	357.14842	2.00
2	6	70.92194	2.00
2	1013P	159.17696	2.00
2	1001	190.45677	2.00
2	1002	197.62249	2.00
2	1003	210.84450	2.00
2	1004	242.74850	2.00
2	1005	287.61149	2.00
2	1006	306.75663	2.00
2	1007	357.57382	2.00
2	1008	39.34145	2.00
2	1009	54.31089	2.00
2	1010	92.45084	2.00
2	1011	133.92389	2.00
2	1012	154.90706	2.00
2	1013	158.85457	2.00
2	1014	164.14438	2.00
2	1015	173.74809	2.00
2	1016	184.21460	2.00
2	2001	193.86520	2.00
2	2002	204.01828	2.00
2	2003	226.12302	2.00
2	2004	268.46857	2.00
2	2005	296.45954	2.00
2	2006	321.58742	2.00
2	2007	27.29140	2.00
2	2008	44.86687	2.00
2	2009	75.88842	2.00
2	2010	118.13241	2.00
2	2011	140.75566	2.00
2	2012	156.40988	2.00
2	2013	159.80686	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	s [°]	$\sigma_s$ ["]
2	2014	169.57668	2.00
2	2015	179.49933	2.00
2	2016	188.40523	2.00
2	3001	190.82448	2.00
2	3002	198.15458	2.00
2	3003	212.46797	2.00
2	3004	244.35823	2.00
2	3005	284.37079	2.00
2	3006	308.34492	2.00
2	3007	350.02322	2.00
2	3008	39.91255	2.00
2	3009	50.98899	2.00
2	3010	90.74842	2.00
2	3012	153.12883	2.00
2	3013	157.95898	2.00
2	3014	164.23176	2.00
2	3015	173.74025	2.00
2	3016	183.41899	2.00
5	1015P	74.83013	2.00
5	1005P	278.56151	2.00
5	1007P	298.28010	2.00
5	2	300.60501	2.00
5	6	311.92744	2.00
5	1	322.96900	2.00
5	1013P	32.18294	2.00
5	1001	139.00299	2.00
5	1002	242.13250	2.00
5	1003	268.85973	2.00
5	1004	275.56148	2.00
5	1005	278.23360	2.00
5	1006	283.54692	2.00
5	1007	298.34251	2.00
5	1008	311.19620	2.00
5	1009	316.58323	2.00
5	1010	325.37102	2.00
5	1011	337.01405	2.00
5	1012	1.34380	2.00
5	1013	31.99527	2.00
5	1014	53.28624	2.00
5	1015	75.31997	2.00
5	1016	110.60513	2.00
5	2001	191.11836	2.00
5	2002	262.90625	2.00
5	2003	273.56522	2.00
5	2004	277.25715	2.00
5	2005	278.66924	2.00
5	2006	289.12641	2.00
5	2007	306.41373	2.00
5	2008	314.07860	2.00
5	2009	321.61727	2.00
5	2010	327.12605	2.00
5	2012	19.13963	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
5	2013	45.76055	2.00
5	2014	65.32817	2.00
5	2015	93.21868	2.00
5	2016	126.09325	2.00
5	3004	275.69028	2.00
5	3005	278.09361	2.00
5	3006	284.30117	2.00
5	3007	296.57352	2.00
5	3008	311.47320	2.00
5	3009	316.06160	2.00
5	3010	325.24546	2.00
5	3012	359.32340	2.00
5	3013	31.59286	2.00
5	3014	53.39927	2.00
5	3015	75.22635	2.00
5	3016	107.57149	2.00
6	1015P	288.69126	2.00
6	1	298.11984	2.00
6	5	303.32292	2.00
6	1005P	20.07862	2.00
6	1007P	58.06774	2.00
6	1013P	276.48223	2.00
6	1001	304.56258	2.00
6	1002	313.28631	2.00
6	1003	326.81795	2.00
6	1004	350.81499	2.00
6	1005	19.94752	2.00
6	1006	32.05498	2.00
6	1007	59.17341	2.00
6	1008	119.94142	2.00
6	1009	145.78321	2.00
6	1010	217.42133	2.00
6	1011	263.55748	2.00
6	1014	279.73048	2.00
6	1015	288.64328	2.00
6	1016	298.09446	2.00
6	2001	308.84706	2.00
6	2002	320.22116	2.00
6	2003	339.37961	2.00
6	2004	6.97248	2.00
6	2005	26.83852	2.00
6	2006	38.71394	2.00
6	2007	95.09923	2.00
6	2008	132.28852	2.00
6	2009	186.12307	2.00
6	2010	256.04817	2.00
6	2011	266.34304	2.00
6	2013	275.64175	2.00
6	2014	284.72936	2.00
6	2015	293.90160	2.00
6	2016	301.87905	2.00
6	3001	305.02909	2.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
6	3002	313.88631	2.00
6	3003	328.28793	2.00
6	3004	351.85068	2.00
6	3005	17.59162	2.00
6	3006	32.71748	2.00
6	3007	53.72515	2.00
6	3008	121.24168	2.00
6	3009	141.52397	2.00
6	3014	279.81804	2.00
6	3015	288.64327	2.00
6	3016	297.40378	2.00

## Zenitne razdalje

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	1015P	88.62926	1.00
1	5	87.69725	1.00
1	1005P	90.21622	1.00
1	2	89.84325	1.00
1	1007P	90.01859	1.00
1	6	88.14389	1.00
1	1013P	84.77887	1.00
1	1001	89.22183	1.00
1	1002	88.77010	1.00
1	1003	92.80998	1.00
1	1004	90.80933	1.00
1	1005	90.60332	1.00
1	1006	90.52302	1.00
1	1007	90.38984	1.00
1	1008	88.80424	1.00
1	1009	88.77289	1.00
1	1010	87.84618	1.00
1	1011	85.30816	1.00
1	1012	82.82928	1.00
1	1013	85.39529	1.00
1	1014	88.06718	1.00
1	1015	89.09226	1.00
1	1016	89.35375	1.00
1	2001	72.72124	1.00
1	2002	70.55661	1.00
1	2003	75.78797	1.00
1	2004	80.72548	1.00
1	2005	81.99114	1.00
1	2006	81.62230	1.00
1	2007	81.71667	1.00
1	2008	82.25134	1.00
1	2009	80.29092	1.00
1	2010	71.54728	1.00
1	2011	62.18975	1.00
1	2012	69.37367	1.00
1	2013	76.54288	1.00

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
1	2014	77.04554	1.00
1	2015	77.65136	1.00
1	2016	78.31048	1.00
1	3001	62.45869	1.00
1	3002	51.19886	1.00
1	3003	53.75723	1.00
1	3004	65.10964	1.00
1	3005	71.48795	1.00
1	3006	72.97249	1.00
1	3007	72.73351	1.00
1	3008	74.40605	1.00
1	3009	74.12270	1.00
1	3010	68.01483	1.00
1	3012	47.05592	1.00
1	3013	59.94711	1.00
1	3014	65.40069	1.00
1	3015	65.13575	1.00
1	3016	66.36727	1.00
2	1015P	89.40436	1.00
2	1	90.15716	1.00
2	5	89.26280	1.00
2	1005P	90.69331	1.00
2	1007P	90.39770	1.00
2	6	84.62328	1.00
2	1013P	87.67622	1.00
2	1001	89.70289	1.00
2	1002	89.59371	1.00
2	1003	91.95680	1.00
2	1004	91.47255	1.00
2	1005	91.49332	1.00
2	1006	91.48234	1.00
2	1007	91.54402	1.00
2	1008	87.58969	1.00
2	1009	87.76562	1.00
2	1010	86.73983	1.00
2	1011	86.60273	1.00
2	1012	87.37385	1.00
2	1013	87.95010	1.00
2	1014	89.10505	1.00
2	1015	89.63069	1.00
2	1016	89.74310	1.00
2	2001	82.23547	1.00
2	2002	80.40839	1.00
2	2003	75.05279	1.00
2	2004	72.33279	1.00
2	2005	74.02086	1.00
2	2006	67.98187	1.00
2	2007	69.64600	1.00
2	2008	74.96591	1.00
2	2009	72.68517	1.00
2	2010	67.16821	1.00
2	2011	73.17763	1.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
2	2012	80.79646	1.00
2	2013	83.01136	1.00
2	2014	83.52823	1.00
2	2015	83.81291	1.00
2	2016	83.78684	1.00
2	3001	75.83496	1.00
2	3002	71.18336	1.00
2	3003	63.66739	1.00
2	3004	54.42505	1.00
2	3005	55.22936	1.00
2	3006	53.65271	1.00
2	3007	45.89430	1.00
2	3008	58.88921	1.00
2	3009	61.03536	1.00
2	3010	56.79409	1.00
2	3012	69.80906	1.00
2	3013	74.79617	1.00
2	3014	77.07289	1.00
2	3015	77.17141	1.00
2	3016	77.39419	1.00
5	1015P	89.87033	1.00
5	1005P	90.89475	1.00
5	1007P	90.65848	1.00
5	2	90.73794	1.00
5	6	89.47500	1.00
5	1	92.30079	1.00
5	1013P	86.39238	1.00
5	1001	91.54362	1.00
5	1002	91.84424	1.00
5	1003	94.03403	1.00
5	1004	91.63343	1.00
5	1005	91.20765	1.00
5	1006	91.08229	1.00
5	1007	90.93569	1.00
5	1008	89.68502	1.00
5	1009	89.68610	1.00
5	1010	89.27432	1.00
5	1011	88.39615	1.00
5	1012	87.06740	1.00
5	1013	87.00977	1.00
5	1014	89.20269	1.00
5	1015	90.56823	1.00
5	1016	91.03830	1.00
5	2001	45.94369	1.00
5	2002	72.48046	1.00
5	2003	80.16477	1.00
5	2004	83.43803	1.00
5	2005	84.10356	1.00
5	2006	84.11528	1.00
5	2007	84.37083	1.00
5	2008	84.68148	1.00
5	2009	83.74999	1.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
5	2010	79.35770	1.00
5	2012	73.89094	1.00
5	2013	76.57339	1.00
5	2014	74.02615	1.00
5	2015	70.60153	1.00
5	2016	69.85976	1.00
5	3004	71.09985	1.00
5	3005	75.59668	1.00
5	3006	76.94222	1.00
5	3007	77.34174	1.00
5	3008	78.68651	1.00
5	3009	78.51294	1.00
5	3010	75.24584	1.00
5	3012	61.54200	1.00
5	3013	61.71194	1.00
5	3014	62.29058	1.00
5	3015	55.74977	1.00
5	3016	51.64044	1.00
6	1015P	90.38482	1.00
6	1	91.85657	1.00
6	5	90.52508	1.00
6	1005P	92.47893	1.00
6	1007P	94.27027	1.00
6	1013P	88.85531	1.00
6	1001	90.70537	1.00
6	1002	90.89102	1.00
6	1003	93.06184	1.00
6	1004	92.90962	1.00
6	1005	93.00271	1.00
6	1006	93.25658	1.00
6	1007	95.29615	1.00
6	1008	90.44608	1.00
6	1009	90.50183	1.00
6	1010	89.11483	1.00
6	1011	88.70121	1.00
6	1014	90.11408	1.00
6	1015	90.59332	1.00
6	1016	90.66102	1.00
6	2001	84.29788	1.00
6	2002	83.69692	1.00
6	2003	81.45852	1.00
6	2004	80.61552	1.00
6	2005	80.23041	1.00
6	2006	76.29117	1.00
6	2007	65.85405	1.00
6	2008	70.32506	1.00
6	2009	61.84446	1.00
6	2010	63.63904	1.00
6	2011	73.98905	1.00
6	2013	84.10153	1.00
6	2014	84.74234	1.00
6	2015	85.14198	1.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]
6	2016	85.20095	1.00
6	3001	78.19655	1.00
6	3002	75.14738	1.00
6	3003	71.12119	1.00
6	3004	67.28921	1.00
6	3005	66.81315	1.00
6	3006	64.24136	1.00
6	3007	52.51492	1.00
6	3008	48.55000	1.00
6	3009	49.64476	1.00
6	3014	78.35607	1.00
6	3015	78.74080	1.00
6	3016	79.19574	1.00

## Poševne dolžine

Od	Do	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]
1	1015P	23.0597	0.20
1	5	12.9157	0.20
1	1005P	33.2937	0.20
1	2	23.7966	0.20
1	1007P	34.8168	0.20
1	6	27.2650	0.20
1	1013P	18.7291	0.20
2	1015P	46.8399	0.20
2	1	23.7966	0.20
2	5	35.2220	0.20
2	1005P	15.7817	0.20
2	1007P	11.0261	0.20
2	6	8.7334	0.20
2	1013P	40.4116	0.20
5	1005P	41.2703	0.20
5	1007P	46.1262	0.20
5	2	35.2224	0.20
5	6	39.8068	0.20
5	1	12.9158	0.20
5	1013P	18.8405	0.20
6	1015P	49.4998	0.20
6	1	27.2648	0.20
6	5	39.8063	0.20
6	2	8.7334	0.20
6	1005P	23.3374	0.20
6	1007P	12.0166	0.20
6	1013P	41.0519	0.20

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:  $\sigma_{0s}=2.00$  ["]  
natančnost zenitnih razdalj:  $\sigma_{0z}=1.00$  ["]  
natančnost poševnih dolžin:  $\sigma_{0l}=0.20$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 1013P, 1015P, 1005P, 1007P.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0z}$  in  $\sigma_{0l}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
1013P	0.0000	0.0000	0.0000
1015P	0.0000	0.0000	0.0000
1005P	0.0000	0.0000	0.0000
1007P	0.0000	0.0000	0.0000
1	-0.0814	0.0063	-0.1640
2	0.0490	-0.0035	-0.1796
5	0.0164	0.0542	-0.1773
6	0.0568	-0.0508	-0.1724
1001	-0.1729	0.0818	-0.1717
1002	-0.1078	0.0757	-0.1716
1003	-0.0444	0.0756	-0.1710
1004	0.0231	0.0749	-0.1718
1005	0.0884	0.0755	-0.1716
1006	0.1082	0.0542	-0.1718
1007	0.1092	-0.0168	-0.1715
1008	0.1118	-0.0751	-0.1719
1009	0.0940	-0.0942	-0.1719
1010	0.0296	-0.0943	-0.1725
1011	-0.0429	-0.0717	-0.1726
1012	-0.1134	-0.0491	-0.1727
1013	-0.1681	-0.0493	-0.1721
1014	-0.2028	-0.0367	-0.1718
1015	-0.2194	-0.0583	-0.1730
1016	-0.2023	0.0687	-0.1714
2001	-0.1381	0.0769	-0.1748
2002	-0.0708	0.0751	-0.1748
2003	-0.0056	0.0744	-0.1746
2004	0.0591	0.0754	-0.1744
2005	0.1042	0.0751	-0.1753
2006	0.1076	0.0331	-0.1761
2007	0.1096	-0.0506	-0.1744
2008	0.1109	-0.0914	-0.1745

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
2009	0.0560	-0.0950	-0.1745
2010	-0.0044	-0.0709	-0.1760
2011	-0.0675	-0.0707	-0.1767
2012	-0.1440	-0.0538	-0.1760
2013	-0.1957	-0.0573	-0.1761
2014	-0.2092	-0.0318	-0.1789
2015	-0.1958	0.0705	-0.1692
2016	-0.1952	0.0866	-0.1733
3001	-0.1651	0.0811	-0.1760
3002	-0.1010	0.0758	-0.1773
3003	-0.0383	0.0741	-0.1779
3004	0.0247	0.0742	-0.1783
3005	0.0811	0.0759	-0.1793
3006	0.1051	0.0534	-0.1798
3007	0.1121	0.0229	-0.1950
3008	0.1090	-0.0779	-0.1769
3009	0.0992	-0.0960	-0.1773
3010	0.0307	-0.0946	-0.1785
3012	-0.1074	-0.0530	-0.1795
3013	-0.1656	-0.0562	-0.1801
3014	-0.1999	-0.0434	-0.1822
3015	-0.2261	-0.1154	-0.2223
3016	-0.1967	0.0727	-0.1716

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta_{ori}$ ["]
1	-993.77
2	-1004.94
5	-976.11
6	-1019.90

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 1.622303

## Popravki neznank v 2. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
1013P	0.0000	0.0000	0.0000
1015P	0.0000	0.0000	0.0000
1005P	0.0000	0.0000	0.0000
1007P	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0001	-0.0003	0.0003
2	0.0002	-0.0001	0.0003
5	-0.0003	0.0002	0.0003
6	0.0003	-0.0001	0.0004
1001	-0.0002	-0.0022	0.0003
1002	0.0012	0.0001	0.0003
1003	0.0001	-0.0003	0.0003
1004	0.0001	-0.0003	0.0003

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Točka	$\Delta y[m]$	$\Delta x[m]$	$\Delta H[m]$
1005	0.0001	-0.0002	0.0003
1006	0.0001	-0.0002	0.0003
1007	0.0002	-0.0001	0.0004
1008	0.0003	0.0000	0.0004
1009	0.0003	-0.0000	0.0004
1010	0.0003	-0.0001	0.0004
1011	0.0004	-0.0002	0.0003
1012	0.0005	-0.0006	0.0003
1013	0.0008	-0.0018	0.0002
1014	0.0005	-0.0024	0.0003
1015	0.0004	-0.0015	0.0003
1016	-0.0002	-0.0009	0.0003
2001	0.0022	-0.0003	0.0005
2002	0.0003	-0.0003	0.0005
2003	0.0001	-0.0003	0.0004
2004	0.0001	-0.0002	0.0004
2005	0.0001	-0.0002	0.0004
2006	0.0001	-0.0002	0.0004
2007	0.0003	0.0001	0.0003
2008	0.0005	0.0002	0.0003
2009	0.0005	-0.0001	0.0003
2010	0.0003	-0.0002	0.0004
2011	0.0003	-0.0003	0.0004
2012	0.0007	-0.0013	-0.0001
2013	0.0006	-0.0020	0.0000
2014	0.0002	-0.0023	0.0001
2015	-0.0008	-0.0024	-0.0000
2016	-0.0001	-0.0011	0.0003
3001	0.0002	-0.0002	0.0005
3002	0.0002	-0.0003	0.0005
3003	0.0001	-0.0003	0.0005
3004	0.0001	-0.0002	0.0005
3005	0.0001	-0.0002	0.0005
3006	0.0001	-0.0002	0.0005
3007	-0.0000	-0.0001	0.0004
3008	0.0004	0.0001	0.0003
3009	0.0005	0.0001	0.0003
3010	0.0004	-0.0001	0.0003
3012	0.0005	-0.0006	-0.0001
3013	0.0006	-0.0016	-0.0003
3014	0.0003	-0.0020	-0.0002
3015	0.0013	-0.0015	0.0004
3016	-0.0006	-0.0020	-0.0001

## Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta_{ori} ["]$
1	0.36
2	1.23
5	-3.22
6	1.18

Po 2. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.008382

Popravki po 3. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.  
 Norma vektorja popravkov je 0.000001

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točke: 1013P, 1015P, 1005P, 1007P.

Število iteracij: 3.

Norma vektorja popravkov 0.000001

Število meritev:	205 smeri
	205 zenitnih razdalj
	27 poševnih dolžin
	<hr/> 437

Število neznank:	153 koordinat
	4 orientacijskih
	<hr/> 157

Nadštevilnost:	437 meritev
	-157 neznank
	+0 defekt datuma
	<hr/> 280

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 2.53e-09$

Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 3.25e-09$

Globani test modela: 1.13

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
1013P	2094.8440	1604.4564	288.8914	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1015P	2106.0781	1610.5533	287.7393	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1005P	2112.0651	1555.6555	287.0618	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1007P	2096.5032	1553.5040	287.1763	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2103.0387	1587.7020	287.1873	0.08	0.07	0.03	0.08	0.07	0.03
2	2098.8482	1564.2773	287.2527	0.07	0.07	0.03	0.07	0.07	0.03
5	2112.0700	1596.9204	287.7060	0.09	0.08	0.03	0.09	0.07	0.03
6	2090.1740	1563.6791	288.0710	0.07	0.07	0.03	0.08	0.07	0.03
1001	2117.5689	1603.3706	287.4776	0.97	1.15	0.06	1.49	0.13	0.05
1002	2116.2254	1591.2889	287.4807	0.14	0.14	0.05	0.17	0.11	0.05
1003	2114.9828	1579.8713	286.4863	0.16	0.17	0.06	0.18	0.15	0.06
1004	2113.6112	1567.4476	286.8645	0.22	0.16	0.06	0.22	0.15	0.06
1005	2112.3015	1555.6263	286.8358	0.33	0.26	0.07	0.39	0.16	0.07
1006	2108.1794	1552.3820	286.8615	0.30	0.35	0.07	0.44	0.15	0.07
1007	2096.3684	1553.2782	286.9488	0.12	0.25	0.05	0.26	0.12	0.05
1008	2084.6811	1554.1620	287.9855	0.34	0.44	0.06	0.54	0.13	0.06
1009	2081.4323	1557.7458	287.9785	0.56	0.37	0.06	0.66	0.13	0.06
1010	2082.7309	1569.3846	288.2159	0.23	0.16	0.05	0.25	0.12	0.05
1011	2088.0984	1582.2071	288.4937	0.17	0.17	0.06	0.18	0.16	0.06
1012	2093.5272	1594.5743	288.6636	0.25	0.17	0.07	0.28	0.13	0.06
1013	2094.6117	1604.4899	288.7001	0.30	0.31	0.08	0.39	0.17	0.08

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
1014	2098.2627	1610.5989	287.9765	0.26	0.42	0.08	0.46	0.19	0.08
1015	2106.1150	1610.7912	287.5563	0.19	0.49	0.07	0.50	0.17	0.07
1016	2114.8015	1609.7158	287.4689	0.33	1.00	0.07	1.04	0.16	0.07
2001	2116.8221	1596.7077	292.3087	0.15	0.10	0.10	0.17	0.10	0.06
2002	2115.4885	1584.7169	291.7067	0.15	0.14	0.07	0.16	0.13	0.06
2003	2114.1855	1572.6901	291.9228	0.18	0.16	0.07	0.18	0.16	0.07
2004	2112.8862	1560.8812	291.8530	0.26	0.17	0.09	0.28	0.15	0.07
2005	2111.9813	1552.6209	292.2811	0.32	0.31	0.12	0.42	0.17	0.08
2006	2103.8207	1552.7209	292.3403	0.19	0.28	0.11	0.33	0.13	0.07
2007	2089.2849	1553.8125	292.5120	0.15	0.27	0.12	0.30	0.12	0.06
2008	2081.6944	1554.3728	292.5728	0.41	0.39	0.18	0.57	0.14	0.07
2009	2081.8465	1564.5799	292.5539	0.26	0.11	0.12	0.28	0.11	0.06
2010	2087.3469	1575.1018	293.9023	0.13	0.15	0.08	0.16	0.12	0.06
2011	2088.7088	1586.9310	294.7567	0.19	0.17	0.10	0.21	0.16	0.08
2012	2093.4768	1600.3949	293.1689	0.27	0.23	0.12	0.33	0.16	0.08
2013	2094.7949	1610.0357	292.8839	0.29	0.40	0.12	0.46	0.19	0.09
2014	2102.7130	1611.2049	292.5942	0.22	0.43	0.13	0.46	0.18	0.08
2015	2110.8315	1610.1811	292.3958	0.16	0.49	0.16	0.51	0.16	0.07
2016	2118.1237	1608.5304	292.5080	0.35	0.58	0.21	0.69	0.16	0.07
3001	2117.4931	1602.5799	298.0045	0.49	0.58	0.32	0.79	0.22	0.11
3002	2116.1642	1590.6525	298.0042	0.28	0.19	0.19	0.34	0.16	0.09
3003	2114.8748	1578.9118	297.9946	0.21	0.15	0.13	0.23	0.15	0.09
3004	2113.5668	1567.0080	297.9602	0.19	0.14	0.11	0.21	0.14	0.08
3005	2112.3942	1556.6126	298.0582	0.24	0.21	0.16	0.31	0.15	0.08
3006	2107.5962	1552.4652	298.0687	0.22	0.25	0.17	0.34	0.14	0.08
3007	2097.8491	1553.2018	298.0314	0.12	0.21	0.16	0.26	0.12	0.07
3008	2084.3974	1554.1752	297.8934	0.21	0.24	0.21	0.35	0.13	0.08
3009	2080.9267	1556.3431	298.1010	0.27	0.22	0.21	0.38	0.14	0.08
3010	2082.4041	1568.9553	298.4428	0.30	0.18	0.17	0.33	0.18	0.10
3012	2092.7181	1593.7754	298.3324	0.21	0.15	0.15	0.25	0.13	0.08
3013	2093.9590	1604.6222	298.2975	0.28	0.29	0.20	0.41	0.17	0.09
3014	2098.3335	1610.5826	297.8817	0.23	0.37	0.19	0.43	0.18	0.09
3015	2106.1032	1610.7561	297.9652	0.17	0.35	0.20	0.40	0.17	0.09
3016	2114.1037	1609.7367	297.9763	0.18	0.35	0.22	0.41	0.16	0.09

## Orientacijske smeri

Točka	$\alpha$ [°]	$\sigma_\alpha$ ["]
1	240.61466	0.57
2	195.13145	0.57
5	261.44515	0.62
6	90.05045	0.61

## Izravnane meritve

### Smeri

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
1	1015P	126.96215	2.00	-1.84	2.03	126.96164	1.00	0.91
1	5	163.79888	2.00	-2.75	2.05	163.79811	0.97	1.34
1	1005P	283.65415	2.00	1.80	2.17	283.65465	0.65	0.83

$\tau_{krit} = 1.9585$

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
1	2	309.52772	2.00	0.46	2.18	309.52785	0.62	0.21
1	1007P	310.20453	2.00	0.06	2.18	310.20455	0.63	0.03
1	6	327.55401	2.00	3.98	2.19	327.55512	0.59	1.82
1	1013P	93.32096	2.00	2.63	1.99	93.32169	1.09	1.32
1	1001	162.22644	2.00	0.39	1.92	162.22655	1.21	0.20
1	1002	194.16878	2.00	-0.01	1.08	194.16878	1.99	0.01
1	1003	242.63494	2.00	-0.24	1.12	242.63488	1.97	0.22
1	1004	271.82169	2.00	-0.48	1.38	271.82156	1.80	0.35
1	1005	283.27802	2.00	-0.72	1.62	283.27782	1.59	0.44
1	1006	291.10474	2.00	-1.27	1.75	291.10439	1.44	0.73
1	1007	310.35141	2.00	0.84	2.12	310.35164	0.80	0.40
1	1008	328.07840	2.00	0.92	2.12	328.07865	0.80	0.44
1	1009	335.18710	2.00	-0.54	1.74	335.18695	1.46	0.31
1	1010	347.33501	2.00	0.36	1.44	347.33511	1.75	0.25
1	1011	9.19234	2.00	-0.10	1.14	9.19231	1.96	0.08
1	1012	65.23430	2.00	-0.47	0.95	65.23417	2.06	0.50
1	1013	92.73012	2.00	0.19	1.16	92.73017	1.95	0.16
1	1014	107.60318	2.00	-0.51	1.51	107.60304	1.69	0.34
1	1015	126.97448	2.00	-0.08	1.38	126.97445	1.79	0.05
1	1016	147.50264	2.00	0.10	1.10	147.50267	1.98	0.09
1	2001	176.22606	2.00	-0.14	1.97	176.22602	1.13	0.07
1	2002	222.86897	2.00	0.18	1.23	222.86902	1.90	0.15
1	2003	262.79015	2.00	0.53	1.42	262.79030	1.77	0.37
1	2004	279.22433	2.00	-0.53	1.66	279.22418	1.55	0.32
1	2005	285.08495	2.00	-1.56	1.77	285.08452	1.42	0.88
1	2006	298.10500	2.00	-0.87	1.99	298.10476	1.09	0.44
1	2007	321.47451	2.00	1.03	2.16	321.47480	0.69	0.48
1	2008	332.02099	2.00	0.67	2.05	332.02118	0.97	0.33
1	2009	341.89226	2.00	-1.98	1.86	341.89171	1.30	1.07
1	2010	350.62149	2.00	0.35	1.71	350.62159	1.48	0.21
1	2011	26.30538	2.00	0.99	0.52	26.30565	2.21	1.89
1	2012	82.39356	2.00	-0.00	1.17	82.39356	1.94	0.00
1	2013	99.12532	2.00	-0.21	1.59	99.12526	1.61	0.13
1	2014	118.59131	2.00	0.30	1.55	118.59139	1.65	0.19
1	2015	138.50508	2.00	-0.12	1.64	138.50504	1.57	0.07
1	2016	155.29881	2.00	1.59	1.90	155.29925	1.23	0.83
1	3001	163.55812	2.00	0.27	1.05	163.55820	2.01	0.26
1	3002	196.71629	2.00	0.16	0.54	196.71634	2.20	0.29
1	3003	245.98521	2.00	-0.33	0.51	245.98512	2.21	0.65
1	3004	272.42077	2.00	-0.49	1.76	272.42063	1.43	0.28
1	3005	282.63781	2.00	-0.39	1.88	282.63770	1.26	0.21
1	3006	292.01571	2.00	-0.23	1.98	292.01565	1.11	0.11
1	3007	307.94032	2.00	-1.77	2.13	307.93983	0.78	0.83
1	3008	328.45997	2.00	0.01	2.14	328.45997	0.75	0.01
1	3009	334.57458	2.00	-1.82	2.09	334.57407	0.88	0.87
1	3010	347.13038	2.00	-1.63	1.65	347.12993	1.55	0.98
1	3012	59.86094	2.00	-0.28	1.16	59.86087	1.95	0.24
1	3013	91.16619	2.00	1.48	1.36	91.16660	1.82	1.09
1	3014	107.76488	2.00	-0.20	1.66	107.76483	1.55	0.12
1	3015	126.95691	2.00	0.90	1.75	126.95716	1.44	0.51
1	3016	146.04897	2.00	1.33	1.91	146.04934	1.22	0.70
2	1015P	173.74909	2.00	-2.72	2.19	173.74834	0.59	1.24
2	1	175.01158	2.00	-1.87	2.19	175.01106	0.57	0.85
2	5	186.91913	2.00	-1.88	2.21	186.91861	0.51	0.85

 $\tau_{krit} = 1.9585$ 

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
2	1005P	287.98622	2.00	0.29	2.01	287.98630	1.04	0.14
2	1007P	357.14842	2.00	-0.07	1.67	357.14840	1.53	0.04
2	6	70.92194	2.00	5.26	1.93	70.92340	1.19	2.73
2	1013P	159.17696	2.00	1.26	2.18	159.17731	0.61	0.58
2	1001	190.45677	2.00	0.98	1.37	190.45704	1.81	0.72
2	1002	197.62249	2.00	0.85	2.04	197.62272	0.99	0.42
2	1003	210.84450	2.00	0.80	1.64	210.84472	1.57	0.49
2	1004	242.74850	2.00	0.06	1.22	242.74852	1.91	0.05
2	1005	287.61149	2.00	-0.10	1.34	287.61146	1.83	0.07
2	1006	306.75663	2.00	-0.18	1.37	306.75658	1.80	0.13
2	1007	357.57382	2.00	-0.45	0.88	357.57369	2.09	0.51
2	1008	39.34145	2.00	0.06	0.42	39.34146	2.23	0.13
2	1009	54.31089	2.00	-0.48	1.28	54.31075	1.87	0.38
2	1010	92.45084	2.00	0.38	1.81	92.45095	1.36	0.21
2	1011	133.92389	2.00	-0.11	1.60	133.92386	1.60	0.07
2	1012	154.90706	2.00	0.98	1.71	154.90734	1.49	0.57
2	1013	158.85457	2.00	-0.13	1.84	158.85454	1.33	0.07
2	1014	164.14438	2.00	-0.10	1.98	164.14435	1.10	0.05
2	1015	173.74809	2.00	-0.27	2.05	173.74801	0.97	0.13
2	1016	184.21460	2.00	-0.02	2.15	184.21459	0.70	0.01
2	2001	193.86520	2.00	-0.23	2.14	193.86514	0.74	0.11
2	2002	204.01828	2.00	0.25	1.93	204.01835	1.19	0.13
2	2003	226.12302	2.00	0.22	1.40	226.12308	1.78	0.16
2	2004	268.46857	2.00	0.06	1.24	268.46858	1.90	0.05
2	2005	296.45954	2.00	0.00	1.42	296.45954	1.77	0.00
2	2006	321.58742	2.00	-0.07	1.26	321.58740	1.88	0.06
2	2007	27.29140	2.00	-0.31	1.13	27.29132	1.96	0.27
2	2008	44.86687	2.00	-0.71	1.41	44.86668	1.77	0.50
2	2009	75.88842	2.00	-0.93	1.96	75.88817	1.14	0.47
2	2010	118.13241	2.00	-0.58	1.75	118.13225	1.45	0.33
2	2011	140.75566	2.00	1.61	1.85	140.75611	1.31	0.87
2	2012	156.40988	2.00	-1.43	1.85	156.40949	1.32	0.78
2	2013	159.80686	2.00	-1.31	1.97	159.80650	1.12	0.66
2	2014	169.57668	2.00	-0.19	2.04	169.57662	0.98	0.09
2	2015	179.49933	2.00	-0.54	2.13	179.49918	0.78	0.25
2	2016	188.40523	2.00	-0.10	2.14	188.40520	0.74	0.05
2	3001	190.82448	2.00	-0.27	1.90	190.82441	1.24	0.14
2	3002	198.15458	2.00	-0.39	1.89	198.15447	1.26	0.21
2	3003	212.46797	2.00	0.41	1.64	212.46808	1.56	0.25
2	3004	244.35823	2.00	0.46	1.29	244.35836	1.86	0.36
2	3005	284.37079	2.00	0.77	1.35	284.37101	1.82	0.57
2	3006	308.34492	2.00	0.23	1.40	308.34499	1.78	0.16
2	3007	350.02322	2.00	0.24	1.21	350.02329	1.91	0.20
2	3008	39.91255	2.00	-0.45	1.69	39.91243	1.51	0.27
2	3009	50.98899	2.00	-1.28	1.80	50.98863	1.37	0.71
2	3010	90.74842	2.00	-0.11	0.23	90.74839	2.25	0.48
2	3012	153.12883	2.00	0.04	1.88	153.12884	1.26	0.02
2	3013	157.95898	2.00	-0.23	1.89	157.95892	1.25	0.12
2	3014	164.23176	2.00	-0.30	2.04	164.23167	0.98	0.15
2	3015	173.74025	2.00	0.76	2.12	173.74046	0.80	0.36
2	3016	183.41899	2.00	1.84	2.16	183.41950	0.68	0.85
5	1015P	74.83013	2.00	-6.50	1.81	74.82832	1.37	3.60
5	1005P	278.56151	2.00	0.76	2.19	278.56172	0.59	0.35
5	1007P	298.28010	2.00	-0.28	2.20	298.28002	0.55	0.13

$\tau_{krit} = 1.9585$

!

\*

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
5	2	300.60501	2.00	-0.37	2.21	300.60491	0.50	0.17
5	6	311.92744	2.00	0.94	2.21	311.92770	0.50	0.43
5	1	322.96900	2.00	-4.93	2.09	322.96763	0.87	2.36
5	1013P	32.18294	2.00	0.51	2.07	32.18308	0.93	0.25
5	1001	139.00299	2.00	-0.47	0.90	139.00286	2.08	0.52
5	1002	242.13250	2.00	0.05	0.36	242.13251	2.24	0.14
5	1003	268.85973	2.00	0.39	1.48	268.85984	1.72	0.27
5	1004	275.56148	2.00	0.57	1.72	275.56164	1.48	0.33
5	1005	278.23360	2.00	0.59	1.63	278.23377	1.58	0.36
5	1006	283.54692	2.00	1.39	1.74	283.54730	1.45	0.80
5	1007	298.34251	2.00	0.39	2.15	298.34262	0.73	0.18
5	1008	311.19620	2.00	0.82	2.18	311.19642	0.62	0.37
5	1009	316.58323	2.00	-0.28	2.02	316.58315	1.04	0.14
5	1010	325.37102	2.00	-0.60	1.90	325.37085	1.23	0.32
5	1011	337.01405	2.00	0.29	1.95	337.01412	1.16	0.15
5	1012	1.34380	2.00	0.25	1.11	1.34387	1.98	0.23
5	1013	31.99527	2.00	-0.31	0.51	31.99518	2.21	0.61
5	1014	53.28624	2.00	0.08	0.50	53.28626	2.21	0.15
5	1015	75.31997	2.00	-0.02	0.24	75.31996	2.25	0.07
5	1016	110.60513	2.00	0.14	0.39	110.60517	2.23	0.35
5	2001	191.11836	2.00	0.20	0.40	191.11841	2.23	0.51
5	2002	262.90625	2.00	0.56	1.17	262.90640	1.94	0.48
5	2003	273.56522	2.00	-0.21	1.76	273.56517	1.43	0.12
5	2004	277.25715	2.00	1.27	1.77	277.25750	1.42	0.72
5	2005	278.66924	2.00	1.39	1.75	278.66963	1.45	0.79
5	2006	289.12641	2.00	1.63	2.01	289.12687	1.04	0.81
5	2007	306.41373	2.00	1.18	2.18	306.41406	0.61	0.54
5	2008	314.07860	2.00	0.40	2.15	314.07871	0.73	0.19
5	2009	321.61727	2.00	-1.20	2.05	321.61693	0.96	0.59
5	2010	327.12605	2.00	-0.50	2.05	327.12591	0.96	0.24
5	2012	19.13963	2.00	-0.01	0.98	19.13963	2.04	0.01
5	2013	45.76055	2.00	0.21	0.76	45.76060	2.14	0.28
5	2014	65.32817	2.00	-0.25	0.52	65.32810	2.21	0.49
5	2015	93.21868	2.00	0.12	0.70	93.21871	2.16	0.17
5	2016	126.09325	2.00	-0.94	1.12	126.09299	1.97	0.84
5	3004	275.69028	2.00	0.00	1.90	275.69028	1.24	0.00
5	3005	278.09361	2.00	1.97	1.92	278.09416	1.21	1.03
5	3006	284.30117	2.00	1.45	2.00	284.30157	1.06	0.72
5	3007	296.57352	2.00	0.86	2.16	296.57376	0.70	0.40
5	3008	311.47320	2.00	0.55	2.18	311.47335	0.62	0.25
5	3009	316.06160	2.00	-0.87	2.16	316.06136	0.70	0.40
5	3010	325.24546	2.00	-0.55	1.98	325.24531	1.11	0.28
5	3012	359.32340	2.00	2.01	1.66	359.32396	1.55	1.21
5	3013	31.59286	2.00	-0.28	0.93	31.59278	2.07	0.30
5	3014	53.39927	2.00	-0.08	0.79	53.39925	2.12	0.10
5	3015	75.22635	2.00	-0.78	0.77	75.22613	2.13	1.01
5	3016	107.57149	2.00	-1.52	1.03	107.57107	2.02	1.47
6	1015P	288.69126	2.00	-0.11	2.19	288.69123	0.60	0.05
6	1	298.11984	2.00	-1.86	2.20	298.11933	0.55	0.85
6	5	303.32292	2.00	-1.90	2.21	303.32239	0.51	0.86
6	1005P	20.07862	2.00	0.24	2.15	20.07869	0.72	0.11
6	1007P	58.06774	2.00	-2.69	1.84	58.06699	1.32	1.46
6	1013P	276.48223	2.00	2.02	2.18	276.48279	0.63	0.93
6	1001	304.56258	2.00	0.74	2.11	304.56279	0.82	0.35

 $\tau_{krit} = 1.9585$ 

!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
6	1002	313.28631	2.00	-0.94	2.09	313.28605	0.87	0.45
6	1003	326.81795	2.00	-0.33	1.91	326.81786	1.21	0.17
6	1004	350.81499	2.00	0.05	1.88	350.81500	1.26	0.02
6	1005	19.94752	2.00	0.27	1.68	19.94759	1.52	0.16
6	1006	32.05498	2.00	0.40	1.37	32.05509	1.80	0.29
6	1007	59.17341	2.00	0.07	0.23	59.17343	2.26	0.31
6	1008	119.94142	2.00	-0.49	0.78	119.94128	2.13	0.63
6	1009	145.78321	2.00	0.47	1.14	145.78334	1.96	0.41
6	1010	217.42133	2.00	-0.25	0.89	217.42126	2.09	0.28
6	1011	263.55748	2.00	0.37	1.48	263.55758	1.72	0.25
6	1014	279.73048	2.00	1.05	1.86	279.73078	1.29	0.56
6	1015	288.64328	2.00	0.48	1.95	288.64342	1.16	0.25
6	1016	298.09446	2.00	-0.76	2.03	298.09425	1.02	0.38
6	2001	308.84706	2.00	-0.94	2.17	308.84680	0.65	0.43
6	2002	320.22116	2.00	-0.48	2.05	320.22103	0.97	0.23
6	2003	339.37961	2.00	-0.23	1.90	339.37954	1.24	0.12
6	2004	6.97248	2.00	0.20	1.85	6.97253	1.31	0.11
6	2005	26.83852	2.00	0.29	1.62	26.83860	1.59	0.18
6	2006	38.71394	2.00	0.05	1.36	38.71395	1.81	0.04
6	2007	95.09923	2.00	-0.12	0.65	95.09920	2.17	0.18
6	2008	132.28852	2.00	-0.11	1.17	132.28848	1.94	0.10
6	2009	186.12307	2.00	0.72	0.94	186.12327	2.06	0.77
6	2010	256.04817	2.00	-0.03	1.27	256.04816	1.88	0.02
6	2011	266.34304	2.00	2.59	1.67	266.34376	1.53	1.55
6	2013	275.64175	2.00	1.09	1.84	275.64205	1.32	0.59
6	2014	284.72936	2.00	0.09	1.96	284.72938	1.14	0.05
6	2015	293.90160	2.00	-0.02	2.07	293.90159	0.92	0.01
6	2016	301.87905	2.00	0.26	2.17	301.87913	0.67	0.12
6	3001	305.02909	2.00	-0.46	2.06	305.02896	0.94	0.22
6	3002	313.88631	2.00	-1.19	2.06	313.88598	0.95	0.58
6	3003	328.28793	2.00	-0.59	1.97	328.28777	1.12	0.30
6	3004	351.85068	2.00	-0.34	1.91	351.85059	1.22	0.18
6	3005	17.59162	2.00	-0.87	1.78	17.59137	1.40	0.49
6	3006	32.71748	2.00	-1.09	1.64	32.71717	1.56	0.66
6	3007	53.72515	2.00	0.53	1.29	53.72530	1.86	0.41
6	3008	121.24168	2.00	0.17	1.13	121.24173	1.97	0.15
6	3009	141.52397	2.00	1.46	1.24	141.52437	1.90	1.18
6	3014	279.81804	2.00	0.15	1.97	279.81808	1.13	0.07
6	3015	288.64327	2.00	1.01	2.08	288.64355	0.90	0.48
6	3016	297.40378	2.00	1.03	2.16	297.40406	0.70	0.48

$\tau_{krit} = 1.9585$

### Zenitne razdalje

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
1	1015P	88.62926	1.00	-3.30	1.09	88.62835	0.30	3.01
1	5	87.69725	1.00	3.64	1.07	87.69826	0.38	3.42
1	1005P	90.21622	1.00	-0.73	1.11	90.21601	0.21	0.66
1	2	89.84325	1.00	-2.81	1.11	89.84247	0.23	2.53
1	1007P	90.01859	1.00	-1.65	1.12	90.01814	0.20	1.48
1	6	88.14389	1.00	-4.50	1.11	88.14264	0.21	4.04
1	1013P	84.77887	1.00	2.61	1.07	84.77959	0.37	2.43
1	1001	89.22183	1.00	-0.45	0.93	89.22171	0.65	0.49

$\tau_{krit} = 1.9585$

\*  
\*  
!  
\*  
!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
1	1002	88.77010	1.00	0.44	0.98	88.77022	0.58	0.45	
1	1003	92.80998	1.00	0.70	0.84	92.81017	0.76	0.84	
1	1004	90.80933	1.00	0.14	0.99	90.80937	0.54	0.14	
1	1005	90.60332	1.00	-0.12	1.05	90.60329	0.42	0.11	
1	1006	90.52302	1.00	-0.14	1.07	90.52298	0.38	0.13	
1	1007	90.38984	1.00	-0.42	1.09	90.38973	0.30	0.38	
1	1008	88.80424	1.00	-0.28	1.09	88.80416	0.30	0.25	
1	1009	88.77289	1.00	0.07	1.09	88.77290	0.31	0.06	
1	1010	87.84618	1.00	-0.12	1.07	87.84615	0.37	0.11	
1	1011	85.30816	1.00	0.76	0.87	85.30837	0.73	0.87	
1	1012	82.82928	1.00	0.45	0.65	82.82940	0.93	0.69	
1	1013	85.39529	1.00	1.07	0.82	85.39559	0.78	1.30	
1	1014	88.06718	1.00	1.09	0.91	88.06748	0.67	1.20	
1	1015	89.09226	1.00	0.66	0.96	89.09244	0.60	0.68	
1	1016	89.35375	1.00	-0.19	0.99	89.35370	0.55	0.19	
1	2001	72.72124	1.00	1.10	0.77	72.72155	0.84	1.43	
1	2002	70.55661	1.00	0.67	0.81	70.55679	0.79	0.83	
1	2003	75.78797	1.00	0.14	0.90	75.78801	0.69	0.15	
1	2004	80.72548	1.00	0.38	1.01	80.72559	0.52	0.37	
1	2005	81.99114	1.00	-0.19	1.03	81.99109	0.48	0.18	
1	2006	81.62230	1.00	-0.48	1.03	81.62216	0.47	0.47	
1	2007	81.71667	1.00	0.33	1.04	81.71676	0.46	0.32	
1	2008	82.25134	1.00	-0.33	0.98	82.25125	0.57	0.34	
1	2009	80.29092	1.00	-1.14	0.96	80.29060	0.60	1.19	
1	2010	71.54728	1.00	0.85	0.85	71.54752	0.75	1.00	
1	2011	62.18975	1.00	1.49	0.64	62.19016	0.93	2.31	!
1	2012	69.37367	1.00	-0.20	0.74	69.37361	0.86	0.26	
1	2013	76.54288	1.00	0.10	0.89	76.54291	0.70	0.12	
1	2014	77.04554	1.00	0.52	0.93	77.04569	0.65	0.56	
1	2015	77.65136	1.00	0.51	0.93	77.65150	0.64	0.55	
1	2016	78.31048	1.00	1.55	0.88	78.31091	0.72	1.77	
1	3001	62.45869	1.00	0.11	0.31	62.45872	1.09	0.34	
1	3002	51.19886	1.00	0.29	0.43	51.19894	1.05	0.66	
1	3003	53.75723	1.00	-0.05	0.64	53.75722	0.93	0.08	
1	3004	65.10964	1.00	-0.52	0.91	65.10949	0.67	0.57	
1	3005	71.48795	1.00	-0.79	0.96	71.48773	0.60	0.82	
1	3006	72.97249	1.00	0.03	0.96	72.97249	0.60	0.03	
1	3007	72.73351	1.00	0.20	0.96	72.73356	0.61	0.21	
1	3008	74.40605	1.00	0.10	0.91	74.40608	0.67	0.11	
1	3009	74.12270	1.00	0.55	0.90	74.12286	0.69	0.61	
1	3010	68.01483	1.00	-0.95	0.87	68.01456	0.73	1.10	
1	3012	47.05592	1.00	-0.73	0.60	47.05572	0.96	1.22	
1	3013	59.94711	1.00	-0.36	0.80	59.94701	0.81	0.46	
1	3014	65.40069	1.00	0.39	0.89	65.40080	0.70	0.44	
1	3015	65.13575	1.00	0.01	0.91	65.13576	0.68	0.01	
1	3016	66.36727	1.00	0.85	0.88	66.36751	0.72	0.97	
2	1015P	89.40436	1.00	1.68	1.13	89.40483	0.14	1.49	
2	1	90.15716	1.00	1.35	1.11	90.15753	0.23	1.22	
2	5	89.26280	1.00	-0.68	1.12	89.26261	0.17	0.60	
2	1005P	90.69331	1.00	-0.17	1.06	90.69327	0.41	0.16	
2	1007P	90.39770	1.00	-1.55	0.97	90.39727	0.58	1.59	
2	6	84.62328	1.00	1.54	1.00	84.62371	0.54	1.55	
2	1013P	87.67622	1.00	-0.57	1.12	87.67606	0.16	0.51	
2	1001	89.70289	1.00	-0.45	1.10	89.70277	0.29	0.41	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{vz}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
2	1002	89.59371	1.00	-1.15	1.10	89.59339	0.27	1.04
2	1003	91.95680	1.00	-1.39	1.01	91.95641	0.51	1.37
2	1004	91.47255	1.00	0.60	0.81	91.47272	0.80	0.75
2	1005	91.49332	1.00	0.11	0.76	91.49336	0.84	0.15
2	1006	91.48234	1.00	-0.08	0.74	91.48232	0.85	0.10
2	1007	91.54402	1.00	0.32	0.77	91.54411	0.83	0.42
2	1008	87.58969	1.00	0.33	0.94	87.58978	0.64	0.35
2	1009	87.76562	1.00	0.03	0.95	87.76563	0.62	0.03
2	1010	86.73983	1.00	-0.80	0.98	86.73961	0.56	0.82
2	1011	86.60273	1.00	0.19	0.99	86.60279	0.56	0.20
2	1012	87.37385	1.00	0.30	1.06	87.37393	0.40	0.28
2	1013	87.95010	1.00	-0.41	1.07	87.94998	0.38	0.38
2	1014	89.10505	1.00	-0.56	1.08	89.10489	0.35	0.52
2	1015	89.63069	1.00	-0.50	1.09	89.63056	0.30	0.45
2	1016	89.74310	1.00	-0.86	1.10	89.74286	0.29	0.79
2	2001	82.23547	1.00	-1.33	1.01	82.23510	0.51	1.31
2	2002	80.40839	1.00	-0.20	1.01	80.40833	0.51	0.19
2	2003	75.05279	1.00	-0.30	0.85	75.05271	0.75	0.35
2	2004	72.33279	1.00	0.03	0.71	72.33280	0.89	0.05
2	2005	74.02086	1.00	0.00	0.73	74.02086	0.87	0.00
2	2006	67.98187	1.00	0.12	0.64	67.98190	0.94	0.20
2	2007	69.64600	1.00	-0.39	0.88	69.64589	0.71	0.44
2	2008	74.96591	1.00	1.17	0.93	74.96623	0.65	1.26
2	2009	72.68517	1.00	-0.15	0.92	72.68513	0.66	0.16
2	2010	67.16821	1.00	-1.16	0.92	67.16788	0.66	1.26
2	2011	73.17763	1.00	0.10	0.95	73.17766	0.62	0.11
2	2012	80.79646	1.00	1.50	1.01	80.79687	0.51	1.47
2	2013	83.01136	1.00	0.02	1.05	83.01137	0.42	0.02
2	2014	83.52823	1.00	-0.44	1.06	83.52811	0.41	0.42
2	2015	83.81291	1.00	-0.03	1.03	83.81290	0.48	0.03
2	2016	83.78684	1.00	-1.55	0.96	83.78641	0.61	1.62
2	3001	75.83496	1.00	-0.52	0.85	75.83482	0.75	0.61
2	3002	71.18336	1.00	-1.57	0.85	71.18292	0.75	1.84
2	3003	63.66739	1.00	-1.18	0.83	63.66706	0.77	1.42
2	3004	54.42505	1.00	-0.25	0.74	54.42498	0.86	0.33
2	3005	55.22936	1.00	0.41	0.67	55.22948	0.91	0.60
2	3006	53.65271	1.00	0.66	0.63	53.65289	0.94	1.04
2	3007	45.89430	1.00	-0.30	0.71	45.89422	0.88	0.42
2	3008	58.88921	1.00	-0.08	0.87	58.88919	0.72	0.09
2	3009	61.03536	1.00	0.13	0.89	61.03540	0.70	0.15
2	3010	56.79409	1.00	0.83	0.62	56.79432	0.95	1.33
2	3012	69.80906	1.00	-0.15	0.85	69.80902	0.75	0.18
2	3013	74.79617	1.00	-1.04	0.94	74.79588	0.64	1.11
2	3014	77.07289	1.00	0.49	1.01	77.07302	0.51	0.49
2	3015	77.17141	1.00	-0.56	0.99	77.17125	0.56	0.57
2	3016	77.39419	1.00	-0.64	0.95	77.39401	0.62	0.67
5	1015P	89.87033	1.00	6.11	1.03	89.87203	0.47	5.93
5	1005P	90.89475	1.00	-1.11	1.12	90.89444	0.17	0.99
5	1007P	90.65848	1.00	-1.58	1.12	90.65804	0.15	1.41
5	2	90.73794	1.00	-1.98	1.12	90.73739	0.17	1.77
5	6	89.47500	1.00	-1.24	1.12	89.47466	0.15	1.10
5	1	92.30079	1.00	3.42	1.07	92.30174	0.38	3.20
5	1013P	86.39238	1.00	1.01	1.07	86.39266	0.37	0.95
5	1001	91.54362	1.00	0.53	0.42	91.54376	1.05	1.27

$\tau_{krit} = 1.9585$

\*

\*

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$	
5	1002	91.84424	1.00	0.07	0.55	91.84426	0.99	0.12	
5	1003	94.03403	1.00	-0.16	0.93	94.03399	0.65	0.17	
5	1004	91.63343	1.00	-0.81	1.05	91.63320	0.43	0.77	
5	1005	91.20765	1.00	-1.23	1.08	91.20730	0.35	1.14	
5	1006	91.08229	1.00	-0.45	1.09	91.08216	0.31	0.41	
5	1007	90.93569	1.00	-1.25	1.11	90.93535	0.23	1.13	
5	1008	89.68502	1.00	-1.06	1.11	89.68472	0.22	0.96	
5	1009	89.68610	1.00	0.11	1.11	89.68613	0.23	0.10	
5	1010	89.27432	1.00	-1.00	1.10	89.27404	0.26	0.90	
5	1011	88.39615	1.00	-1.15	1.05	88.39584	0.42	1.09	
5	1012	87.06740	1.00	-0.88	0.94	87.06716	0.63	0.93	
5	1013	87.00977	1.00	-0.89	0.83	87.00952	0.77	1.07	
5	1014	89.20269	1.00	-0.12	0.80	89.20266	0.80	0.15	
5	1015	90.56823	1.00	0.18	0.69	90.56828	0.90	0.27	
5	1016	91.03830	1.00	0.57	0.59	91.03846	0.97	0.96	
5	2001	45.94369	1.00	-0.05	0.26	45.94368	1.10	0.18	
5	2002	72.48046	1.00	-0.47	0.77	72.48032	0.83	0.61	
5	2003	80.16477	1.00	-0.85	0.98	80.16454	0.57	0.87	
5	2004	83.43803	1.00	-1.36	1.03	83.43765	0.46	1.31	
5	2005	84.10356	1.00	0.54	1.04	84.10371	0.44	0.52	
5	2006	84.11528	1.00	0.11	1.05	84.11531	0.42	0.10	
5	2007	84.37083	1.00	-0.03	1.06	84.37083	0.39	0.03	
5	2008	84.68148	1.00	-0.02	1.01	84.68147	0.51	0.02	
5	2009	83.74999	1.00	-0.21	1.03	83.74993	0.47	0.21	
5	2010	79.35770	1.00	-1.15	1.03	79.35738	0.47	1.12	
5	2012	73.89094	1.00	-0.60	0.84	73.89078	0.76	0.71	
5	2013	76.57339	1.00	-0.26	0.83	76.57331	0.77	0.31	
5	2014	74.02615	1.00	-0.09	0.72	74.02613	0.88	0.13	
5	2015	70.60153	1.00	-0.22	0.52	70.60147	1.01	0.42	
5	2016	69.85976	1.00	-0.20	0.27	69.85971	1.10	0.73	
5	3004	71.09985	1.00	0.52	0.93	71.09999	0.64	0.56	
5	3005	75.59668	1.00	-0.25	0.97	75.59661	0.59	0.26	
5	3006	76.94222	1.00	-0.20	0.97	76.94217	0.58	0.20	
5	3007	77.34174	1.00	-0.06	0.99	77.34173	0.54	0.06	
5	3008	78.68651	1.00	0.16	0.97	78.68656	0.59	0.17	
5	3009	78.51294	1.00	-0.78	0.95	78.51272	0.61	0.82	
5	3010	75.24584	1.00	-0.20	0.96	75.24579	0.60	0.20	
5	3012	61.54200	1.00	0.95	0.81	61.54226	0.79	1.17	
5	3013	61.71194	1.00	0.97	0.80	61.71221	0.80	1.20	
5	3014	62.29058	1.00	-0.35	0.77	62.29049	0.83	0.46	
5	3015	55.74977	1.00	0.45	0.60	55.74990	0.96	0.76	
5	3016	51.64044	1.00	0.03	0.35	51.64045	1.08	0.09	
6	1015P	90.38482	1.00	-3.10	1.13	90.38396	0.14	2.75	!
6	1	91.85657	1.00	2.85	1.11	91.85736	0.21	2.56	!
6	5	90.52508	1.00	0.94	1.12	90.52534	0.15	0.84	
6	1005P	92.47893	1.00	-1.39	1.10	92.47855	0.29	1.27	
6	1007P	94.27027	1.00	-0.61	0.99	94.27011	0.56	0.62	
6	1013P	88.85531	1.00	-1.38	1.12	88.85492	0.16	1.23	
6	1001	90.70537	1.00	-1.50	1.11	90.70495	0.22	1.35	
6	1002	90.89102	1.00	-0.23	1.11	90.89095	0.23	0.21	
6	1003	93.06184	1.00	0.65	1.06	93.06202	0.39	0.61	
6	1004	92.90962	1.00	-0.44	1.01	92.90950	0.52	0.44	
6	1005	93.00271	1.00	0.62	0.97	93.00289	0.59	0.64	
6	1006	93.25658	1.00	0.40	0.95	93.25669	0.62	0.42	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$v_z$ ["]	$\sigma_{v_z}$ ["]	$z$ [°]	$\sigma_z$ ["]	$\omega_z$
6	1007	95.29615	1.00	0.12	0.82	95.29618	0.78	0.15
6	1008	90.44608	1.00	0.10	0.64	90.44611	0.94	0.16
6	1009	90.50183	1.00	-0.06	0.60	90.50181	0.96	0.10
6	1010	89.11483	1.00	0.72	0.63	89.11503	0.95	1.15
6	1011	88.70121	1.00	-0.30	0.94	88.70113	0.63	0.31
6	1014	90.11408	1.00	-1.36	1.08	90.11371	0.34	1.26
6	1015	90.59332	1.00	-1.48	1.10	90.59291	0.29	1.35
6	1016	90.66102	1.00	-0.93	1.10	90.66076	0.26	0.85
6	2001	84.29788	1.00	-0.88	1.04	84.29763	0.45	0.85
6	2002	83.69692	1.00	-0.19	1.06	83.69687	0.40	0.18
6	2003	81.45852	1.00	1.13	1.01	81.45884	0.51	1.12
6	2004	80.61552	1.00	0.52	0.97	80.61567	0.59	0.54
6	2005	80.23041	1.00	-0.18	0.94	80.23036	0.64	0.19
6	2006	76.29117	1.00	0.05	0.87	76.29119	0.73	0.06
6	2007	65.85405	1.00	0.19	0.64	65.85410	0.94	0.29
6	2008	70.32506	1.00	-0.66	0.56	70.32487	0.99	1.18
6	2009	61.84446	1.00	0.52	0.46	61.84461	1.04	1.13
6	2010	63.63904	1.00	0.85	0.71	63.63927	0.89	1.21
6	2011	73.98905	1.00	-2.14	0.88	73.98846	0.72	2.44
6	2013	84.10153	1.00	0.32	1.04	84.10161	0.44	0.31
6	2014	84.74234	1.00	-0.35	1.05	84.74224	0.43	0.33
6	2015	85.14198	1.00	-0.27	1.02	85.14191	0.49	0.26
6	2016	85.20095	1.00	-0.67	0.95	85.20076	0.61	0.70
6	3001	78.19655	1.00	0.37	0.84	78.19666	0.76	0.44
6	3002	75.14738	1.00	1.26	0.90	75.14773	0.69	1.40
6	3003	71.12119	1.00	1.48	0.95	71.12160	0.62	1.56
6	3004	67.28921	1.00	0.38	0.96	67.28932	0.60	0.40
6	3005	66.81315	1.00	0.28	0.92	66.81322	0.66	0.30
6	3006	64.24136	1.00	-0.65	0.88	64.24118	0.71	0.74
6	3007	52.51492	1.00	0.21	0.79	52.51498	0.82	0.26
6	3008	48.55000	1.00	-0.04	0.51	48.54999	1.01	0.08
6	3009	49.64476	1.00	-0.08	0.45	49.64474	1.04	0.17
6	3014	78.35607	1.00	-0.48	0.99	78.35594	0.55	0.49
6	3015	78.74080	1.00	-0.49	0.98	78.74066	0.58	0.50
6	3016	79.19574	1.00	-0.96	0.95	79.19548	0.62	1.01

$\tau_{krit} = 1.9585$

!

### Poševne dolžine

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$
1	1015P	23.05965	0.20	-0.52	0.22	23.05913	0.07	2.43
1	5	12.91566	0.20	-0.05	0.22	12.91561	0.07	0.25
1	1005P	33.29368	0.20	0.03	0.21	33.29371	0.07	0.16
1	2	23.79659	0.20	0.07	0.22	23.79666	0.07	0.34
1	1007P	34.81683	0.20	0.09	0.22	34.81692	0.07	0.42
1	6	27.26504	0.20	-0.03	0.21	27.26501	0.07	0.15
1	1013P	18.72907	0.20	-0.32	0.21	18.72875	0.07	1.48
2	1015P	46.83989	0.20	-0.02	0.22	46.83987	0.07	0.07
2	1	23.79661	0.20	0.05	0.22	23.79666	0.07	0.24
2	5	35.22199	0.20	0.08	0.21	35.22207	0.08	0.36
2	1005P	15.78172	0.20	-0.12	0.22	15.78160	0.07	0.56
2	1007P	11.02611	0.20	-0.26	0.22	11.02585	0.07	1.18
2	6	8.73337	0.20	-0.20	0.22	8.73317	0.06	0.90
2	1013P	40.41156	0.20	-0.22	0.22	40.41134	0.07	1.00

$\tau_{krit} = 1.9585$

!

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9585$
		$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$v_l$ [mm]	$\sigma_{v_l}$ [mm]	$l$ [m]	$\sigma_l$ [mm]	$\omega_l$	
5	1005P	41.27026	0.20	-0.32	0.21	41.26994	0.08	1.50	
5	1007P	46.12615	0.20	-0.32	0.21	46.12583	0.08	1.49	
5	2	35.22237	0.20	-0.30	0.21	35.22207	0.08	1.43	
5	6	39.80685	0.20	-0.42	0.21	39.80643	0.08	1.98	!
5	1	12.91584	0.20	-0.23	0.22	12.91561	0.07	1.08	
5	1013P	18.84049	0.20	-0.83	0.21	18.83966	0.09	3.99	*
6	1015P	49.49978	0.20	0.10	0.22	49.49988	0.07	0.46	
6	1	27.26483	0.20	0.18	0.21	27.26501	0.07	0.83	
6	5	39.80628	0.20	0.15	0.21	39.80643	0.08	0.72	
6	2	8.73343	0.20	-0.26	0.22	8.73317	0.06	1.17	
6	1005P	23.33737	0.20	-0.38	0.21	23.33699	0.08	1.77	
6	1007P	12.01655	0.20	-0.24	0.21	12.01631	0.08	1.13	
6	1013P	41.05193	0.20	0.09	0.21	41.05202	0.07	0.42	



## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 5000x.

1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 5 m .

(izrisMreže3D)

## F Skenirani centri tarč Gradbena Jama

V tabeli spodaj so naslednji podatki (zaradi prostora ne morem zapisati v tabelo):

- $tt$  – tip tarče (M – modra Leica tarča za skenerje, N – črno-bela nalepka)
- $i$  – številka izmere (1-6)
- $s$  – številka stojišča (1-2)
- $t$  – ime točke
- $X, Y, Z$  – koordinate centra tarče [m]
- $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  – natančnosti koordinat [mm]
- $\rho_{max}$  – največja korelacija pri iskanju centra tarče [%]
- $i$  – vpadni kot laserskega žarka na tarčo [°]
- RmR – razdalja med črno in belo ravnino [mm]
- $\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2, \sigma_{xy}, \sigma_{xz}, \sigma_{yz}$  – elementi variančno-kovariančne matrike [m<sup>2</sup>]

tt	i	s	t	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xyz}$	$\sigma_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\sigma_{zz}$	$\sigma_{yz}$
M	1	1	101MT	-6.61537	-8.49340	-1.55387	0.39	0.49	0.28	95.50	7.80	0.38	1.53882e-07	2.36746e-07	8.00111e-08	1.64086e-07	2.57740e-08	2.57740e-08	3.30909e-08	3.30909e-08
M	1	1	102MT	-18.95214	-0.74747	-1.44694	0.69	0.29	0.48	92.50	5.10	1.98	4.74343e-07	8.15539e-08	2.27595e-07	1.55158e-08	-5.42527e-10	-5.42527e-10	4.49216e-11	4.49216e-11
M	1	1	103MT	-3.70778	3.96381	-0.04654	0.74	0.36	0.59	97.00	1.80	1.44	5.41782e-07	1.30274e-07	3.53986e-08	-3.43083e-08	4.56934e-08	4.56934e-08	-4.78174e-08	-4.78174e-08
M	1	1	1001MT	16.97337	-12.75139	0.44393	0.60	0.50	0.43	90.00	4.70	2.81	3.60885e-07	2.47853e-07	2.81905e-07	-1.94936e-07	3.77048e-09	3.77048e-09	-2.83260e-09	-2.83260e-09
M	1	1	2001MT	10.26000	-12.62680	5.29184	0.45	0.53	0.46	93.70	5.10	1.91	2.04797e-07	2.79535e-07	2.08526e-07	1.87443e-07	4.96029e-08	4.96029e-08	-6.10455e-08	-6.10455e-08
M	1	1	1002MT	4.94934	-12.55222	0.40138	0.30	0.60	0.34	95.40	0.20	0.89	8.66911e-08	3.54246e-07	1.14140e-07	-1.28528e-07	3.15431e-09	3.15431e-09	-7.99978e-09	-7.99978e-09
M	1	1	2002MT	-1.79372	-12.43199	4.66795	0.21	0.60	0.38	95.10	4.70	2.38	4.22549e-08	3.60042e-07	1.47385e-07	4.68261e-08	-1.35102e-08	-1.35102e-08	-9.36371e-08	-9.36371e-08
M	1	1	1003MT	-7.00879	-12.38239	-0.29157	0.37	0.57	0.36	94.30	3.20	0.91	1.34577e-07	3.23420e-07	1.26702e-07	1.57282e-07	2.88564e-09	2.88564e-09	5.09804e-09	5.09804e-09
M	1	1	2003MT	-13.85379	-12.27124	4.83624	0.54	0.40	0.49	92.90	6.50	1.46	2.92735e-07	2.46276e-07	3.44616e-07	1.91034e-07	-4.56289e-08	-4.56289e-08	-4.04166e-08	-4.04166e-08
M	1	1	1004MT	-19.00059	-12.19725	-0.20476	0.64	0.48	0.56	92.10	3.50	1.71	4.06512e-07	2.34953e-07	1.87326e-07	1.87326e-07	1.58827e-09	1.58827e-09	1.01957e-09	1.01957e-09
M	1	1	2004MT	-25.77444	-12.09114	4.73577	0.74	0.51	0.72	87.50	13.40	1.24	5.40388e-07	2.61155e-07	5.23331e-07	1.67953e-07	-1.48509e-08	-1.48509e-08	-6.96677e-09	-6.96677e-09
M	1	1	1005MT	-31.05445	-12.00825	-0.25262	0.80	0.55	0.83	84.60	2.30	1.32	6.36022e-07	3.07235e-07	6.92901e-07	1.49489e-07	6.55304e-12	6.55304e-12	2.53395e-12	2.53395e-12
M	1	1	2005MT	-34.08112	-11.96252	-1.19208	0.84	0.59	0.91	87.80	8.60	1.46	4.99666e-07	3.43376e-07	8.30410e-07	1.42551e-07	1.11289e-08	1.11289e-08	3.90624e-08	3.90624e-08
M	1	1	1006MT	-34.43207	-8.44421	-0.23232	0.84	0.56	0.88	87.60	15.30	1.29	7.04951e-07	3.08265e-07	7.85835e-07	1.57282e-07	-3.53244e-10	-3.53244e-10	-8.66154e-11	-8.66154e-11
M	1	1	2006MT	-34.52200	-8.47562	5.21455	0.85	0.53	0.89	85.20	6.80	1.46	7.19338e-07	2.78130e-07	7.71357e-07	5.28966e-08	6.92195e-09	6.92195e-09	8.17197e-08	8.17197e-08
M	1	1	1007MT	-34.66406	3.28439	-0.14754	0.85	0.53	0.87	83.80	2.10	1.92	7.15463e-07	3.76711e-07	7.57753e-07	-4.19433e-08	-1.61630e-08	-1.61630e-08	1.53143e-11	1.53143e-11
M	1	1	2007MT	-34.79889	10.38894	5.46316	0.85	0.58	0.92	88.40	20.80	0.81	7.16708e-07	3.64181e-07	8.40052e-07	1.25374e-07	1.28038e-08	1.28038e-08	-3.82249e-09	-3.82249e-09
M	1	1	1008MT	-34.88879	15.08322	0.89036	0.84	0.63	0.95	87.60	2.20	0.77	7.04000e-07	3.95889e-07	9.03382e-07	-1.63822e-07	2.76570e-09	2.76570e-09	-1.19568e-09	-1.19568e-09
M	1	1	2008MT	-34.96691	18.09660	5.48573	0.84	0.67	0.99	83.30	17.80	0.15	7.11792e-07	4.46016e-07	9.84198e-07	-1.87867e-07	2.21057e-08	2.21057e-08	-1.14404e-08	-1.14404e-08
M	1	1	1009MT	-31.89496	18.45330	0.89415	0.80	0.65	0.92	81.90	1.50	1.46	6.41906e-07	4.18113e-07	8.49077e-07	-1.94628e-07	1.98740e-09	1.98740e-09	-1.14984e-08	-1.14984e-08
M	1	1	2009MT	-25.05440	18.68202	5.42197	0.71	0.62	0.79	88.00	9.50	0.97	5.06980e-07	3.79459e-07	6.29975e-07	-2.14163e-07	-5.26211e-09	-5.26211e-09	3.92374e-09	3.92374e-09
M	1	1	1010MT	-20.14205	18.25291	1.13972	0.63	0.60	0.68	89.00	6.40	1.34	4.02131e-07	3.59958e-07	4.62840e-07	-2.13761e-07	-4.13960e-09	-4.13960e-09	3.75135e-09	3.75135e-09
M	1	1	1011MT	-6.91144	14.11921	1.38717	0.36	0.60	0.40	93.70	2.10	1.71	1.28084e-07	3.58093e-07	1.57794e-07	-1.48071e-07	-1.06660e-08	-1.06660e-08	2.17893e-08	2.17893e-08
M	1	1	2010MT	-14.18715	14.19486	6.62325	0.54	0.54	0.55	90.50	18.20	2.23	2.87065e-07	2.87279e-07	3.01429e-07	-1.96549e-07	2.76570e-08	2.76570e-08	4.77522e-08	4.77522e-08
M	1	1	2011MT	-2.62463	13.98281	6.52454	0.24	0.61	0.45	94.00	10.50	1.95	5.70173e-08	3.71248e-07	2.01402e-07	-6.11364e-08	-1.94262e-08	-1.94262e-08	1.03494e-07	1.03494e-07
M	1	1	1012MT	5.91319	10.88035	1.61569	0.35	0.53	0.58	95.70	7.10	1.64	1.20620e-07	2.83305e-07	9.02002e-08	1.51698e-07	2.08674e-08	2.08674e-08	3.48674e-08	3.48674e-08
M	1	1	2012MT	11.33640	10.48351	5.97327	0.49	0.47	0.45	93.80	1.50	2.53	2.44440e-07	2.16811e-07	2.06673e-07	1.76441e-07	6.71125e-08	6.71125e-08	6.20633e-08	6.20633e-08
M	1	1	1013MT	15.90174	9.73806	1.67890	0.60	0.43	0.47	91.30	4.90	2.85	3.6321e-07	1.85146e-07	2.21107e-07	1.74586e-07	1.92854e-08	1.92854e-08	1.8102e-08	1.8102e-08
M	1	1	2013MT	21.20628	10.26015	5.84299	0.68	0.45	0.62	90.90	22.40	1.75	4.62066e-07	2.03803e-07	3.78829e-07	1.63144e-07	3.85807e-08	3.85807e-08	1.86663e-08	1.86663e-08
M	1	1	1014MT	22.08069	6.98101	0.94250	0.71	0.40	0.58	91.10	3.80	1.89	4.97493e-07	1.58332e-07	3.36068e-07	1.19137e-07	7.73865e-09	7.73865e-09	2.46664e-09	2.46664e-09
M	1	1	2014MT	23.11160	2.53431	5.61423	0.73	0.36	0.61	89.30	9.60	2.34	5.31065e-07	1.26551e-07	3.67959e-07	4.48970e-08	4.28297e-08	4.28297e-08	4.69655e-09	4.69655e-09
M	1	1	1015MT	23.03508	-0.87261	0.54433	0.73	0.35	0.58	88.80	8.10	3.47	5.33042e-07	1.20153e-07	3.32408e-07	1.56635e-08	4.75090e-09	4.75090e-09	-1.79973e-10	-1.79973e-10
M	1	1	2015MT	22.85783	-5.63848	5.45676	0.72	0.39	0.61	90.40	21.30	1.30	5.16785e-07	1.48569e-07	3.74465e-07	-9.67150e-08	3.95184e-08	3.95184e-08	-9.74822e-09	-9.74822e-09
M	1	1	1016MT	22.78246	-9.59037	0.49950	0.70	0.45	0.62	90.80	2.60	1.50	4.94948e-07	2.00823e-07	3.82113e-07	-1.50478e-07	3.28259e-09	3.28259e-09	-1.38182e-09	-1.38182e-09
M	1	1	2016MT	22.13358	-12.81699	5.53023	0.68	0.50	0.66	88.60	6.70	2.27	4.66337e-07	2.54208e-07	4.34768e-07	-1.84811e-07	2.72035e-08	2.72035e-08	-1.57528e-08	-1.57528e-08
M	1	2	2001MT	22.82164	29.09989	5.24897	0.69	0.77	0.93	83.50	2.70	2.02	4.81934e-07	5.90974e-07	8.69837e-07	2.22145e-07	-9.35436e-09	-9.35436e-09	-1.19278e-08	-1.19278e-08
M	1	2	1001MT	24.67181	35.54859	0.39122	0.75	0.85	1.08	87.90	8.70	0.85	5.67164e-07	7.24136e-07	1.17032e-06	2.10184e-07	-1.54821e-09	-1.54821e-09	-2.23076e-09	-2.23076e-09
M	1	2	2002MT	19.53959	17.49855	4.64530	0.63	0.59	0.67	90.80	12.20	1.73	3.92403e-07	3.45357e-07	4.47858e-07	2.12785e-07	1.84013e-08	1.84013e-08	1.64792e-08	1.64792e-08
M	1	2	1002MT	21.39145	23.97732	0.36821	0.65	0.69	0.80	88.00	3.10	1.26	4.28333e-07	4.78588e-07	6.45405e-07	2.19715e-07	2.22808e-10	2.22808e-10	2.49741e-10	2.49741e-10
M	1	2	2003MT	16.28230	5.88450	4.83389	0.63	0.33	0.47	91.70	12.20	2.91	3.99836e-07	1.10857e-07	2.20753e-07	1.20129e-07	6.33638e-08	6.33638e-08	2.90000e-08	2.90000e-08
M	1	2	1003MT	18.15656	12.46221	-0.30562	0.62	0.49	0.55	92.10	2.80	1.96	3.75339e-07	2.40285e-07	3.03204e-07	1.91101e-07	-2.46625e-09	-2.46625e-09	-1.69277e-08	-1.69277e-08
M	1	2	2004MT	13.04696	-5.58845	4.75137	0.58	0.32	0.41	94.90	1.30	1.72	3.39655e-07	9.93275e-08	1.68442e-07	-1.26071e-07	7.80487e-08	7.80487e-08	-3.34309e-08	-3.34309e-08
M	1	2	1004MT	14.89480	0.92254	-0.20097	0.65	0.23	0.37	94.20	11.00	2.41	4.20051e-07	5.15280e-08	1.39268e-07	2.29133e-08	-3.79387e-09	-3.79387e-09	-2.34982e-10	-2.34982e-10
M	1	2	2005MT	11.61796	-10.67874	-0.23192	0.51	0.48	0.39	93.90	9.90	1.96	2.60184e-07	2.28509e-07	1.55726e-07	-1.87652e-07	-2.99731e-09	-2.99731e-09	2.75500e-09	2.75500e-09
M	1	2	1005MT	10.79100	-13.58230	5.19689	0.46	0.55	0.48	91.40	6.00	2.52	2.12760e-07	2.97506e-07	2.26282e-07	1.82572e-07	4.42786e-08	4.42786e-08	-5.57321e-08	-5.57321e-08
M	1	2	2006MT	3.05783	-11.98280	-0.21166	0.37	0.58	0.37	94.30	3.50	2.31	1.39075e-07	3.32842e-07	1.39599e-07	-1.58463e-07	-1.95482e-09	-1.95482e-09	3.48641e-08	3.48641e-08
M	1	2	1006MT	-4.08401	-10.24000	-0.14625	0.27	0.57	0.28	95.20	8.80	2.34	5.42033e-08	3.38550e-07	1.57119e-07	-7.75607e-08	2.57694e-08	2.57694e-08	-1.00983e-07	-1.00983e-07
M	1	2	2007MT	-10.99241	-8.53691	5.45153	0.51	0.41	0.42	93.60	6.60									

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
M	1	2	2009MT	-16.50431	3.00966	5.38402	0.65	0.27	0.47	91.60	11.20	2.76	4.20772e-07	7.52128e-08	2.18602e-07	-6.51824e-08	-7.53417e-08	1.37390e-08
M	1	2	2010MT	-14.83271	7.64017	1.09394	0.60	0.38	0.42	92.80	10.80	2.51	3.63864e-07	1.42610e-07	1.75729e-07	-1.55285e-07	-1.57040e-08	8.09386e-09
M	1	2	2010MT	12.36255	6.57516	6.4303	0.43	0.53	0.47	94.00	9.20	2.31	1.82720e-07	2.77415e-07	2.18543e-07	-1.69387e-07	-5.84978e-08	7.70915e-08
M	1	2	2011MT	-7.43646	19.36529	1.32841	0.39	0.67	0.52	92.40	6.20	1.85	1.48651e-07	4.48300e-07	2.70994e-07	-1.34971e-07	-5.28191e-09	1.37546e-08
M	1	2	2011MT	-6.21051	23.48380	6.61843	0.40	0.73	0.64	87.90	3.08	3.08	1.60254e-07	5.25837e-07	4.06096e-07	-1.03952e-07	-1.07762e-08	4.07479e-08
M	1	2	2012MT	-0.04883	30.67422	1.54427	0.46	0.81	0.77	87.20	1.90	1.41	2.11706e-07	6.51303e-07	5.89716e-07	-6.99735e-10	-4.94796e-12	3.10848e-09
M	1	2	2012MT	6.07573	36.07913	5.89505	0.54	0.87	0.91	88.50	4.40	0.72	2.93213e-07	7.51398e-07	8.33399e-07	9.60150e-09	-2.87506e-10	-1.37219e-09
M	1	2	2013MT	2.65331	40.29298	1.59539	0.61	0.90	1.01	85.50	3.70	1.09	3.68824e-07	8.15799e-07	1.02038e-06	2.95617e-08	-5.26869e-10	-8.00100e-09
M	1	2	2013MT	3.50622	45.55707	5.74947	0.69	0.96	1.15	78.40	10.10	1.26	4.72445e-07	9.13277e-07	1.31922e-06	3.51288e-08	-3.82968e-09	-4.97589e-09
M	1	2	2014MT	6.90640	45.52527	8.85486	0.70	0.96	1.15	83.90	2.50	0.91	4.87630e-07	9.13282e-07	1.32703e-06	6.60531e-08	-1.12330e-09	-7.40992e-09
M	1	2	2014MT	11.46198	45.41671	5.31778	0.72	0.96	1.18	86.60	2.30	1.11	5.21003e-07	9.22926e-07	1.38427e-06	1.08335e-07	-1.27195e-08	-5.03996e-08
M	1	2	2015MT	14.74336	44.45896	4.47002	0.73	0.95	1.17	86.50	2.20	0.34	5.73655e-07	8.93871e-07	1.37132e-06	1.32723e-07	-1.36917e-09	-4.12876e-09
M	1	2	2015MT	19.29518	43.07217	5.39018	0.76	0.94	1.19	81.00	7.80	1.31	5.77309e-07	8.80491e-07	1.40444e-06	1.69916e-07	-2.11885e-08	-4.72926e-08
M	1	2	2016MT	21.10087	41.97724	4.03918	0.79	0.93	1.20	84.20	3.40	0.28	6.19344e-07	8.55990e-07	1.43492e-06	1.86805e-07	-2.10428e-09	-3.82375e-09
M	1	2	2016MT	26.04694	40.53188	5.47529	0.81	0.92	1.21	86.90	13.10	0.42	6.55009e-07	8.43670e-07	1.46316e-06	2.06530e-07	-3.02977e-08	-4.71465e-08
M	1	2	2017MT	14.9921	13.83832	-1.57234	0.55	0.53	0.50	90.60	4.10	3.31	2.99515e-07	2.80822e-07	2.54085e-07	1.99591e-07	-1.34713e-08	-1.28573e-08
M	1	2	2018MT	3.27952	19.82539	-1.34740	0.32	0.69	0.50	92.90	3.60	1.77	1.01510e-07	4.80240e-07	2.54569e-07	6.44121e-08	-2.59256e-09	-1.56726e-08
M	1	2	202MT	3.84264	3.90463	-1.46248	0.38	0.39	0.20	96.60	5.10	1.10	1.46423e-07	1.50966e-07	3.93749e-08	1.41924e-07	-5.06593e-08	-5.14766e-08
M	2	1	1MT	7.98544	22.41864	-0.10318	0.42	0.71	0.59	90.30	0.80	2.16	1.74403e-07	4.97648e-07	3.53977e-07	1.31870e-07	3.04361e-11	8.54475e-11
M	2	1	101MT	-4.22704	9.90095	-1.54529	0.28	0.56	0.28	95.40	11.10	1.81	7.82668e-08	3.12408e-07	7.99168e-08	-1.22244e-07	1.63823e-08	-3.83722e-11
M	2	1	102MT	8.51813	16.94856	-1.38376	0.40	0.63	0.48	93.60	7.80	2.47	1.60427e-07	3.95570e-07	2.27404e-07	1.58120e-07	-8.15562e-09	-1.62273e-08
M	2	1	103MT	5.19503	1.37048	-1.27994	0.52	0.16	0.19	96.80	2.00	2.12	2.74124e-07	2.51202e-08	3.45978e-08	7.06020e-08	-6.30424e-08	-1.66309e-08
M	2	1	2MT	13.19322	19.80451	0.03707	0.51	0.65	0.59	90.70	1.30	2.50	2.55644e-07	4.16362e-07	3.53947e-07	1.92490e-07	6.73276e-10	1.01066e-09
M	2	1	1001MT	-19.37308	-8.88575	0.36040	0.66	0.41	0.53	90.20	3.10	3.31	4.39423e-07	1.69362e-07	2.81870e-07	1.51541e-07	-3.49382e-09	-1.56642e-09
M	2	1	2001MT	-16.03253	-2.68224	5.23346	0.64	0.27	0.46	94.10	3.80	2.32	4.13903e-07	7.11509e-08	2.07981e-07	6.36761e-08	-7.66454e-08	-1.37789e-08
M	2	1	1002MT	-13.38191	1.74146	0.36410	0.63	0.22	0.34	95.00	8.40	2.48	3.96981e-07	4.70034e-08	1.14111e-07	-4.63290e-08	-7.73518e-09	1.00662e-09
M	2	1	2002MT	-10.02766	7.57454	4.65158	0.50	0.39	0.38	95.10	3.90	2.71	2.46600e-07	1.55993e-07	1.47146e-07	-1.59448e-07	-7.52552e-08	5.68519e-08
M	2	1	1003MT	-7.44399	12.12505	-0.28879	0.38	0.56	0.36	94.40	4.70	2.87	1.45980e-07	3.12007e-07	1.26688e-07	1.63590e-07	3.03582e-09	-4.94485e-09
M	2	1	2003MT	-4.05161	18.05081	4.86370	0.31	0.67	0.49	92.60	17.00	2.18	9.54603e-08	4.43312e-07	2.44799e-07	-8.22195e-08	-1.34201e-08	5.78936e-08
M	2	1	1004MT	-1.48018	22.52898	-0.16014	0.34	0.72	0.56	91.00	4.50	1.73	1.16464e-07	5.24977e-07	3.18618e-07	-2.69362e-08	9.67881e-11	-1.47315e-09
M	2	1	2004MT	8.51713	28.39561	4.80597	0.43	0.79	0.72	88.10	3.90	2.96	1.84098e-07	6.17193e-07	5.23380e-07	2.86726e-08	1.09430e-09	1.66014e-08
M	2	1	1005MT	4.81614	32.98728	-0.16787	0.51	0.83	0.83	84.40	2.70	3.17	2.57601e-07	6.85637e-07	6.92865e-07	5.97197e-08	-6.47849e-13	-4.73209e-12
M	2	1	2005MT	6.00298	35.60295	5.26772	0.55	0.86	0.91	88.20	9.50	1.29	3.05929e-07	7.37147e-07	8.30344e-07	7.48349e-08	-1.99714e-09	-1.18448e-08
M	2	1	1006MT	9.27021	34.22395	-0.12961	0.56	0.84	0.89	87.60	6.40	1.29	3.13457e-07	6.99715e-07	7.85769e-07	1.12910e-07	5.30141e-11	1.95719e-10
M	2	1	2006MT	13.11534	32.17205	5.35346	0.58	0.81	0.88	86.00	10.20	1.10	3.36371e-07	6.61409e-07	7.71225e-07	1.58916e-07	-2.68312e-09	-6.58172e-09
M	2	1	1007MT	19.64337	28.74642	-0.02264	0.64	0.76	0.87	83.60	5.40	2.15	4.14920e-07	5.77220e-07	7.57637e-07	2.08055e-07	1.40328e-11	2.05358e-11
M	2	1	2007MT	25.90969	25.41510	5.60015	0.73	0.72	0.92	87.20	5.50	0.51	5.29703e-07	5.20880e-07	8.40765e-07	2.28870e-07	-9.76745e-09	-9.58100e-09
M	2	1	1008MT	30.07461	23.23296	1.03759	0.78	0.70	0.95	87.60	3.40	0.43	6.06679e-07	4.93081e-07	9.03235e-07	2.17634e-07	-2.77701e-09	-2.14527e-09
M	2	1	2008MT	32.73575	21.83196	5.63860	0.82	0.70	0.99	84.20	8.60	0.69	6.67308e-07	4.90220e-07	9.83873e-07	2.12711e-07	-2.12650e-08	-1.18290e-08
M	2	1	1009MT	31.57624	18.98168	1.03756	0.80	0.65	0.92	82.90	6.80	2.07	6.35283e-07	4.24613e-07	8.48950e-07	1.98301e-07	-2.28177e-09	-1.37166e-09
M	2	1	2009MT	28.45347	12.87544	5.54167	0.77	0.54	0.79	88.60	3.20	1.03	2.95498e-07	2.95498e-07	6.29995e-07	1.67948e-07	6.11120e-09	2.76537e-09
M	2	1	1010MT	25.71412	8.79072	1.24134	0.74	0.46	0.68	90.10	5.90	1.09	5.50807e-07	2.11115e-07	4.62799e-07	1.31496e-07	5.75904e-09	1.96881e-09
M	2	1	2010MT	15.69496	-0.78647	1.43664	0.66	0.24	0.40	92.70	26.20	3.17	4.29468e-07	5.65027e-07	1.57930e-07	-1.87363e-08	2.50883e-08	-1.25717e-09
M	2	1	1011MT	19.26478	5.53209	6.69675	0.67	0.35	0.55	91.10	15.60	2.36	4.53277e-07	1.20315e-07	3.01896e-07	1.04207e-07	6.55394e-08	1.88203e-08
M	2	1	2011MT	13.48550	-4.48539	6.55901	0.59	0.28	0.45	94.40	11.10	2.70	3.48680e-07	7.89912e-08	2.01922e-07	-1.00858e-07	1.00330e-07	-3.33706e-08
M	2	1	1012MT	5.77999	-9.96142	1.61089	0.34	0.54	0.30	96.00	5.10	2.07	1.16565e-07	2.87425e-07	9.01870e-08	-1.49459e-07	2.03312e-08	-3.50394e-08
M	2	1	2012MT	3.67021	-15.00932	5.95063	0.27	0.62	0.45	93.60	21.50	2.69	7.37024e-08	3.87925e-07	2.06435e-07	-8.17231e-08	2.16396e-08	-8.84951e-08
M	2	1	1013MT	8.22254	-18.63273	1.63909	0.28	0.69	0.47	91.50	2.30	3.96	7.90300e-08	4.69579e-07	2.21029e-07	-1.72744e-08	9.73805e-10	-2.20593e-08
M	2	1	2013MT	-1.30004	-23.53696	5.78481	0.36	0.73	0.62	91.40	9.50	1.52	1.26294e-07	5.39952e-07	3.78633e-07	2.29180e-08	-2.34142e-09	-4.23908e-08
M	2	1	1014MT	-4.57635	-22.70570	0.87471	0.37	0.72	0.58	90.80	14.70	1.61	1.36892e-07	5.19048e-07	3.36070e-07	8.02852e-08	-1.48814e-09	-7.38342e-09
M	2	1	2014MT	-8.98145	-21.46771	5.53475	0.43	0.69	0.61	89.60	14.00	2.12	1.83583e-07	4.74568e-07	3.67711e-07	1.47569e-07	-1.64044e-08	-3.92101e-08
M	2	1	1015MT	-11.91016	-19.74060	0.45905	0.48	0.65	0.58	89.60	3.30	2.95	2.30106e-07	4.23184e-07	3.32426e-07	1.83164e-07	-2.07103e-09	-3.43265e-09
M	2	1	2015MT	-16.01102	-17.29111	5.36305	0.56	0.59	0.61	90.90	8.00	1.57	3.16997e-07	3.48933e-07	3.74172e-07	2.07401e-07	-2.72012e-08	-2.93759e-08
M	2	1	1016MT	-19.41705	-15.30274	0.39909	0.63	0.55	0.62	91.30	2.00	1.65	3.97110e-07	2.98755e-07	3.82143e-07	2.04586e-07	-2.23461e-09	-1.76112e-09

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
M	2	1	2016MT	-21.94384	-13.18387	5.42760	0.68	0.51	0.66	89.10	9.40	1.75	4.60592e-07	2.60484e-07	4.34549e-07	1.88134e-07	-2.64618e-08	-1.59000e-08
M	2	2	1001MT	18.55770	-39.08864	0.37907	0.71	0.89	1.08	88.20	3.50	0.98	5.03806e-07	7.87451e-07	1.17026e-06	-1.73848e-07	-1.12828e-08	2.37653e-09
M	2	2	2002MT	13.87191	-34.28252	5.23165	0.61	0.84	0.93	84.00	1.90	2.82	3.72093e-07	7.00800e-07	8.69796e-07	-1.59047e-07	-5.66573e-09	1.40021e-08
M	2	2	2002MT	5.44365	-25.66282	4.61731	0.42	0.75	0.67	90.60	14.90	1.86	1.73284e-07	5.64566e-07	4.47781e-07	-8.69102e-08	5.09641e-09	-2.40258e-08
M	2	2	1002MT	10.15291	-30.48512	0.33698	0.53	0.79	0.80	88.10	4.30	1.72	2.76454e-07	6.30424e-07	6.45344e-07	-1.32594e-07	9.67783e-11	-2.99609e-10
M	2	2	2003MT	-3.01038	-17.05969	4.79513	0.28	0.66	0.47	92.00	6.20	2.90	1.11766e-07	5.16008e-07	3.03174e-07	-3.29457e-08	-2.66790e-10	3.29510e-09
M	2	2	1004MT	-6.60983	-13.37852	-0.24272	0.35	0.59	0.37	94.90	8.20	4.07	7.88767e-08	4.32188e-07	2.20443e-07	6.43496e-08	-1.16220e-08	-6.58616e-08
M	2	2	2004MT	-11.35235	-8.54741	0.47034	0.52	0.41	0.41	94.90	10.90	3.83	1.22960e-07	3.48583e-07	1.39283e-07	1.47468e-07	2.03345e-09	4.11157e-09
M	2	2	1005MT	-15.04374	-4.67461	0.63146	0.63	0.30	0.39	94.50	1.80	3.13	6.26804e-07	1.71631e-07	1.67884e-07	1.67216e-08	-6.72166e-08	5.06087e-08
M	2	2	2005MT	-17.16476	-2.61215	5.14236	0.66	0.28	0.48	92.00	5.80	3.50	3.34495e-07	9.03630e-08	1.55774e-07	1.08408e-07	4.73796e-09	1.50059e-09
M	2	2	1006MT	-14.93941	0.14583	0.25485	0.65	0.22	0.37	94.30	5.40	3.20	4.21633e-07	5.02570e-08	2.25818e-07	5.57998e-07	-6.97031e-08	-1.06075e-08
M	2	2	2006MT	-11.93174	3.30020	5.22426	0.58	0.24	0.40	95.20	15.50	3.23	3.35613e-07	5.75201e-08	1.56618e-07	-3.62556e-09	4.81297e-09	-4.69754e-11
M	2	2	1007MT	-6.85016	8.63793	-0.15209	0.40	0.49	0.28	96.40	1.50	2.26	1.60550e-07	2.39151e-08	7.60324e-08	-1.67968e-07	-9.99765e-08	2.76525e-08
M	2	2	2007MT	-1.95294	13.77199	5.46862	0.26	0.67	0.42	94.00	4.00	3.07	5.02453e-08	3.77311e-07	7.70324e-08	-4.73316e-08	2.54064e-09	-3.20370e-09
M	2	2	1008MT	1.28692	17.17713	0.90473	0.22	0.61	0.43	93.40	5.40	3.03	6.89073e-07	4.49363e-07	1.86688e-07	1.34909e-08	-1.34909e-08	9.51364e-08
M	2	2	2008MT	3.35017	19.36938	5.50432	0.31	0.68	0.53	92.40	1.00	3.16	9.83183e-08	4.67308e-07	2.77547e-07	2.86649e-08	1.04206e-09	1.39088e-08
M	2	2	1009MT	5.78573	17.46905	0.91168	0.34	0.65	0.46	93.10	7.40	2.61	1.14882e-07	4.28882e-07	2.12798e-07	6.57894e-08	1.04159e-08	6.02208e-08
M	2	2	2009MT	10.80662	12.81068	5.43347	0.47	0.53	0.47	92.20	2.70	3.46	2.16611e-07	2.78786e-07	2.19045e-07	1.16808e-07	3.97808e-09	1.20112e-08
M	2	2	1010MT	13.99863	9.05538	1.14866	0.58	0.42	0.42	93.70	1.50	2.41	3.31304e-07	1.75005e-07	1.75828e-07	1.81859e-07	4.97889e-08	5.90222e-08
M	2	2	2010MT	15.37218	1.97413	6.62127	0.63	0.24	0.47	93.70	12.10	2.75	3.99657e-07	5.97451e-08	2.19110e-07	1.73856e-07	1.55738e-08	1.00743e-08
M	2	2	1011MT	20.49316	1.38285	1.38285	0.70	0.33	0.52	91.90	4.50	2.32	4.90516e-07	1.06298e-07	2.71045e-07	4.43841e-08	9.65413e-08	1.23980e-08
M	2	2	2011MT	23.44015	-6.30939	6.51695	0.72	0.40	0.64	88.00	4.10	2.55	5.24694e-07	1.60991e-07	4.06233e-07	-6.12253e-08	1.51546e-08	-2.35650e-09
M	2	2	1012MT	26.62480	-15.22419	1.59237	0.74	0.57	0.77	86.70	7.30	0.85	5.42945e-07	3.19969e-07	5.89661e-07	-1.05545e-07	4.10328e-08	-1.10448e-08
M	2	2	2012MT	30.90042	-18.61995	5.94927	0.79	0.64	0.91	88.10	10.10	0.69	6.29411e-07	4.15053e-07	8.33300e-07	-1.89438e-07	2.78415e-09	-1.59199e-09
M	2	2	1013MT	33.62184	-22.35489	1.64893	0.82	0.71	1.01	87.20	5.90	0.36	6.79481e-07	5.05244e-07	1.02022e-06	-2.02707e-07	1.18599e-08	7.14636e-09
M	2	2	2013MT	37.75374	-25.72173	5.81005	0.89	0.78	1.15	80.40	19.80	1.29	7.83346e-07	6.15213e-07	1.31903e-06	1.96434e-07	-6.89827e-09	4.58666e-09
M	2	2	1014MT	36.07171	-28.65978	0.90609	0.87	0.81	1.15	84.40	4.40	0.45	5.70810e-07	6.50058e-07	3.32695e-06	-2.17092e-07	1.23980e-08	8.8392e-08
M	2	2	2014MT	33.67456	-32.52322	5.56759	0.85	0.85	1.18	85.40	9.20	0.90	7.29692e-07	7.14216e-07	1.38417e-06	-2.28256e-07	3.76105e-08	3.63571e-08
M	2	2	1015MT	31.22629	-34.91123	0.49312	0.83	0.86	1.17	84.50	0.80	0.07	6.91072e-07	7.40423e-07	1.37128e-06	-2.20751e-07	-3.04228e-09	3.40129e-09
M	2	2	2015MT	27.74631	-38.17741	5.39778	0.81	0.89	1.19	79.90	8.00	1.08	6.58580e-07	7.99192e-07	1.40438e-06	-2.16603e-07	-3.05071e-08	4.19761e-08
M	2	2	1016MT	24.91569	-40.92645	4.43601	0.80	0.92	1.20	85.70	3.50	1.18	6.36135e-07	8.39209e-07	1.43493e-06	-1.96434e-07	-2.25323e-09	3.70116e-09
M	2	2	2016MT	22.18183	-42.77179	5.46218	0.79	0.94	1.21	85.00	3.20	0.96	6.18562e-07	8.80135e-07	1.46322e-06	-1.85562e-07	-2.57405e-08	4.96337e-08
M	2	2	1017MT	15.47087	-48.08239	-0.09265	0.55	0.61	0.59	89.90	2.00	2.57	3.03740e-07	3.68290e-07	3.53951e-07	-2.06080e-07	1.13788e-10	-1.32996e-10
M	2	2	1022MT	1.47793	-5.27354	-1.46775	0.17	0.52	0.20	97.10	5.20	1.60	2.74117e-08	2.69831e-07	3.95138e-08	-7.37296e-08	-1.95556e-08	6.97782e-08
M	2	2	1018MT	4.79360	-19.45822	-1.59257	0.34	0.68	0.50	90.50	2.60	3.46	1.13223e-07	4.67083e-07	2.54085e-07	-9.28070e-08	-4.51206e-09	1.83154e-08
M	2	2	1038MT	15.56739	-12.70856	-1.32354	0.58	0.50	0.50	92.90	1.10	2.50	3.30935e-07	2.50858e-07	2.54532e-07	-1.95982e-07	-1.21132e-08	9.88866e-09
M	3	1	103MT	5.20459	1.33725	-1.28001	0.52	0.16	0.19	96.00	0.30	2.76	2.75034e-07	2.42251e-08	3.46007e-08	6.89972e-08	-6.31426e-08	-1.62237e-08
M	3	1	101MT	-4.16573	9.92925	-1.54576	0.28	0.56	0.28	95.30	12.80	2.03	7.67563e-08	3.13955e-07	7.99481e-08	-1.20772e-07	1.61429e-08	-3.84776e-08
M	3	1	102MT	8.62607	16.89516	-1.38512	0.40	0.63	0.48	92.90	7.80	3.55	1.62455e-07	3.93567e-07	2.27436e-07	1.59602e-07	-8.26559e-09	-1.61891e-08
M	3	1	20MT	13.31798	19.72099	0.03444	0.51	0.64	0.59	90.30	4.70	3.06	2.58081e-07	4.13929e-07	3.59500e-07	1.93489e-07	6.67820e-10	9.88950e-10
M	3	1	100MT	-19.42851	-8.56379	0.36030	0.66	0.41	0.53	90.70	9.00	4.31	4.14340e-07	1.67472e-07	2.81900e-07	1.49827e-07	-3.50231e-09	-1.54376e-09
M	3	1	200MT	-16.05040	-2.78060	5.23304	0.64	0.27	0.46	93.60	7.10	3.80	4.14697e-07	7.03575e-08	2.07973e-07	6.14999e-08	-7.67269e-08	-1.32923e-09
M	3	1	1002MT	-13.37015	1.82543	0.36183	0.63	0.22	0.34	95.10	5.40	3.87	3.96380e-07	4.75959e-08	1.41409e-07	-4.85241e-08	-7.68099e-09	1.04869e-09
M	3	1	2002MT	-9.97915	7.63818	4.64994	0.49	0.40	0.38	95.10	2.90	3.91	2.44585e-07	1.58008e-07	1.47108e-07	-1.60011e-07	-7.48790e-08	5.73134e-08
M	3	1	1003MT	-7.36671	12.17176	-0.28988	0.38	0.56	0.36	94.60	2.70	2.86	1.43907e-07	3.14073e-07	1.26684e-07	1.62521e-07	3.01588e-09	-4.98302e-09
M	3	1	2003MT	-3.93703	18.07552	4.86195	0.31	0.67	0.49	92.50	6.10	3.60	9.44274e-08	4.44334e-07	2.44765e-07	-8.00910e-08	-1.30378e-08	5.98584e-08
M	3	1	1004MT	-1.33877	22.53751	-0.16091	0.34	0.72	0.56	91.70	9.00	2.86	1.16139e-07	5.25295e-07	3.18609e-07	-2.44390e-08	8.79657e-11	-1.48085e-09
M	3	1	2004MT	2.05086	28.38210	4.80373	0.43	0.79	0.72	88.00	2.80	2.73	1.84463e-07	6.16792e-07	5.23324e-07	3.14037e-08	1.19895e-09	1.65924e-08
M	3	1	1005MT	4.71189	32.95597	-0.11989	0.51	0.83	0.83	86.20	1.70	3.53	2.58269e-07	6.84846e-07	6.92704e-07	6.22628e-08	-7.53927e-13	-5.27312e-12
M	3	1	2005MT	6.21511	35.56377	5.26382	0.55	0.86	0.91	88.30	3.50	1.05	3.06794e-07	7.36178e-07	8.30200e-07			

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
M	3	1	2007MT	26.06223	25.26054	5.59725	0.73	0.72	0.92	86.80	10.00	1.96	5.32459e-07	5.18159e-07	8.40806e-07	2.28797e-07	-9.82206e-09	-9.51992e-09
M	3	1	1008MT	30.21373	23.05239	1.03555	0.78	0.70	0.95	86.50	1.30	1.55	6.09292e-07	4.90481e-07	9.03251e-07	2.16936e-07	-2.78453e-09	-2.12405e-09
M	3	1	2008MT	32.81652	21.63593	5.63652	0.82	0.70	0.99	85.20	11.80	0.87	6.69829e-07	4.87677e-07	9.83844e-07	2.11635e-07	-2.13395e-08	-1.40483e-08
M	3	1	1009MT	31.68963	18.79049	1.03572	0.80	0.65	0.92	83.40	1.70	3.27	3.67625e-07	4.22217e-07	8.48918e-07	1.97011e-07	-2.28552e-09	-1.35521e-09
M	3	1	2009MT	28.53078	12.70302	5.53980	0.77	0.54	0.79	89.50	10.10	1.61	5.92625e-07	2.93435e-07	6.29978e-07	1.66148e-07	1.62738e-09	2.72815e-09
M	3	1	1010MT	25.76663	8.63576	1.23962	0.74	0.46	0.68	90.40	1.90	2.35	5.52379e-07	2.09544e-07	4.62797e-07	1.29442e-07	5.76286e-09	1.93144e-09
M	3	1	2010MT	15.69013	-0.88042	1.43596	0.66	0.24	0.40	93.30	4.50	3.33	4.29234e-07	5.67415e-08	1.57930e-07	-2.09677e-08	-2.50684e-08	-1.40606e-09
M	3	1	1011MT	19.29744	5.41591	6.69565	0.67	0.35	0.55	91.50	9.70	3.99	4.54516e-07	1.19069e-07	3.01874e-07	1.02194e-07	6.56460e-08	1.84238e-08
M	3	1	2011MT	13.45725	-4.56521	6.55776	0.59	0.28	0.45	94.30	9.90	3.85	3.47458e-07	8.01937e-08	2.01885e-07	-1.02454e-07	1.00126e-07	-3.39057e-08
M	3	1	1012MT	5.71925	-9.99498	1.61145	0.54	0.34	0.30	95.70	4.40	3.63	1.14761e-07	2.89204e-07	9.01753e-08	-1.48413e-07	2.01287e-08	-3.51769e-08
M	3	1	2012MT	3.57993	-15.03091	5.95088	0.27	0.62	0.45	93.60	9.20	4.55	7.27304e-08	3.88891e-07	2.06437e-07	-7.98288e-08	2.11085e-08	-8.86274e-08
M	3	1	1013MT	-18.63861	1.64063	0.28	0.69	0.47	0.93	91.90	4.80	3.68	7.88478e-08	4.69788e-07	2.21065e-07	-1.49336e-08	8.42304e-10	-2.20825e-08
M	3	1	2013MT	-23.52957	5.78508	0.36	0.73	0.62	0.90	90.90	16.60	3.00	1.26594e-07	5.39675e-07	3.78660e-07	2.54070e-07	-2.59642e-09	-4.23731e-08
M	3	1	1014MT	-22.67841	-2.67841	0.87702	0.37	0.72	0.58	91.00	12.20	3.42	1.37880e-07	5.18077e-07	3.36094e-07	8.25305e-08	-1.53645e-09	1.84238e-08
M	3	1	2014MT	-9.11021	-21.41321	5.53536	0.43	0.69	0.61	90.00	9.30	3.24	1.85364e-07	4.72782e-07	3.67712e-07	1.49306e-07	-1.66414e-08	-3.91150e-08
M	3	1	1015MT	-12.02839	-19.66849	0.46048	0.48	0.65	0.58	90.20	2.10	4.08	3.23211e-07	4.20974e-07	3.32420e-07	1.84310e-07	-2.09818e-09	-3.43080e-09
M	3	1	2015MT	-16.11404	-17.19546	5.36310	0.57	0.59	0.61	91.10	6.80	2.93	3.19475e-07	3.46461e-07	3.74179e-07	2.07577e-07	-2.73754e-08	-2.92126e-08
M	3	1	1016MT	-15.18552	0.39873	0.63	0.54	0.62	0.90	90.60	1.20	2.99	3.99545e-07	2.96294e-07	3.82112e-07	2.03980e-07	-2.24336e-09	-1.74632e-09
M	3	1	2016MT	-22.02128	-5.42775	0.68	0.65	0.66	0.89	20.00	4.40	3.36	4.62822e-07	2.58208e-07	4.34499e-07	1.86914e-07	-2.65670e-08	-1.57449e-08
M	3	2	1001MT	-43.14518	3.30909	0.25704	0.93	0.61	1.08	88.10	3.50	0.74	8.67366e-07	4.23927e-07	1.17032e-06	-3.42115e-08	1.77879e-09	-1.36427e-10
M	3	2	2001MT	-36.66053	4.97910	5.13265	0.87	0.56	0.93	85.50	2.80	1.96	7.56805e-07	3.16256e-07	8.69899e-07	-6.09582e-08	1.46916e-08	-1.99558e-09
M	3	2	1002MT	-31.50360	6.32993	0.26485	0.81	0.50	0.80	87.70	4.00	1.99	6.57440e-07	2.49485e-07	6.45386e-07	-8.54176e-08	-2.36105e-10	4.74399e-11
M	3	2	2002MT	-24.99303	8.01539	4.55700	0.74	0.44	0.67	90.10	10.40	2.89	5.43224e-07	1.94931e-07	4.47749e-07	-1.24505e-07	-2.30817e-08	7.40243e-09
M	3	2	1003MT	-19.93202	9.36009	-0.38192	0.67	0.43	0.35	91.10	13.40	2.58	4.44674e-07	1.83104e-07	3.03216e-07	-1.57585e-07	3.38352e-09	-1.58890e-09
M	3	2	2003MT	-13.32511	11.07711	4.77372	0.54	0.47	0.47	91.60	23.80	3.69	2.89983e-07	2.21266e-07	2.20256e-07	1.84901e-07	-5.12221e-08	-1.58890e-09
M	3	2	1004MT	-8.32776	12.38003	-0.24591	0.41	0.55	0.37	94.60	0.70	3.71	1.65768e-07	3.05736e-07	1.39250e-07	-1.71968e-07	2.59642e-09	-3.85983e-09
M	3	2	2004MT	-1.79441	14.08849	4.72262	0.23	0.62	0.41	94.50	9.90	3.98	5.09487e-08	3.88422e-07	1.68089e-07	-4.36919e-08	-1.06706e-08	8.37782e-08
M	3	2	1005MT	3.35522	15.49278	-0.24516	0.27	0.64	0.39	94.50	3.70	4.06	7.28480e-08	4.15823e-07	1.55721e-07	7.78081e-08	-9.09628e-10	-4.20632e-09
M	3	2	2005MT	6.24103	16.18549	5.18925	0.34	0.63	0.48	91.40	19.80	4.47	1.16230e-07	3.94059e-07	2.26175e-07	1.25839e-07	2.55797e-08	6.63834e-08
M	3	2	1006MT	7.54577	12.89362	-0.20962	0.38	0.57	0.37	94.50	2.90	4.79	1.44983e-07	3.26909e-07	1.39573e-07	1.61930e-07	-1.99958e-09	-3.41672e-09
M	3	2	2006MT	8.77418	8.70585	5.26543	0.44	0.44	0.40	95.10	7.50	3.94	1.97413e-07	1.94884e-07	1.57294e-07	1.61768e-07	7.41201e-08	7.35429e-08
M	3	2	1007MT	10.89797	1.69581	-0.11632	0.60	0.19	0.28	96.20	1.80	3.50	3.64571e-07	3.51241e-08	7.59837e-08	5.12380e-08	-3.09221e-09	-4.69822e-10
M	3	2	2007MT	12.90487	-5.15693	5.49793	0.58	0.30	0.42	94.00	5.60	2.92	3.36760e-07	9.02920e-08	1.77787e-07	-1.17208e-07	9.96383e-08	-3.58205e-08
M	3	2	1008MT	14.26365	-9.65170	0.93027	0.57	0.43	0.43	93.50	1.10	4.32	3.30621e-07	1.87562e-07	1.86695e-07	1.78561e-07	1.18786e-08	-8.03782e-09
M	3	2	2008MT	12.28132	-13.70161	0.92484	0.50	0.54	0.46	92.80	9.50	3.82	2.50325e-07	2.93182e-07	2.12783e-07	-1.94511e-07	8.56801e-09	-9.55887e-09
M	3	2	1009MT	15.12677	-12.53955	5.52866	0.56	0.50	0.53	92.90	3.10	3.68	3.18992e-07	3.23978e-07	2.17760e-07	-1.92427e-07	4.72499e-08	-3.91684e-08
M	3	2	2009MT	5.73434	-15.75259	5.42265	0.33	0.62	0.47	92.50	5.00	3.32	1.06416e-07	3.89117e-07	2.18952e-07	1.18663e-07	2.63656e-08	-7.24279e-08
M	3	2	1010MT	0.90190	-16.64907	1.12208	0.25	0.67	0.42	93.40	14.90	4.54	6.36666e-08	4.42703e-07	1.75759e-07	-2.05932e-08	9.80232e-10	-1.80951e-08
M	3	2	2010MT	-5.94184	-14.33405	6.57730	0.33	0.60	0.47	93.80	10.00	3.56	1.05749e-07	3.54325e-07	2.18554e-07	1.24421e-07	-3.70703e-08	-8.94280e-08
M	3	2	1011MT	-12.94882	-16.20583	1.31313	0.50	0.59	0.52	92.20	1.20	3.35	2.53974e-07	3.42976e-07	2.70938e-07	1.96886e-07	-9.09317e-09	-1.13804e-08
M	3	2	2011MT	-17.13857	-17.22270	6.43197	0.38	0.59	0.64	88.40	9.30	4.32	3.42085e-07	3.44145e-07	4.05939e-07	2.10283e-07	-2.96101e-08	-2.97555e-08
M	3	2	1012MT	-26.44401	-15.54952	1.48436	0.73	0.57	0.77	87.60	11.20	2.77	5.38374e-07	3.24679e-07	5.89693e-07	1.92065e-07	-2.57616e-09	-1.51483e-09
M	3	2	2012MT	-31.52677	-17.58354	5.82225	0.80	0.63	0.91	88.10	4.30	1.64	6.42795e-07	4.01948e-07	8.33448e-07	1.94980e-07	1.18454e-08	6.60659e-09
M	3	2	1013MT	-36.10910	-18.08140	1.50887	0.85	0.68	1.01	86.50	2.50	1.10	7.27336e-07	4.57300e-07	1.02039e-06	1.80470e-07	6.78110e-09	3.39559e-09
M	3	2	2013MT	-41.09574	-20.00203	5.65003	0.92	0.75	1.15	81.00	21.10	2.03	8.40834e-07	5.57857e-07	1.31948e-06	1.80486e-07	4.41122e-08	2.14702e-08
M	3	2	1014MT	-42.79401	-17.07421	0.74584	0.93	0.73	1.15	84.90	4.60	0.82	8.62057e-07	5.88388e-07	1.32703e-06	1.53376e-07	6.07245e-09	2.42282e-09
M	3	2	2014MT	-44.99561	-13.06862	5.40975	0.96	0.73	1.18	84.50	3.90	1.23	9.14523e-07	5.29441e-07	1.38454e-06	1.22148e-07	4.88309e-08	1.41825e-08
M	3	2	1015MT	-45.81364	-9.76098	0.34049	0.96	0.72	1.17	84.80	4.10	1.38	9.18595e-07	5.12975e-07	1.37140e-06	9.05300e-08	3.08223e-09	6.56694e-10
M	3	2	2015MT	-46.93363	-5.12439	5.24905	0.98	0.71	1.19	80.90	13.70	2.03	9.50947e-07	5.06888e-07	1.40475e-06	4.90690e-08	5.01833e-08	5.47021e-09
M	3	2	1016MT	-47.89367	-1.29450	0.29056	0.98	0.72	1.20	84.40	2.60	1.00	9.58458e-07	5.16900e-07	1.43497e-06	1.19423e-08	2.88670e-09	7.80163e-11
M	3	2	2016MT	-48.15669	1.98380	5.32281	0.99	0.72	1.21	85.90	1.20	0.54	9.75290e-07	5.23444e-07	1.46356e-06	-1.86453e-08	5.44575e-08	-2.24336e-09
M	3	2	1MT	-23.37916	-4.44613	-0.17081	0.73	0.38	0.59	90.70	2.30	2.52	5.30055e-07	1.41991e-07	3.53974e-07	7.65693e-08	4.43183e-10	8.42822e-11
M	3	2	1017MT	-19.26476	5.50865	-1.64149	0.68	0.35	0.50	90.90	7.90	3.95	4.59666e-07	1.20531e-07	2.54199e-07	-1.05609e-07	1.86881e-08	-5.34375e-09
M	3	2	102MT	-5.30886	1.33840	-1.48148	0.52	0.15	0.20	96.90	18.00	3.28	2.73225e-07	2.36813e-08	3.98799e-08	-6.71815e-07	7.08580e-08	-1.78637e-08

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
M	4	1	103MT	-18.75883	-7.19699	-1.39162	0.66	0.38	0.50	92.30	8.00	3.31	4.39503e-07	1.42153e-07	2.54655e-07	1.33772e-07	1.53459e-08	5.88761e-09
M	4	1	103MT	5.19174	1.38298	-1.28072	0.52	0.16	0.19	96.70	6.40	2.98	2.73769e-07	2.54605e-08	3.46169e-08	7.11967e-08	-6.30361e-08	-1.67917e-08
M	4	1	102MT	8.47601	16.97063	-1.38648	0.40	0.63	0.48	92.80	5.50	2.48	1.59644e-07	3.96370e-07	2.27435e-07	1.57529e-07	-8.12999e-09	-1.62778e-08
M	4	1	2MT	13.14389	19.83825	0.03349	0.50	0.65	0.59	90.80	2.20	3.05	2.54688e-07	4.17339e-07	3.53970e-07	1.92086e-07	6.54805e-10	9.88307e-10
M	4	1	101MT	-4.25225	8.99149	-1.54590	0.28	0.56	0.28	95.50	9.70	1.44	7.88862e-08	3.11807e-07	2.81929e-08	-1.22830e-07	1.64825e-08	-3.83413e-08
M	4	1	100MT	-19.35285	-8.73579	0.36492	0.66	0.41	0.53	90.30	5.20	3.63	4.38679e-07	1.70156e-07	2.81929e-08	1.52228e-07	-3.53279e-09	-1.59469e-08
M	4	1	102MT	-13.38692	1.70704	0.36422	0.63	0.22	0.34	95.10	6.50	3.11	3.97225e-07	4.67704e-08	1.14121e-07	-4.54269e-08	-7.73988e-09	9.86965e-10
M	4	1	200MT	-16.02542	-2.92039	5.23488	0.64	0.27	0.46	94.00	3.40	3.21	4.13589e-07	7.14545e-08	2.07999e-07	6.44904e-08	-7.66294e-08	-1.39645e-08
M	4	1	200MT	-10.04638	7.55060	4.65108	0.50	0.39	0.38	94.60	5.40	3.03	2.47391e-07	1.55206e-07	1.47136e-07	-1.59224e-07	-7.53897e-08	5.66610e-08
M	4	1	200MT	-7.47440	12.10645	-0.29011	0.38	0.66	0.36	94.30	3.50	3.05	1.46802e-07	3.11187e-07	2.26929e-07	1.64003e-07	3.06212e-09	-4.95979e-09
M	4	1	100MT	-4.09663	18.04093	4.86164	0.31	0.67	0.49	92.90	9.10	3.00	9.58748e-08	4.42909e-07	2.44780e-07	-8.30866e-08	-1.35639e-08	5.97333e-08
M	4	1	100MT	-1.53776	22.59574	-0.16202	0.34	0.72	0.56	90.90	5.30	2.80	1.16611e-07	5.24845e-07	3.18636e-07	2.79994e-08	1.01724e-10	-1.49010e-08
M	4	1	200MT	1.80154	28.39969	4.80271	0.43	0.79	0.72	88.60	5.40	2.12	1.83953e-07	6.17320e-07	5.23340e-07	2.76018e-08	1.05283e-08	1.65969e-08
M	4	1	100MT	4.43225	32.99785	-0.17191	0.51	0.83	0.83	85.40	3.70	2.69	2.57294e-07	6.85923e-07	6.92838e-07	5.86447e-08	-6.62393e-13	-4.93036e-12
M	4	1	200MT	9.91402	35.61668	5.26308	0.56	0.86	0.91	88.00	14.30	1.92	3.05540e-07	7.37483e-07	8.30266e-07	7.37562e-08	-1.96481e-09	-1.18329e-08
M	4	1	106MT	5.18571	34.24655	-0.13387	0.55	0.84	0.89	88.80	6.00	1.08	3.12900e-07	7.00267e-07	8.07636e-07	1.11955e-07	5.42549e-11	2.02275e-10
M	4	1	206MT	13.03681	32.20596	5.34798	0.58	0.81	0.88	85.80	8.50	1.72	3.35618e-07	6.62207e-07	7.71271e-07	1.58110e-07	-2.66573e-09	-6.58537e-09
M	4	1	100MT	19.57941	28.79488	-0.02715	0.64	0.76	0.87	84.90	6.00	2.12	4.13914e-07	5.78247e-07	7.57665e-07	2.07656e-07	1.67703e-11	2.46712e-11
M	4	1	200MT	25.84763	25.48012	5.59461	0.73	0.72	0.92	87.50	11.90	0.58	5.28582e-07	5.22027e-07	8.40790e-07	2.28881e-07	-9.73561e-09	-9.59719e-09
M	4	1	100MT	30.01783	23.30701	1.03225	0.78	0.70	0.95	87.40	9.00	0.40	6.05615e-07	4.94157e-07	9.03251e-07	2.17908e-07	-2.75765e-09	-2.14115e-09
M	4	1	200MT	32.68192	21.91502	5.63338	0.82	0.70	0.99	84.90	13.90	1.00	6.66248e-07	4.91310e-07	9.89313e-07	2.13145e-07	-1.21222e-08	-1.44239e-08
M	4	1	100MT	31.52987	19.05787	1.03366	0.80	0.65	0.92	83.10	11.40	2.30	6.34313e-07	4.25676e-07	8.48928e-07	1.98808e-07	-2.26959e-09	-1.37183e-09
M	4	1	200MT	28.42923	12.94409	5.53778	0.77	0.54	0.79	89.00	5.10	1.42	5.89086e-07	2.96277e-07	6.29999e-07	1.68652e-07	6.09985e-09	2.77916e-09
M	4	1	101MT	25.69199	8.85343	1.23926	0.74	0.46	0.68	89.70	6.00	2.31	5.50152e-07	2.11753e-07	4.62775e-07	1.32235e-07	5.74529e-09	1.97982e-09
M	4	1	101MT	15.69639	-0.74855	1.43604	0.66	0.24	0.40	93.80	1.00	2.94	4.29952e-07	5.64114e-08	1.57919e-07	-1.78353e-08	2.50820e-08	-1.19614e-09
M	4	1	201MT	19.25076	5.58066	6.69515	0.67	0.35	0.55	91.00	6.00	3.15	4.52750e-07	2.08433e-07	3.01874e-07	1.05046e-07	6.54810e-08	1.89825e-08
M	4	1	201MT	13.44586	-4.45128	6.55760	0.59	0.28	0.45	93.90	6.80	2.76	3.49176e-07	7.84812e-08	2.01884e-07	-1.00180e-07	1.00407e-07	-3.31167e-08
M	4	1	101MT	8.94048	-9.94601	1.61223	0.34	0.54	0.30	95.70	4.00	2.50	1.17297e-07	2.86664e-07	9.01829e-08	1.49873e-07	2.04366e-08	-3.50206e-08
M	4	1	201MT	3.70715	-14.99984	5.95241	0.27	0.62	0.45	93.60	3.60	3.28	7.41043e-08	3.87505e-07	2.06461e-07	-8.24945e-08	2.18631e-08	-8.84621e-08
M	4	1	101MT	0.86818	-18.63178	1.64193	0.28	0.89	0.47	91.40	17.60	3.50	7.91263e-08	4.69504e-07	2.21067e-07	-1.82299e-08	1.02941e-09	-2.20920e-08
M	4	1	201MT	-1.24135	-23.54032	5.78837	0.36	0.73	0.62	90.10	12.80	2.03	1.26184e-07	5.40069e-07	3.78675e-07	2.18862e-08	-2.23671e-09	-4.20415e-08
M	4	1	101MT	-4.52080	-22.71712	0.87990	0.37	0.72	0.58	90.90	7.60	2.53	1.36504e-07	5.19442e-07	3.66879e-07	7.93487e-08	-1.47867e-09	-7.43034e-09
M	4	1	201MT	-8.92890	-19.77029	5.53997	0.43	0.69	0.61	89.80	8.20	2.96	1.82859e-07	4.75278e-07	3.67749e-07	1.46857e-07	-1.63219e-08	-3.92816e-08
M	4	1	101MT	-11.86191	-19.77029	0.46366	0.48	0.65	0.58	89.30	3.50	3.49	2.29214e-07	4.24091e-07	3.32447e-07	1.82868e-07	-2.08311e-09	-3.47193e-09
M	4	1	201MT	-15.96744	-17.33104	5.36637	0.56	0.59	0.61	92.00	2.40	2.24	3.15954e-07	3.49971e-07	3.74198e-07	2.07318e-07	-2.71416e-08	-2.94595e-08
M	4	1	101MT	-19.37897	-15.35085	0.40298	0.63	0.55	0.62	90.70	6.40	1.69	3.96093e-07	2.99770e-07	3.82144e-07	2.04827e-07	-2.25192e-09	-1.78384e-09
M	4	1	201MT	-21.91029	-13.23734	5.43083	0.68	0.51	0.66	89.50	3.90	2.41	4.59648e-07	2.61399e-07	4.34543e-07	1.88624e-07	-2.64423e-08	-1.59754e-08
M	4	2	200MT	-36.66738	4.93616	5.13330	0.87	0.56	0.93	83.30	8.40	2.93	7.56968e-07	3.16131e-07	8.69950e-07	-6.04409e-08	1.46697e-08	-1.97887e-09
M	4	2	100MT	-43.15019	3.25694	0.25773	0.93	0.65	1.08	86.10	5.80	1.16	8.67467e-07	4.23865e-07	1.17037e-06	-3.36746e-08	1.78395e-09	-1.34651e-10
M	4	2	100MT	-31.51199	6.29403	0.26564	0.81	0.50	0.80	87.80	9.00	2.54	6.57655e-07	2.49307e-07	6.45434e-07	-8.49501e-08	-2.36628e-10	4.72628e-11
M	4	2	200MT	-25.00124	7.98652	4.55783	0.74	0.44	0.67	90.40	11.70	2.13	5.43494e-07	1.94635e-07	4.47723e-07	-1.24105e-07	-2.30974e-08	7.37834e-09
M	4	2	100MT	-19.94283	9.33828	-0.38178	0.67	0.43	0.55	91.70	8.00	2.96	4.45029e-07	1.82761e-07	3.05231e-07	-1.57297e-07	3.38391e-09	-1.58452e-09
M	4	2	200MT	-13.33909	11.06402	4.77474	0.54	0.47	0.47	92.00	7.40	3.57	2.90416e-07	2.20885e-07	2.20315e-07	-1.84832e-07	-5.12676e-08	4.25236e-08
M	4	2	100MT	-8.34258	12.37296	-0.24732	0.41	0.55	0.37	94.90	2.00	3.47	1.66163e-07	3.05388e-07	1.39296e-07	-1.72127e-07	2.61489e-09	-3.87817e-09
M	4	2	200MT	-1.81089	14.08750	4.72321	0.23	0.62	0.41	94.70	15.20	3.86	5.10576e-08	3.88334e-07	1.68114e-07	-4.40840e-08	-1.07679e-08	8.37669e-09
M	4	2	100MT	3.31800	15.42685	-0.24572	0.34	0.64	0.39	94.00	4.20	3.62	7.26766e-08	4.16002e-07	1.55728e-07	7.74238e-08	-9.06974e-10	-4.21692e-09
M	4	2	200MT	6.22335	16.19293	5.18975	0.37	0.63	0.48	91.50	18.10	4.09	1.15957e-07	3.94344e-07	2.26192e-07	1.25538e-07	5.50711e-08	6.63684e-08
M	4	2	100MT	7.53155	12.90289	-0.20992	0.38	0.57	0.37	94.50	1.70	3.40	1.44622e-07	3.27286e-07	1.99589e-07	1.61725e-07	-1.99859e-09	-3.42386e-09
M	4	2	200MT	8.76448	8.71592	5.26567	0.44	0.44	0.40	95.30	9.10	3.09	1.97049e-07	1.95251e-07	1.57301e-07	1.61771e-07	7.40380e-08	7.36277e-08
M	4	2	100MT	10.89761	1.66632	-0.11631	0.60	0.19	0.28	95.70	5.00	2.88	3.64488e-07	3.52278e-08	7.60005e-08	5.15514e-08	-3.09117e-09	-4.72661e-10
M	4	2	100MT	14.27595	-9.63596	0.93202	0.58	0.43	0.43	93.60	1.60	3.69	3.31049e-07	1.87162e-07	1.86729e-07	-1.78398e-07	1.19086e-08	-8.03805e-09
M	4	2	200MT	12.91199	-5.14243	5.49825	0.58	0.30	0.42	93.70	7.30	2.97	3.37046e-07	9.00293e-07	1.77819e-07	-1.16925e-07	9.86822e-08	-3.57175e-08
M	4	2	200MT	15.14170	-12.52243	5.52989	0.57	0.50	0.53	92.00	6.00	2.88	3.19444e-07	2.45940e-07	2.77682e-07	-1.92344e-07	4.72974e-08	-3.91157e-08
M	4	2	100MT	12.29837	-13.68837	0.92556	0.50	0.54	0.46	93.30	11.90	3.42	2.50997e-07	2.92744e-07	2.12820e-07	-1.94564e-07	8.58464e-09	-9.55490e-09

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{yz}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$	
M	4	2	2009MT	5.75205	-15.74662	5.42563	0.33	0.62	0.47	92.70	5.10	3.44	3.88849e-07	2.19005e-07	2.19005e-07	-1.18943e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2010MT	0.92069	-16.64944	1.12344	0.25	0.67	0.42	93.60	5.40	3.46	3.88849e-07	2.19005e-07	2.19005e-07	-1.18943e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2010MT	-5.92512	-14.34137	6.57918	0.32	0.60	0.47	94.20	20.40	3.45	3.54615e-07	1.75793e-07	1.75793e-07	2.19005e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2011MT	-12.93143	-16.22231	1.31502	0.50	0.59	0.52	92.00	9.00	3.16	3.43453e-07	2.70996e-07	2.70996e-07	1.96588e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2011MT	-17.11846	-17.24222	6.43513	0.58	0.59	0.64	88.00	9.00	3.20	3.44627e-07	4.05964e-07	4.05964e-07	2.10281e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2012MT	-26.42640	-15.58081	1.48549	0.73	0.57	0.77	87.40	3.00	2.40	3.25139e-07	5.89722e-07	5.89722e-07	1.92316e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2012MT	-31.50715	-17.61906	5.82378	0.80	0.63	0.91	88.20	10.80	1.09	4.42391e-07	8.33466e-07	8.33466e-07	1.95253e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2013MT	-36.08875	-18.12334	1.51240	0.85	0.68	1.01	85.90	4.40	0.81	7.26933e-07	4.57729e-07	4.57729e-07	1.80783e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2013MT	-41.07154	-20.04835	5.65248	0.92	0.75	1.15	82.50	8.30	1.32	8.40401e-07	1.31940e-06	1.31940e-06	1.80814e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2014MT	-42.77591	-17.12226	7.74925	0.93	0.73	1.15	82.80	7.70	0.86	8.61737e-07	5.32011e-07	5.32011e-07	1.53739e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2014MT	-44.98173	-13.11899	5.41164	0.96	0.73	1.18	86.70	18.70	0.35	9.14927e-07	1.38459e-06	1.38459e-06	1.22579e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2015MT	-45.80297	-9.81192	0.34202	0.96	0.72	1.17	85.80	0.78	0.78	5.13182e-07	1.37142e-06	1.37142e-06	9.09805e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2015MT	-46.92800	-5.17721	5.25100	0.98	0.71	1.19	80.60	7.30	1.29	5.07003e-07	1.40477e-06	1.40477e-06	4.95693e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2016MT	-47.89702	-1.34949	0.29702	0.99	0.72	1.20	82.90	8.30	0.89	5.84339e-07	1.43500e-06	1.43500e-06	2.89611e-09	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2016MT	-48.15892	1.93091	5.32279	0.98	0.72	1.21	83.50	5.30	0.97	9.75332e-07	1.46337e-06	1.46337e-06	1.81490e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	2017MT	-19.27168	5.48780	-1.64158	0.68	0.35	0.50	90.90	1.20	3.46	5.23405e-07	2.54232e-07	2.54232e-07	1.05931e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	10MT	-23.37359	-4.47188	-0.16902	0.73	0.38	0.59	90.00	0.80	3.41	1.20308e-07	3.53954e-07	3.53954e-07	1.69981e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	103MT	-18.74965	-7.21761	-1.39100	0.66	0.38	0.50	92.50	8.30	2.49	4.39187e-07	1.42442e-07	1.42442e-07	1.34103e-07	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	4	2	102MT	-5.390878	-1.38206	1.38206	0.52	0.15	0.20	96.90	1.80	2.02	2.35265e-07	2.35265e-07	2.35265e-07	-6.68993e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	2.64563e-08	-7.24260e-08
M	5	1	1003MT	-7.62618	12.01181	-0.29082	0.39	0.55	0.36	94.20	5.70	2.21	3.07042e-07	1.26699e-07	1.26699e-07	-1.66019e-07	3.13181e-09	3.13181e-09	3.13181e-09	-4.93284e-09
M	5	1	1004MT	-1.81925	-22.50099	-0.16765	0.34	0.72	0.56	91.90	3.40	1.62	5.24026e-07	3.18532e-07	3.18532e-07	-3.30979e-08	1.24595e-10	1.24595e-10	1.24595e-10	-5.94103e-09
M	5	1	2003MT	-4.32341	17.98826	4.86023	0.31	0.66	0.49	92.50	4.60	1.38	4.40771e-07	2.44770e-07	2.44770e-07	-8.74286e-08	-1.43108e-08	-1.43108e-08	-1.43108e-08	5.54222e-09
M	5	1	2004MT	1.44373	28.42225	4.79985	0.43	0.79	0.72	88.90	8.60	1.66	1.83354e-07	6.17977e-07	6.17977e-07	2.21341e-08	8.42853e-10	8.42853e-10	8.42853e-10	1.65930e-08
M	5	1	1005MT	4.01747	33.05080	-0.17386	0.51	0.83	0.83	84.70	1.30	1.61	6.87327e-07	6.92829e-07	6.92829e-07	6.82976e-08	-6.10746e-13	-6.10746e-13	-6.10746e-13	-5.02446e-12
M	5	1	2005MT	5.46576	35.69006	5.25884	0.55	0.86	0.91	88.20	7.20	0.56	7.39289e-07	8.30323e-07	8.30323e-07	5.32307e-08	-1.81504e-09	-1.81504e-09	-1.81504e-09	-1.18518e-08
M	5	1	1006MT	8.75473	34.36158	-0.13711	0.56	0.84	0.89	87.70	3.90	1.12	7.03061e-07	7.85863e-07	7.85863e-07	1.07048e-07	5.30112e-11	5.30112e-11	5.30112e-11	2.08065e-10
M	5	1	2006MT	12.63142	32.36984	5.34489	0.58	0.82	0.88	86.90	24.60	1.23	3.10181e-07	7.03061e-07	7.03061e-07	1.53948e-07	-2.58402e-09	-2.58402e-09	-2.58402e-09	-6.62194e-09
M	5	1	1007MT	19.20996	29.04117	-0.02984	0.64	0.76	0.87	83.40	4.50	1.67	4.08739e-07	7.5758e-07	7.5758e-07	2.05520e-07	1.81171e-11	1.81171e-11	1.81171e-11	7.73900e-11
M	5	1	2007MT	25.52552	25.80530	5.59404	0.72	0.73	0.92	87.80	22.00	0.69	5.27829e-07	8.40867e-07	8.40867e-07	2.28891e-07	-9.61750e-09	-9.61750e-09	-9.61750e-09	9.77291e-09
M	5	1	1008MT	29.72323	23.68453	1.03136	0.77	0.71	0.95	87.70	0.70	0.57	4.99697e-07	9.03337e-07	9.03337e-07	2.19243e-07	-2.17467e-09	-2.17467e-09	-2.17467e-09	2.17467e-09
M	5	1	2008MT	32.40617	22.32509	5.63237	0.81	0.70	0.99	84.40	5.10	0.24	4.96733e-07	9.84027e-07	9.84027e-07	1.15273e-07	-2.10354e-08	-2.10354e-08	-2.10354e-08	-1.44916e-08
M	5	1	2009MT	28.25749	13.30297	5.53849	0.77	0.55	0.79	88.50	6.80	0.86	3.00599e-07	6.30020e-07	6.30020e-07	1.72314e-07	6.06293e-09	6.06293e-09	6.06293e-09	2.85429e-09
M	5	1	1009MT	31.28886	19.45487	1.03306	0.79	0.66	0.92	84.10	4.40	1.39	4.30646e-07	8.49020e-07	8.49020e-07	2.01376e-07	-2.25206e-09	-2.25206e-09	-2.25206e-09	-1.40029e-09
M	5	1	1010MT	25.58094	9.17728	1.23912	0.74	0.46	0.68	91.10	3.10	1.50	2.15174e-07	4.62866e-07	4.62866e-07	1.36549e-07	5.71653e-09	5.71653e-09	5.71653e-09	2.05083e-09
M	5	1	2010MT	19.18067	5.82239	6.69494	0.67	0.35	0.55	92.10	31.90	1.95	1.23548e-07	3.01905e-07	3.01905e-07	1.09183e-07	6.52269e-08	6.52269e-08	6.52269e-08	1.97999e-08
M	5	1	1011MT	15.70614	-0.55028	1.43655	0.66	0.24	0.40	92.40	18.40	2.06	4.29962e-07	5.60313e-08	5.60313e-08	-1.31171e-08	2.51005e-08	2.51005e-08	2.51005e-08	-8.79422e-10
M	5	1	1012MT	5.92994	-9.87238	1.61311	0.35	0.53	0.30	95.70	6.30	1.50	1.21124e-07	2.82847e-07	2.82847e-07	1.51970e-08	2.08878e-08	2.08878e-08	2.08878e-08	-3.47747e-08
M	5	1	2011MT	13.55170	-4.28033	6.55901	0.59	0.28	0.45	94.10	14.80	2.46	3.51671e-07	7.59932e-08	7.59932e-08	-9.67225e-08	1.00826e-07	1.00826e-07	1.00826e-07	-3.18462e-08
M	5	1	2012MT	3.89677	-14.95017	5.95507	0.28	0.62	0.45	93.30	11.10	2.50	7.62354e-08	3.85324e-07	3.85324e-07	-8.64364e-08	2.29930e-08	2.29930e-08	2.29930e-08	-8.82140e-08
M	5	1	1013MT	1.10393	-18.61939	1.64503	0.28	0.68	0.47	92.10	2.70	3.01	7.96510e-08	4.68978e-07	4.68978e-07	-2.31643e-08	1.31135e-09	1.31135e-09	1.31135e-09	-2.21178e-08
M	5	1	2013MT	-0.94631	-23.55355	5.79131	0.35	0.74	0.62	90.70	17.80	1.68	1.25695e-07	5.40545e-07	5.40545e-07	1.66944e-08	-1.70589e-09	-1.70589e-09	-1.70589e-09	-4.24594e-08
M	5	1	1014MT	-4.23564	-22.77239	0.88327	0.37	0.72	0.58	91.20	8.50	1.80	1.34579e-07	3.36104e-07	3.36104e-07	7.45222e-08	-1.39059e-09	-1.39059e-09	-1.39059e-09	-7.47636e-09
M	5	1	2014MT	-8.65884	-21.59921	5.54265	0.42	0.69	0.61	90.00	12.50	2.52	1.79223e-07	4.78917e-07	4.78917e-07	1.43147e-07	-1.58344e-08	-1.58344e-08	-1.58344e-08	-3.94985e-08
M	5	1	1015MT	-11.61405	-19.91748	0.46724	0.47	0.65	0.58	89.40	2.60	3.97	2.24682e-07							



TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
M	5	2	2001MT	-36.67184	4.91175	5.13790	0.87	0.56	0.93	83.20	5.60	1.84	7.57084e-07	3.16069e-07	8.70029e-07	-6.01476e-08	1.47203e-08	-1.97161e-09
M	5	2	1001MT	-43.15193	3.22628	0.26436	0.93	0.65	1.08	87.10	5.70	0.88	8.67506e-07	4.23806e-07	1.17034e-06	-3.33599e-08	1.82984e-09	-1.36809e-10
M	5	2	2002MT	-31.51763	6.27042	0.26744	0.81	0.44	0.80	86.40	2.90	1.47	5.43798e-07	2.49192e-07	4.45471e-07	-8.46422e-08	-2.38083e-10	4.73665e-11
M	5	2	2002MT	-25.00759	7.96904	4.55888	0.74	0.50	0.67	89.60	8.30	1.19	5.43681e-07	1.94469e-07	6.47755e-07	-1.23859e-07	-2.31043e-08	7.36254e-09
M	5	2	2003MT	-13.34746	11.05674	-0.38137	0.67	0.47	0.47	91.40	9.20	2.09	2.90273e-07	2.20673e-07	2.20341e-07	-1.84796e-07	-5.12811e-08	4.24801e-08
M	5	2	1003MT	-19.95078	9.32436	0.78137	0.64	0.43	0.55	91.70	7.70	3.28	4.45675e-07	1.82547e-07	3.03266e-07	-1.57108e-07	3.38089e-09	-1.58012e-09
M	5	2	1004MT	-8.35203	12.36820	-0.24879	0.41	0.55	0.37	94.00	8.90	2.87	1.66417e-07	3.05160e-07	1.39323e-07	-1.72228e-07	2.63289e-09	-3.89895e-09
M	5	2	2004MT	-1.82020	14.08875	4.10873	0.23	0.62	0.41	95.00	1.10	1.72	5.11302e-08	3.88329e-07	1.68115e-07	-4.43040e-08	-1.08160e-08	8.37185e-08
M	5	2	1005MT	3.06664	15.43097	-0.25044	0.27	0.65	0.39	94.60	1.80	1.91	7.25713e-08	4.16139e-07	1.55765e-07	7.71649e-08	-9.20973e-10	-4.29787e-09
M	5	2	2005MT	6.21255	16.20118	1.18545	0.34	0.63	0.48	91.80	5.60	3.12	1.15805e-07	3.94603e-07	2.26205e-07	2.54327e-08	6.36370e-08	6.32496e-08
M	5	2	2006MT	8.75923	8.75218	5.26294	0.44	0.44	0.44	94.80	22.50	1.82	1.96826e-07	1.95566e-07	1.57269e-07	1.61803e-07	7.39370e-08	7.36349e-08
M	5	2	1006MT	7.52352	12.90937	-0.21340	0.38	0.57	0.37	94.10	7.50	2.71	1.44414e-07	3.27523e-07	1.39620e-07	1.61604e-07	-2.02904e-09	-3.48157e-09
M	5	2	2007MT	-5.13173	5.50029	5.30029	0.58	0.30	0.42	93.30	11.40	1.76	3.37246e-07	8.98331e-08	1.77854e-07	-1.16715e-08	8.97234e-08	-3.56462e-08
M	5	2	1007MT	10.89743	1.67514	-0.11742	0.60	0.19	0.28	96.40	2.50	1.09	3.64420e-07	3.53158e-08	7.60173e-08	5.18139e-08	-4.79615e-08	-4.79615e-08
M	5	2	2008MT	14.28486	-9.62601	0.93296	0.58	0.43	0.43	93.40	3.20	2.38	3.31343e-07	1.86905e-07	1.86771e-07	-1.78292e-07	-3.12007e-09	-8.03706e-09
M	5	2	2008MT	15.15462	-12.51129	5.53249	0.52	0.50	0.53	92.30	8.50	1.92	2.53215e-07	3.43749e-07	2.70995e-07	1.93292e-07	4.73390e-08	-8.30819e-08
M	5	2	1009MT	12.30957	-13.67969	0.92808	0.50	0.54	0.46	92.90	4.80	1.85	3.41293e-07	3.44932e-07	4.06045e-07	-1.92288e-07	2.95922e-08	-2.98494e-08
M	5	2	2009MT	5.64664	-15.74000	5.43000	0.33	0.62	0.47	92.30	6.40	2.82	2.51306e-07	2.92456e-07	2.12850e-07	-1.91598e-07	6.61438e-09	-9.57230e-09
M	5	2	1010MT	0.93374	-16.64948	1.12915	0.25	0.67	0.42	93.20	15.30	1.87	3.76268e-08	3.88602e-07	1.90490e-07	-1.19168e-07	2.65404e-08	-7.24688e-08
M	5	2	2010MT	-26.41348	-15.60156	1.49542	0.73	0.57	0.77	87.00	1.60	0.98	6.42076e-07	4.02669e-07	8.33475e-07	1.95453e-07	1.18655e-08	6.64704e-09
M	5	2	1011MT	-46.92366	-5.21246	5.26343	0.98	0.71	1.19	81.70	2.70	1.16	5.37624e-07	3.25439e-07	5.89720e-07	1.92487e-07	-2.59164e-09	-1.53079e-09
M	5	2	2011MT	-12.91775	-13.15107	1.32153	0.50	0.59	0.52	92.10	12.80	1.69	2.53215e-07	3.43749e-07	2.70995e-07	1.93292e-07	4.73390e-08	-8.30819e-08
M	5	2	2011MT	-17.10580	-17.25448	6.44300	0.58	0.59	0.64	87.10	10.20	2.65	3.41293e-07	3.44932e-07	4.06045e-07	2.10281e-07	-2.95922e-08	-2.98494e-08
M	5	2	2013MT	-41.05610	-20.07909	5.66832	0.92	0.75	1.15	80.70	10.40	0.95	8.40180e-07	5.58521e-07	1.31946e-06	1.81055e-07	4.42133e-08	2.16232e-08
M	5	2	2012MT	-31.49234	-17.64197	5.83713	0.80	0.63	0.91	87.00	1.60	0.98	6.42076e-07	4.02669e-07	8.33475e-07	1.95453e-07	1.18655e-08	6.64704e-09
M	5	2	1012MT	-48.15929	-18.74556	1.49542	0.73	0.57	0.77	87.00	2.70	1.16	5.37624e-07	3.25439e-07	5.89720e-07	1.92487e-07	-2.59164e-09	-1.53079e-09
M	5	2	2015MT	-46.92366	-5.21246	5.26343	0.98	0.71	1.19	81.70	2.70	1.16	5.37624e-07	3.25439e-07	5.89720e-07	1.92487e-07	-2.59164e-09	-1.53079e-09
M	5	2	2014MT	-44.97075	-13.15107	1.32153	0.50	0.59	0.52	92.10	12.80	1.69	2.53215e-07	3.43749e-07	2.70995e-07	1.93292e-07	4.73390e-08	-8.30819e-08
M	5	2	1013MT	-36.07492	-18.15020	1.52431	0.86	0.68	1.01	86.50	7.30	0.89	9.14128e-07	5.29880e-07	1.38458e-06	1.22876e-07	4.89645e-08	1.43190e-08
M	5	2	1014MT	-42.76308	-17.15551	0.76208	0.93	0.73	1.15	83.00	13.80	0.14	7.26667e-07	4.57997e-07	1.02043e-06	1.80988e-07	6.84464e-09	3.44371e-09
M	5	2	1015MT	-45.79556	-9.84652	0.35323	0.96	0.72	1.17	85.40	2.00	0.58	8.61514e-07	5.39449e-07	1.32712e-06	1.53988e-07	6.20069e-09	2.48756e-09
M	5	2	2016MT	-48.15929	-18.74556	1.49542	0.73	0.57	0.77	87.00	2.70	1.16	5.37624e-07	3.25439e-07	5.89720e-07	1.92487e-07	-2.59164e-09	-1.53079e-09
M	5	2	1016MT	-5.31025	1.32732	-1.48123	0.52	0.15	0.20	96.70	5.40	0.87	2.73480e-07	2.34063e-08	3.98724e-08	-6.66727e-08	7.08970e-08	-2.14493e-09
M	5	2	1017MT	-19.27624	5.47267	-1.63856	0.68	0.35	0.50	90.10	11.30	3.36	4.60082e-07	1.20145e-07	2.54217e-07	-1.04972e-07	1.86632e-08	-5.29863e-09
M	5	2	103MT	-18.74556	-7.28311	-1.38695	0.66	0.38	0.50	91.80	9.00	1.22	4.39001e-07	1.42672e-07	2.54654e-07	1.34342e-07	1.52830e-08	5.89704e-09
M	6	1	2001MT	-15.15605	5.98745	5.24789	0.61	0.33	0.46	93.50	10.80	2.21	3.76466e-07	1.08243e-07	2.07995e-07	-1.24127e-07	-7.27296e-08	2.84921e-08
M	6	1	1001MT	-21.04774	2.74728	0.38451	0.71	0.33	0.53	94.20	0.70	1.82	5.00494e-07	1.08175e-07	2.81763e-07	-5.20955e-08	-4.05240e-09	5.28944e-10
M	6	1	2002MT	-4.56618	11.69588	4.65090	0.28	0.57	0.38	95.10	6.30	8.75	7.92992e-08	3.23028e-07	1.47010e-07	-1.12265e-07	-3.43267e-08	8.79249e-08
M	6	1	1002MT	-10.48151	8.48734	0.37177	0.51	0.43	0.34	95.10	3.80	1.82	2.59554e-07	1.84277e-07	1.13992e-07	-1.77032e-07	-6.19395e-09	5.01526e-09
M	6	1	2003MT	6.00710	17.48934	4.84905	0.34	0.65	0.49	93.00	8.30	1.46	1.17541e-07	4.211083e-07	2.44461e-07	1.18203e-07	1.98694e-08	5.78486e-08
M	6	1	1003MT	0.00762	14.22093	-0.29314	0.21	0.64	0.36	95.00	12.10	1.42	4.55029e-08	4.12350e-07	1.26572e-07	1.96529e-10	-3.15721e-12	-5.89335e-09
M	6	1	2004MT	16.47190	23.20154	4.77609	0.57	0.69	0.72	91.90	5.20	1.57	3.28553e-07	4.72600e-07	5.23060e-07	2.06192e-07	9.59116e-09	1.35097e-08
M	6	1	1004MT	10.53399	19.96312	-0.18029	0.45	0.66	0.56	92.80	2.50	1.14	2.04374e-07	4.36927e-07	3.18466e-07	1.70064e-07	-7.76129e-10	-1.47085e-09
M	6	1	2005MT	23.76650	27.18157	5.22521	0.70	0.74	0.91	87.10	10.80	0.55	4.91038e-07	5.51939e-07	8.30145e-07	2.26118e-07	-7.83194e-09	-8.95734e-09
M	6	1	1005MT	28.03116	5.29947	5.29947	0.75	0.66	0.88	91.00	11.60	1.47	5.67410e-07	4.30348e-07	7.71078e-07	2.16643e-07	-5.66543e-09	-4.14998e-09
M	6	1	1006MT	21.12235	25.73471	-0.20425	0.65	0.72	0.83	92.00	6.30	1.08	4.28267e-07	5.14914e-07	6.92794e-07	2.17929e-07	-3.85308e-12	-4.69445e-12
M	6	1	1006MT	25.82254	24.29861	-0.17439	0.72	0.70	0.89	89.50	8.20	1.28	5.20182e-07	4.92999e-07	7.85784e-07	2.2301e-07	1.98719e-10	1.86992e-10
M	6	1	1007MT	31.79143	14.19997	-0.08353	0.80	0.59	0.87	92.00	3.50	0.31	6.45134e-07	3.47063e-07	7.57713e-07	1.66318e-07	3.38801e-11	3.74659e-11
M	6	1	2007MT	35.39195	8.07885	5.52918	0.86	0.56	0.92	87.70	7.80	0.88	7.31447e-07	3.19180e-07	8.40712e-07	9.92803e-08	-1.31650e-08	-3.00514e-09
M	6	1	1008MT	37.78820	4.04114	0.95878	0.88	0.57	0.95	88.80	6.30	1.04	6.69673e-07	3.39049e-07	9.03167e-07	4.75582e-08	-3.22323e-09	-3.44699e-10
M	6	1	2008MT	39.33408	1.45209	5.55510	0.90	0.59	0.99	90.40	1.00	0.17	8.08452e-07	3.90214e-07	9.84030e-07	1.69768e-08	-2.51760e-08	-9.29420e-10
M	6	1	1009MT	36.84183	-0.36789	0.95550	0.87	0.58	0.92	91.70	6.80	0.82	7.54416e-07	3.05472e-07	8.48917e-07	-4.48348e-09	-2.45115e-09	-2.44765e-11
M	6	1	2009MT	30.90037	-3.93558	5.46893	0.81	0.45	0.79	88.70	10.80	0.42	6.59467e-07	2.26670e-07	6.29788e-07	-5.58634e-09	6.58829e-09	-8.36670e-10
M	6	1	2010MT	19.31589	-5.37887	6.64348	0.67	0.34	0.55	93.20	18.30	1.12	4.55114e-07	1.18735e-07	3.01311e-07	-1.01545e-07	6.52846e-08	-1.81797e-08
M	6	1	2011MT	-10.88338	-10.88338	6.51992	0.43	0.49	0.45	93.50								

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_{\sigma_x}^2$	$\sigma_{\sigma_y}^2$	$\sigma_{\sigma_z}^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
M	6	1	1010MT	26.50963	-5.97879	1.17692	0.76	0.43	0.68	90.70	3.60	0.54	1.86957e-07	5.74956e-07	4.62682e-07	-9.21958e-08	5.63222e-09	-1.27025e-09
M	6	1	1011MT	12.95859	-8.88866	1.39305	0.56	0.62	0.40	95.30	0.40	1.95	1.75520e-07	3.10524e-07	1.57707e-07	-1.74887e-07	2.00992e-08	-1.37866e-08
M	6	1	1012MT	-13.42116	-19.36955	5.78169	0.51	0.64	0.62	90.90	13.30	0.50	4.06103e-07	2.59931e-07	3.76381e-07	1.94815e-07	-2.41928e-08	-3.49153e-08
M	6	1	1013MT	-4.72106	-14.70864	5.93475	0.29	0.61	0.45	94.60	9.40	1.09	8.67789e-07	3.74839e-07	2.06104e-07	1.03079e-07	-2.77992e-08	-8.66095e-08
M	6	1	1014MT	-0.28882	-11.50968	1.59026	0.17	0.61	0.30	95.00	13.50	1.37	3.79390e-07	3.00418e-08	3.73990e-07	8.63641e-09	-1.00407e-09	-4.00125e-08
M	6	1	1015MT	-9.05455	-16.30473	1.63175	0.41	0.61	0.47	93.50	19.70	0.84	3.77925e-07	1.70676e-07	2.20981e-07	1.66413e-07	-1.06737e-08	-1.92204e-08
M	6	1	1016MT	-18.88089	-13.58425	5.54621	0.63	0.51	0.61	93.40	10.20	0.84	2.63075e-07	3.94788e-07	3.67527e-07	1.96457e-07	-3.46020e-08	-2.48951e-08
M	6	1	1017MT	-15.78620	-16.94121	0.87984	0.56	0.59	0.58	92.10	7.30	0.15	3.42503e-07	3.13283e-07	3.35902e-07	2.06731e-07	-5.16825e-09	-5.54639e-09
M	6	1	1018MT	-6.34724	5.38634	0.71	0.39	0.61	0.30	91.30	8.40	0.50	1.55013e-07	5.10547e-07	3.74005e-07	1.07955e-07	-3.87537e-08	-1.08456e-08
M	6	1	1019MT	-20.48142	-10.57620	0.47736	0.67	0.45	0.58	93.40	2.00	0.16	2.06722e-07	4.46460e-07	3.32319e-07	1.68809e-07	-3.70578e-09	-1.91359e-09
M	6	1	1020MT	-25.58606	0.25783	5.45970	0.76	0.38	0.66	92.00	6.60	0.18	1.47354e-07	5.73412e-07	4.34456e-07	-4.29374e-09	-3.10721e-08	3.13108e-10
M	6	1	1021MT	1.58152	10.65177	-1.55554	0.18	0.60	0.28	95.20	6.30	1.16	3.57277e-07	3.33922e-08	8.00517e-07	4.91726e-08	-6.16484e-09	-4.15212e-08
M	6	1	1022MT	16.12676	9.97595	-1.42162	0.60	0.44	0.48	93.90	3.80	0.76	1.89955e-07	3.65877e-07	2.27407e-07	1.76281e-07	-1.58698e-08	-9.81702e-09
M	6	1	103MT	5.14698	-1.55479	-1.30512	0.52	0.17	0.19	93.00	6.40	0.99	3.04025e-08	2.68397e-07	3.52276e-08	-7.91196e-08	-6.34736e-08	1.91740e-08
M	6	2	2001MT	-28.57778	23.48811	5.18421	0.76	0.70	0.93	88.90	6.80	1.03	4.92244e-07	5.80798e-07	8.69936e-07	-2.24307e-07	1.15717e-08	-9.51081e-09
M	6	2	2002MT	-17.04952	19.94108	4.58703	0.58	0.63	0.67	92.30	10.60	0.58	4.02206e-07	3.35678e-07	4.47627e-07	-2.11467e-07	-1.58668e-08	1.85577e-08
M	6	2	100MT	-34.97890	25.47260	0.31993	0.85	0.76	1.08	89.80	1.50	0.69	5.76778e-07	7.14498e-07	1.17028e-06	-2.13522e-07	1.79492e-09	-1.30711e-09
M	6	2	1002MT	-23.48429	21.93158	0.30623	0.68	0.66	0.80	91.00	17.90	0.28	4.38353e-07	4.68560e-07	6.45378e-07	-2.20626e-07	-2.03548e-10	1.90909e-10
M	6	2	2003MT	-5.51404	16.42273	4.78316	0.32	0.64	0.47	93.30	13.10	0.19	1.05625e-07	1.05625e-07	4.05491e-07	-1.13474e-07	-2.12432e-08	6.32697e-08
M	6	2	1003MT	-12.04174	18.42865	-0.35930	0.48	0.63	0.55	93.60	2.40	0.88	3.96046e-07	2.31581e-07	3.03025e-07	-1.87537e-07	1.92504e-09	-2.94608e-09
M	6	2	1004MT	-0.58627	-14.90411	-0.25118	0.23	0.65	0.37	95.50	2.10	0.65	4.20778e-07	5.06330e-08	1.39167e-07	-1.45828e-08	1.86837e-10	-4.74973e-09
M	6	2	2004MT	8.57951	12.92564	4.70796	0.32	0.58	0.41	94.60	10.00	1.59	3.34268e-07	1.05145e-07	1.67817e-07	1.31412e-07	-3.48908e-08	7.64770e-09
M	6	2	1005MT	10.93614	11.36961	-0.27017	0.49	0.50	0.39	93.70	2.50	0.38	2.36977e-07	2.51609e-07	1.55669e-07	1.88156e-07	-3.28867e-09	-3.41902e-09
M	6	2	2005MT	13.81904	10.49092	5.15868	0.55	0.45	0.48	94.10	6.70	1.63	3.05628e-07	2.04838e-07	2.25810e-07	1.80630e-07	5.63534e-08	4.27814e-08
M	6	2	1006MT	13.19080	7.00629	-0.24031	0.58	0.36	0.37	95.40	5.90	1.40	1.31924e-07	3.39891e-07	1.39537e-07	1.53873e-07	-4.00931e-09	-2.12955e-09
M	6	2	2006MT	12.04492	2.79643	5.23289	0.58	0.23	0.40	95.10	11.30	0.47	3.41741e-07	5.09685e-08	1.56667e-07	7.13539e-07	1.01256e-07	2.35082e-08
M	6	2	2007MT	8.28248	-11.16581	5.46413	0.41	0.51	0.42	95.50	2.90	1.48	1.64319e-07	1.67222e-07	1.77222e-07	-1.62897e-07	1.92504e-09	-7.71714e-08
M	6	2	1007MT	10.14468	-4.31570	-0.14780	0.57	0.28	0.28	94.50	3.40	1.81	3.19487e-07	1.74679e-07	2.18498e-07	1.66900e-07	-7.85578e-08	-5.67526e-08
M	6	2	2008MT	6.29873	-18.61540	5.49291	0.36	0.66	0.53	93.60	8.00	1.30	1.27138e-07	4.38388e-07	7.60294e-08	-1.24281e-07	-3.65636e-09	1.55547e-09
M	6	2	2009MT	-3.38296	-16.41538	5.40685	0.28	0.65	0.47	95.00	8.00	0.77	4.17269e-07	2.04838e-07	2.18657e-07	7.29672e-08	-1.55275e-08	-7.53454e-08
M	6	2	1009MT	3.25700	-18.10676	0.89674	0.30	0.67	0.46	92.60	13.20	0.79	8.84200e-08	4.55246e-07	2.12649e-07	6.81901e-08	2.20450e-09	-1.22556e-08
M	6	2	1010MT	-7.97360	-14.64000	1.11571	0.39	0.60	0.42	95.10	6.90	0.37	1.49752e-07	3.56565e-07	1.75677e-07	1.60145e-07	-8.62120e-09	-1.58290e-08
M	6	2	2010MT	-12.56997	-9.08095	6.58159	0.53	0.42	0.47	95.00	25.60	1.51	1.74679e-07	2.85131e-07	2.18498e-07	1.66900e-07	-7.85578e-08	-5.67526e-08
M	6	2	1011MT	-19.52365	-6.98908	1.33198	0.67	0.38	0.52	93.10	1.30	1.63	1.42563e-07	4.54218e-07	2.70821e-07	1.27965e-07	-1.39184e-08	-4.98252e-08
M	6	2	1012MT	-30.66747	0.65205	1.52727	0.81	0.46	0.77	91.40	9.90	0.49	2.11905e-07	6.51097e-07	5.89685e-07	-9.34229e-09	-3.07451e-09	6.53700e-11
M	6	2	2011MT	-23.61487	-5.65858	6.45757	0.73	0.39	0.64	93.30	2.50	0.46	1.55512e-07	5.30363e-07	1.55512e-07	9.52929e-08	-4.10104e-08	-9.82689e-09
M	6	2	2012MT	-36.04935	1.59111	5.87240	0.87	0.54	0.91	89.40	13.60	0.72	2.93861e-07	7.50579e-07	8.33136e-07	-2.01975e-08	1.36385e-08	-6.01965e-10
M	6	2	1013MT	-40.21783	3.57523	1.56922	0.90	0.61	1.01	87.20	4.10	0.12	3.70343e-07	3.70343e-07	1.02014e-06	-3.97639e-08	7.85087e-08	-6.97915e-10
M	6	2	2013MT	-45.46749	4.55703	5.71802	0.96	0.69	1.15	87.80	13.60	0.57	9.24238e-07	9.24238e-07	1.31926e-06	-4.55453e-08	-4.93891e-08	-4.95008e-09
M	6	2	2014MT	-45.14493	12.50740	5.48108	0.96	0.73	1.18	86.30	15.90	0.76	5.26235e-07	9.17599e-07	1.38431e-06	-1.17424e-07	4.96360e-08	-1.37517e-08
M	6	2	1014MT	-45.38088	7.94700	0.81665	0.95	0.70	1.15	88.90	7.20	1.02	4.90840e-07	9.09978e-07	1.32690e-06	7.57206e-08	7.05017e-09	-1.23461e-09
M	6	2	1015MT	-44.10785	15.75187	0.41034	0.94	0.74	1.17	84.90	7.00	0.63	8.87545e-07	8.87545e-07	1.37109e-06	-1.40699e-07	3.57530e-09	-1.27682e-09
M	6	2	2015MT	-42.62395	20.28358	5.31830	0.93	0.77	1.19	87.80	20.30	0.20	8.72411e-07	5.85379e-07	1.40456e-06	-1.76578e-07	4.61751e-08	-2.19735e-08
M	6	2	1016MT	-39.92688	26.97678	5.39025	0.91	0.82	1.21	85.50	8.30	0.31	3.33931e-07	6.64632e-07	1.46318e-06	-2.10468e-07	4.57158e-08	-3.08881e-08
M	6	2	1017MT	-13.49863	14.80416	-1.62423	0.52	0.56	0.50	92.80	7.90	1.77	2.71686e-07	3.08466e-07	2.54069e-07	-1.98918e-07	1.29642e-08	-1.42180e-08
M	6	2	103MT	-19.73719	3.72759	-1.37031	0.69	0.32	0.50	94.30	6.00	0.90	1.04552e-07	4.76981e-07	2.54436e-07	-7.29389e-08	1.59162e-08	-3.00595e-09
M	6	2	102MT	-3.82000	3.93218	-1.47880	0.38	0.39	0.20	95.30	11.40	0.96	1.44355e-07	1.44355e-07	4.00518e-08	-1.41633e-07	5.10540e-08	-5.25532e-08
N	1	1	1001	16.96711	-12.99014	0.26879	0.60	0.50	0.53	91.60	54.10	3.75	3.59083e-07	2.52997e-07	2.85472e-07	-1.96258e-07	2.23621e-09	-1.71206e-09
N	1	1	2001	10.25246	-12.87391	5.08516	0.45	0.53	0.46	94.00	42.30	2.90	2.03663e-07	3.59083e-07	2.08668e-07	1.79213e-07	4.68238e-08	-5.87962e-08
N	1	1	1002	4.81317	-12.78999	0.24430	0.30	0.60	0.34	94.90	20.90	1.39	8.70802e-08	3.60206e-07	1.16849e-07	-1.19741e-07	1.81659e-09	-4.82720e-09
N	1	1	2002	-1.80892	-12.67580	4.45670	0.21	0.60	0.38	95.30	20.20	1.35	3.66018e-07	4.69690e-07	1.46119e-07	4.69690e-07	-1.26787e-08	-8.88447e-08
N	1	1	1003	-6.66824	-12.62935	-0.77564	0.35	0.58	0.36	95.00	27.50	1.19	3.32691e-07	1.25846e-07	1.26995e-07	1.51428e-07	7.22165e-09	1.36775e-08
N	1	1	2003	-13.90621	-12.51285	4.64473	0.54	0.50	0.50	93.00	47.80	3.71	2.51787e-07	2.46588e-07	2.46588e-07	-1.92317e-07	-4.30628e-08	-3.87480e-08
N	1	1	1004	-19.16761	-12.43522	-0.42503	0.64	0.49	0.57	90.80	55.90	2.97	4.08269e-07	2.39858e-07	3.26454e-07	1.88668e-07	3.18813e-09	2.06834e-09

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$\lambda$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	1	1	2004	-25.78291	-12.33039	4.54937	0.73	0.51	0.73	85.20	64.10	2.30	5.39355e-07	2.65104e-07	5.25898e-07	1.70050e-07	-1.30651e-08	-6.67864e-09
N	1	1	1005	-31.05530	-12.24271	-0.47896	0.80	0.56	0.83	81.70	68.00	0.20	6.35503e-07	3.10521e-07	6.90590e-07	1.51690e-07	-1.71908e-11	-6.77702e-12
N	1	1	2005	-34.09194	-12.20694	4.95868	0.84	0.59	0.91	78.70	12.10	1.04	6.98884e-07	3.46812e-07	8.33332e-07	1.44602e-07	1.08619e-08	1.888921e-09
N	1	1	1006	-34.67667	-8.44477	-0.46024	0.84	0.56	0.89	90.40	72.20	2.32	7.09274e-07	3.11669e-07	7.96238e-07	1.02933e-07	-7.75650e-10	-1.88893e-10
N	1	1	2006	-34.76226	3.39701	5.01817	0.85	0.53	0.88	90.50	10.60	1.66	7.23512e-07	2.81776e-07	7.80305e-07	5.24810e-08	7.36302e-09	8.62762e-10
N	1	1	1007	-34.89790	4.30727	-0.37463	0.85	0.53	0.88	91.00	6.60	1.69	7.19412e-07	2.80811e-07	7.68460e-07	4.31024e-08	-4.77018e-10	4.64336e-11
N	1	1	2007	-35.04532	10.50024	5.18670	0.85	0.58	0.92	89.80	18.10	2.34	7.20324e-07	3.38777e-07	8.51415e-07	-1.25593e-07	1.29531e-08	-3.88099e-09
N	1	1	1008	-35.12111	15.11603	0.65898	0.84	0.63	0.96	89.10	24.60	2.94	7.35937e-07	3.99239e-07	9.13973e-07	-1.63318e-07	-2.14521e-09	-9.211964e-10
N	1	1	2008	-35.20306	18.10955	5.24531	0.85	0.67	1.00	87.60	30.10	2.77	7.05913e-07	4.48763e-07	9.93461e-07	-1.86888e-07	2.17556e-08	-1.11917e-08
N	1	1	1009	-31.85729	18.68672	0.65901	0.80	0.62	0.92	82.60	60.20	0.58	6.40946e-07	4.21848e-07	8.52791e-07	-1.95933e-07	1.49209e-09	-8.75229e-10
N	1	1	2009	-25.02690	18.91982	5.24952	0.71	0.62	0.80	87.20	54.80	2.28	5.05789e-07	3.83959e-07	6.33419e-07	-2.14941e-07	-4.78715e-09	3.61899e-09
N	1	1	1010	-20.15183	18.49125	0.92149	0.63	0.60	0.68	90.20	48.80	2.31	4.01798e-07	3.64902e-07	4.68193e-07	-2.14252e-07	-3.23593e-09	2.96928e-09
N	1	1	1011	-6.88193	14.35567	1.23009	0.36	0.60	0.40	94.80	46.10	1.13	1.27383e-07	3.63176e-07	1.60987e-07	-1.46785e-07	-9.15083e-09	1.91036e-08
N	1	1	2010	-14.03890	14.43531	6.62373	0.53	0.54	0.55	92.40	26.70	2.78	2.82515e-07	2.93515e-07	3.02905e-07	-1.96726e-07	-4.67855e-08	4.81083e-08
N	1	1	1011	-2.13474	14.19372	7.50476	0.23	0.61	0.47	94.70	30.20	1.53	5.37196e-08	3.71962e-07	3.72425e-07	-4.89715e-08	-1.67475e-08	1.11353e-07
N	1	1	1012	5.94062	10.11614	1.42930	0.35	0.54	0.30	95.40	30.70	1.86	1.19912e-07	2.88890e-07	9.16066e-08	1.51464e-07	1.79250e-08	3.05241e-08
N	1	1	2012	11.72171	10.71499	9.94849	0.50	0.47	0.46	93.60	49.60	3.29	2.52078e-07	2.19967e-07	2.19967e-07	1.78555e-07	6.51212e-08	5.95283e-08
N	1	1	1013	15.91461	9.97171	1.48802	0.60	0.44	0.47	92.40	56.60	3.64	3.61533e-07	1.90140e-07	2.23400e-07	1.76803e-07	1.68179e-08	1.05377e-08
N	1	1	2013	21.44378	10.31086	5.68502	0.68	0.45	0.62	93.00	16.80	2.40	4.66386e-07	2.05756e-07	3.83788e-07	1.62994e-07	3.67557e-08	1.76733e-08
N	1	1	1014	22.34177	6.91134	0.78026	0.71	0.40	0.59	91.40	3.40	0.25	5.02242e-07	1.59343e-07	3.42425e-07	1.17299e-07	6.25753e-08	1.93574e-09
N	1	1	1015	23.35411	2.53800	5.40031	0.73	0.36	0.61	93.20	14.10	1.28	5.34937e-07	1.29019e-07	3.72473e-07	4.46425e-08	4.38786e-09	4.38786e-09
N	1	1	1015	23.27368	-0.88696	0.36215	0.73	0.35	0.58	90.20	0.60	0.18	5.36542e-07	1.22653e-07	3.39162e-07	-1.57962e-08	3.07697e-09	-1.17263e-10
N	1	1	2015	23.09778	-5.64068	5.20141	0.72	0.39	0.62	92.90	17.00	2.08	5.20856e-07	1.50690e-07	3.78622e-07	-9.61213e-08	3.69820e-08	-9.03055e-09
N	1	1	1016	23.02202	-9.63766	0.97464	0.71	0.45	0.62	92.90	21.50	3.04	4.98986e-07	2.03037e-07	3.89379e-07	-1.50218e-07	1.75111e-09	-7.33062e-10
N	1	1	2016	22.14431	-13.05597	5.31177	0.68	0.51	0.66	88.20	59.50	2.15	4.65203e-07	2.58711e-07	4.38828e-07	-1.86614e-07	2.57340e-08	-1.51724e-08
N	1	1	3001	16.14797	-12.98839	10.79467	0.58	0.50	0.62	90.40	57.00	2.31	3.39247e-07	2.53592e-07	3.83287e-07	1.95148e-07	6.29023e-08	-5.05946e-08
N	1	1	3002	4.14829	-12.78703	10.76869	0.26	0.56	0.54	94.00	42.20	2.78	6.99030e-08	3.18508e-07	2.89588e-07	-9.01373e-07	4.01252e-08	-1.23685e-07
N	1	1	3003	7.65999	-12.60988	10.73238	0.37	0.54	0.55	93.00	45.00	3.54	1.37278e-07	2.88286e-07	2.97213e-07	1.45357e-07	-6.36430e-08	-1.04769e-07
N	1	1	3004	-19.63349	-12.42995	10.67147	0.65	0.49	0.66	88.70	60.20	2.79	4.22254e-07	2.42044e-07	4.36951e-07	1.90410e-07	-5.20484e-08	-3.29518e-08
N	1	1	3005	-30.09014	-12.24123	10.74665	0.80	0.55	0.85	81.50	67.60	0.46	4.44145e-07	3.04746e-07	7.29504e-07	1.65457e-07	6.21002e-09	2.52635e-09
N	1	1	3006	-34.67237	-7.85609	10.74809	0.86	0.55	0.92	89.70	18.60	2.28	7.44340e-07	3.07990e-07	8.53525e-07	1.04219e-07	2.77690e-08	6.29192e-09
N	1	1	3007	-34.85704	1.91691	10.70985	0.87	0.53	0.91	90.30	16.70	2.64	7.54344e-07	2.75657e-07	8.26067e-07	-2.64045e-08	2.37623e-08	-1.30677e-09
N	1	1	3008	-35.15882	15.40093	10.56789	0.86	0.64	0.99	88.20	28.30	2.66	7.40950e-07	4.10039e-07	9.77539e-07	-1.79391e-07	4.31173e-08	-1.88886e-08
N	1	1	3009	-33.32439	19.05837	10.77847	0.84	0.67	0.99	81.70	62.40	1.71	7.00617e-07	4.52290e-07	9.80106e-07	-2.11048e-07	4.20128e-08	-2.40273e-08
N	1	1	3010	-20.63091	18.77622	11.15027	0.65	0.62	0.76	89.30	49.70	2.50	4.23972e-07	3.81285e-07	5.74621e-07	-2.26507e-07	-1.95246e-08	1.77694e-08
N	1	1	3012	5.04894	10.84418	11.09765	0.29	0.51	0.54	94.40	46.90	3.28	8.22806e-08	2.63246e-07	2.92867e-07	1.07575e-07	5.75351e-08	1.23575e-07
N	1	1	3013	15.96425	10.63282	11.08666	0.39	0.45	0.60	90.80	59.90	2.92	3.48984e-07	2.00871e-07	3.60323e-07	1.77302e-07	7.71174e-08	5.13632e-08
N	1	1	3014	22.31050	6.83894	10.68500	0.71	0.40	0.66	92.60	23.10	2.66	5.08387e-07	1.58777e-07	4.39563e-07	1.18282e-07	5.82071e-08	1.78425e-08
N	1	1	3015	23.21509	-0.87920	10.77039	0.74	0.35	0.66	92.50	24.30	2.72	5.42410e-07	1.22039e-07	4.38449e-07	-1.59431e-08	6.17045e-08	-2.33687e-09
N	1	1	3016	22.95414	10.78158	10.78158	0.72	0.44	0.69	91.70	30.00	2.53	5.11868e-07	1.93492e-07	4.74319e-07	-1.46204e-07	4.67607e-08	-1.85695e-08
N	1	2	2001	23.05403	29.02339	5.04161	0.70	0.77	0.93	80.90	67.40	0.62	4.85867e-07	5.89250e-07	8.72531e-07	2.22518e-07	-9.18247e-09	-1.15601e-08
N	1	2	2002	24.86613	35.47514	0.21620	0.76	0.85	1.08	77.20	72.20	0.17	5.70638e-07	7.23201e-07	1.17396e-06	2.10947e-07	-8.67515e-10	-1.23614e-09
N	1	2	2002	19.76665	17.41804	4.43252	0.63	0.59	0.67	88.60	57.80	2.35	3.97349e-07	3.43434e-07	4.50018e-07	2.12519e-07	1.74851e-08	1.54075e-08
N	1	2	2002	21.58082	23.77851	0.21145	0.66	0.69	0.80	85.50	62.50	0.00	4.31748e-07	4.74501e-07	6.44497e-07	2.20080e-07	1.31630e-10	1.45034e-10
N	1	2	2003	16.50172	5.77153	4.64137	0.64	0.33	0.47	94.20	37.30	2.46	4.05335e-07	1.09938e-07	2.21537e-07	1.17724e-07	6.06613e-08	2.12165e-08
N	1	2	2003	18.48010	12.72566	-0.78993	0.63	0.50	0.56	92.10	50.00	2.46	3.92338e-07	2.45605e-07	3.15310e-07	1.92165e-07	-6.07789e-09	-4.18532e-09
N	1	2	2004	13.27637	-5.66141	4.56396	0.59	0.32	0.41	95.10	18.60	1.26	3.44599e-07	1.01010e-07	1.68765e-07	-1.26960e-07	7.43251e-08	-3.16943e-08
N	1	2	2004	15.08141	0.69758	-0.41975	0.65	0.23	0.38	95.00	18.60	1.55	4.22833e-07	5.20804e-08	1.42787e-07	1.71856e-08	-7.80579e-09	-3.61051e-10
N	1	2	2005	11.84480	-10.74562	-0.45716	0.51	0.48	0.40	94.80	26.90	1.87	2.64797e-07	2.28117e-07	1.60210e-07	-1.88016e-07	-5.83019e-09	5.28916e-09
N	1	2	2005	11.02486	-13.65897	4.98539	0.47	0.55	0.48	94.30	38.40	2.45	2.18131e-07	2.97733e-07	2.27339e-07	-1.84359e-08	4.25329e-08	-5.26951e-08
N	1	2	2006	7.24705	-13.26640	-0.44051	0.37	0.58	0.39	94.90	41.90	2.73	1.37016e-07	3.38285e-07	1.43183e-07	-1.56697e-07	-3.92445e-09	7.18407e-09
N	1	2	2006	2.99354	-12.21660	5.03807	0.23	0.59	0.39	95.20	35.50	2.67	5.41951e-08	3.45347e-07	1.54572e-07	-7.59008e-08	2.37266e-08	-9.68279e-09
N	1	2	2007	-4.25359	-10.43962	-0.37456	0.28	0.57	0.28	95.30	8.60	1.92	7.9396e-08	3.25840e-07	7.98383e-08	1.21112e-07	3.70698e-09	9.09808e-09
N	1	2	2007	-11.16402	-8.74932	5.17586	0.51	0.42	0.42	94.80	40.80	2.75	2.59282e-07	1.67615e-07	1.75541e-07	1.67726e-07	-7.12996e-08	-5.58780e-08

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	1	2	1008	-15.63834	-7.64651	0.64168	0.62	0.38	0.44	93.50	50.20	2.76	3.79701e-07	1.42660e-07	1.90009e-07	1.52320e-07	-8.76003e-09	-4.28330e-09
N	1	2	2008	-18.55923	-6.94795	5.22468	0.68	0.37	0.53	91.50	57.70	2.77	4.33357e-07	1.36713e-07	2.77746e-07	1.29155e-07	-5.41221e-08	-2.02615e-08
N	1	2	1009	-18.25365	-3.57646	0.63118	0.66	0.30	0.47	94.50	26.60	2.36	4.55945e-07	9.23619e-08	2.16783e-07	7.40814e-08	-8.45716e-09	-1.65702e-09
N	1	2	2009	-16.72914	3.09444	5.21158	0.65	0.28	0.40	94.60	17.00	0.76	4.24833e-07	7.47431e-08	2.20327e-07	-6.65364e-08	-7.20717e-08	6.31363e-08
N	1	2	1010	-15.05818	7.68837	0.87602	0.61	0.38	0.42	94.60	11.80	0.63	3.68061e-07	1.43501e-07	1.9862e-07	-1.55084e-07	-1.23718e-08	6.31675e-08
N	1	2	2010	-9.57547	12.56726	6.57512	0.43	0.53	0.47	94.70	40.50	2.59	1.86479e-07	2.80632e-07	2.22507e-07	-1.71029e-07	-5.74827e-08	7.54427e-08
N	1	2	1011	-7.65604	19.45335	1.17125	0.39	0.67	0.52	92.50	51.70	2.96	1.52542e-07	4.48303e-07	2.74729e-07	-1.37733e-07	-4.68818e-09	1.19123e-08
N	1	2	2011	-6.28953	24.00984	7.43979	0.41	0.73	0.66	87.90	61.10	2.36	1.65881e-07	5.36061e-07	4.32527e-07	-1.04116e-07	-1.09169e-08	4.16745e-08
N	1	2	1012	-0.26849	1.35862	5.86720	0.46	0.81	0.77	80.50	73.80	1.31	2.12854e-07	6.52439e-07	5.92407e-07	-3.83834e-09	-2.32100e-11	2.65850e-09
N	1	2	2012	0.63049	36.50120	5.86720	0.55	0.87	0.92	75.40	74.50	1.31	3.00002e-07	7.58798e-07	8.52007e-07	7.92722e-09	-2.65185e-10	-1.53524e-08
N	1	2	1013	2.3170	40.35784	1.40424	0.61	0.90	1.01	61.80	78.70	3.98	3.69431e-07	8.16835e-07	1.02265e-06	2.70559e-08	4.27050e-10	-7.08756e-09
N	1	2	2013	3.51667	45.73797	5.59226	0.69	0.96	1.15	88.80	6.90	2.54	4.77395e-07	9.30152e-07	1.33218e-06	3.49719e-08	-3.77833e-09	-4.92056e-08
N	1	2	1014	7.03994	45.78412	0.69037	0.70	0.96	1.16	88.10	8.00	2.45	4.93076e-07	9.17705e-07	1.33130e-06	6.68737e-08	-9.36367e-10	-6.08965e-09
N	1	2	2014	11.52066	44.64880	5.31723	0.73	0.96	1.18	88.20	2.25	2.25	5.25979e-07	9.26737e-07	1.39727e-06	1.08022e-07	-1.24089e-08	-4.91682e-08
N	1	2	1015	14.81642	44.68289	0.28772	0.74	0.95	1.18	88.20	1.90	2.19	5.42580e-07	8.94835e-07	1.32575e-07	3.83834e-09	-8.51625e-10	-2.56830e-09
N	1	2	2015	19.35931	43.30333	1.53515	0.76	0.94	1.19	87.40	9.80	2.29	5.81852e-07	8.84524e-07	1.41729e-06	1.69129e-07	-2.04372e-08	-4.57143e-08
N	1	2	1016	23.20707	42.19275	0.21378	0.79	0.93	1.20	87.70	13.00	1.85	6.24331e-07	8.60845e-07	1.44927e-06	1.86522e-07	-1.03948e-09	-1.88988e-09
N	1	2	2016	26.28136	40.47784	5.25820	0.81	0.92	1.21	75.60	72.30	1.51	6.58392e-07	8.42710e-07	1.46712e-06	2.06891e-07	-2.94266e-08	-4.53220e-08
N	1	2	3001	24.66857	34.70871	10.75091	0.76	0.86	1.09	76.40	71.10	0.96	5.35950e-07	7.35883e-07	1.18613e-06	2.33410e-07	-4.44733e-08	-6.25740e-08
N	1	2	3002	21.39406	23.16112	10.73937	0.66	0.69	0.83	83.90	64.00	1.06	4.40205e-07	4.77450e-07	6.93487e-07	2.43406e-07	1.26859e-10	1.37337e-08
N	1	2	3003	18.19356	11.79516	10.72157	0.63	0.48	0.63	90.90	53.20	2.84	3.92287e-07	2.26614e-07	4.01969e-07	1.86383e-07	6.15833e-08	3.99254e-08
N	1	2	3004	14.94508	0.26857	10.67759	0.62	0.22	0.55	93.70	38.60	2.54	3.80654e-07	5.03779e-08	2.97577e-07	5.93716e-07	1.21320e-07	2.18018e-08
N	1	2	3005	12.07768	-9.79235	10.76747	0.51	0.43	0.55	93.40	39.90	2.93	2.58961e-07	1.88870e-07	3.05026e-07	-1.65857e-07	9.13770e-08	-7.40866e-08
N	1	2	3006	6.66349	-13.09348	10.76697	0.34	0.55	0.53	93.30	50.60	2.78	1.15755e-07	3.07992e-07	2.97496e-07	-1.32027e-07	5.57857e-08	-1.09617e-07
N	1	2	3007	-2.82934	-10.76173	10.71169	0.21	0.53	0.53	94.60	42.60	2.62	4.50671e-08	2.76811e-07	2.83392e-07	6.54512e-08	-3.54712e-08	-1.34919e-07
N	1	2	3008	-15.93759	-7.58963	10.54893	0.61	0.37	0.57	92.00	56.20	3.24	3.68735e-07	1.37832e-07	3.25783e-07	1.42207e-07	-9.28807e-08	-4.42307e-08
N	1	2	3009	-19.00443	-4.88016	10.75176	0.67	0.33	0.60	92.70	41.10	2.82	4.51054e-07	1.10653e-07	6.15767e-07	9.35830e-08	-8.60986e-08	-2.21093e-08
N	1	2	3010	-15.47203	7.31750	11.10298	0.60	0.36	0.57	93.50	32.60	2.84	3.60078e-07	1.31709e-07	3.29882e-07	-1.39127e-07	-9.72021e-08	4.59718e-08
N	1	2	3012	-1.21526	30.09783	11.02348	0.45	0.82	0.80	70.40	71.40	0.61	2.04913e-07	6.69275e-07	6.46660e-07	-1.87801e-08	-3.98453e-10	9.86833e-09
N	1	2	3013	1.79154	40.59126	11.00147	0.61	0.93	1.04	58.40	77.60	2.86	3.72405e-07	8.64879e-07	1.08972e-06	2.17783e-08	-2.88437e-09	-6.53517e-08
N	1	2	3014	7.08831	45.75283	10.59838	0.70	0.98	1.18	87.80	14.10	2.24	4.93814e-07	9.61913e-07	1.38706e-06	7.43043e-08	-1.52981e-08	-9.87443e-08
N	1	2	3015	14.77997	44.64623	10.69781	0.74	0.97	1.20	87.80	12.60	2.71	5.46168e-07	9.40449e-07	1.42981e-06	1.46590e-07	-3.32338e-08	-1.00390e-07
N	1	2	3016	22.50361	42.32488	10.72324	0.79	0.95	1.22	87.00	16.80	1.64	6.25112e-07	8.99442e-07	1.48295e-06	2.03325e-07	-5.25585e-08	-9.88522e-08
N	2	1	1001	-19.57623	-8.56406	0.18494	0.67	0.41	0.53	91.70	54.10	2.58	4.44012e-07	1.68044e-07	2.85398e-07	1.49302e-07	-1.77586e-09	-7.76885e-10
N	2	1	2001	-16.24201	-2.75422	5.02567	0.65	0.27	0.46	94.10	42.00	2.20	4.48918e-07	7.13527e-08	2.08094e-07	6.06829e-08	-7.33304e-08	-1.24349e-08
N	2	1	1002	-13.52111	1.97554	0.20496	0.63	0.22	0.34	95.40	20.40	1.81	3.97681e-07	4.96065e-08	1.16793e-07	-5.19660e-08	-4.28247e-09	6.25703e-10
N	2	1	2002	-10.23131	7.70570	4.43912	0.50	0.40	0.38	95.30	20.30	1.80	2.51318e-07	1.58531e-07	1.45852e-07	-1.61479e-07	-7.14484e-08	5.38113e-08
N	2	1	1003	-7.82258	11.94626	-0.77529	0.39	0.55	0.36	95.00	27.30	1.79	1.55938e-07	3.02558e-07	1.28657e-07	1.68077e-07	8.47083e-08	-1.29362e-08
N	2	1	2003	-4.23682	18.21030	4.67051	0.31	0.67	0.50	93.00	47.90	2.20	9.85070e-08	4.45444e-07	2.46663e-07	-8.53379e-08	-1.32002e-08	5.67357e-08
N	2	1	1004	-1.60741	22.78917	-0.38019	0.35	0.73	0.57	90.50	56.10	2.52	1.19480e-07	5.28595e-07	3.26353e-07	-2.90008e-08	3.39217e-09	-3.9217e-09
N	2	1	2004	1.66716	28.51744	4.61646	0.43	0.79	0.73	86.30	64.60	0.48	1.85094e-07	6.19074e-07	5.25874e-07	2.54579e-08	9.17003e-10	1.56857e-08
N	2	1	1005	4.31079	33.10119	-0.39411	0.51	0.83	0.83	83.50	68.10	0.73	2.58125e-07	6.87859e-07	6.96517e-07	5.69300e-08	1.89623e-12	1.45606e-11
N	2	1	2005	5.73344	35.72887	5.05411	0.55	0.86	0.91	79.60	70.30	0.65	3.06456e-07	7.38930e-07	8.33148e-07	7.20299e-08	-1.87994e-09	-1.15938e-08
N	2	1	1006	9.38530	34.43101	-0.35717	0.56	0.84	0.89	90.50	12.30	2.04	3.17520e-07	7.03302e-07	7.96060e-07	1.13598e-07	1.62660e-10	5.96735e-10
N	2	1	2006	13.23529	32.37867	5.12914	0.58	0.82	0.88	90.90	10.70	2.12	3.40344e-07	6.64582e-07	7.80054e-07	1.59126e-07	-2.85926e-09	-6.99487e-09
N	2	1	1007	19.85535	28.89485	-0.25039	0.65	0.76	0.88	91.80	6.70	2.00	4.19917e-07	5.80165e-07	7.68254e-07	2.08626e-07	1.80928e-10	2.63299e-10
N	2	1	2007	26.12575	25.57580	5.32469	0.73	0.72	0.92	90.10	18.50	1.85	5.34231e-07	5.24505e-07	8.51124e-07	2.28564e-07	-9.90341e-09	-9.69494e-09
N	2	1	1008	30.21577	23.41907	0.80723	0.78	0.71	0.96	88.90	24.20	2.35	6.09835e-07	4.97634e-07	9.13750e-07	2.17800e-07	-2.25590e-09	-1.74846e-09
N	2	1	2008	32.85944	22.03265	5.39912	0.82	0.70	1.00	87.80	30.50	1.42	6.69491e-07	4.94831e-07	9.3025e-07	2.12771e-07	-2.08904e-08	-1.40072e-08
N	2	1	1009	31.76210	18.83551	8.02227	0.80	0.65	0.92	83.10	60.30	0.65	6.39005e-07	4.23635e-07	8.52611e-07	1.96997e-07	-1.80943e-09	-1.07302e-09
N	2	1	2009	28.64628	12.73351	5.36897	0.77	0.54	0.80	87.30	54.90	1.52	5.94400e-07	2.94881e-07	6.33296e-07	1.65931e-07	5.62104e-09	2.49868e-09
N	2	1	1010	25.92662	8.68536	1.02407	0.74	0.46	0.68	90.20	48.80	2.16	5.54908e-07	2.11611e-07	4.68104e-07	1.29541e-07	4.63031e-09	1.55114e-09
N	2	1	2010	15.88603	-0.92708	1.27875	0.66	0.24	0.40	94.70	26.60	1.52	4.32082e-07	5.82532e-08	1.61058e-07	-2.18906e-08	-1.28310e-09	-1.28310e-09
N	2	1	1011	19.40175	5.28487	6.69698	0.68	0.34	0.55	92.70	46.10	1.78	4.57124e-07	1.18147e-07	3.03330e-07	9.97343e-08	6.54027e-08	1.78151e-08

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$\lambda$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	2	1	2011	13.42828	-5.01786	7.53594	0.58	0.29	0.47	94.80	30.30	1.71	3.38053e-07	8.69850e-08	2.23311e-07	-1.09046e-07	1.05811e-07	-3.95392e-08
N	2	1	1012	5.97258	-10.09692	1.42515	0.35	0.54	0.30	95.40	30.70	2.49	1.20879e-07	2.87936e-07	9.15699e-08	-1.52005e-07	1.79718e-08	-3.03822e-08
N	2	1	1013	3.68621	-15.45546	5.92409	0.28	0.63	0.46	93.90	49.60	2.26	3.96240e-07	3.96240e-07	2.12503e-07	-8.09569e-08	2.03984e-08	-8.55266e-08
N	2	1	2012	1.02143	-18.75436	1.44807	0.28	0.69	0.47	92.20	56.70	2.89	8.05354e-08	4.71214e-07	2.32811e-07	-2.13411e-08	1.92911e-08	-1.92911e-08
N	2	1	2013	-1.37006	-23.76724	5.62521	0.36	0.74	0.62	93.20	66.80	1.57	1.28903e-07	5.43538e-07	3.83544e-07	2.39812e-08	-2.32417e-09	-4.03190e-08
N	2	1	1014	-4.76208	-22.89764	0.71024	0.37	0.72	0.59	90.60	3.20	0.18	1.40209e-07	5.21335e-07	8.24359e-07	8.28262e-08	-1.21427e-09	-5.83862e-09
N	2	1	2014	-9.09481	-21.67903	5.31894	0.43	0.69	0.61	93.20	14.10	1.13	1.86573e-07	4.77861e-07	3.72175e-07	1.48303e-07	-1.54885e-08	-3.69194e-08
N	2	1	1015	-12.03684	-19.93997	0.27535	0.48	0.65	0.58	90.70	1.00	0.17	2.32923e-07	4.29296e-07	3.39130e-07	1.83653e-07	-1.21002e-09	-2.00450e-09
N	2	1	2015	-16.12836	-17.49963	5.10613	0.56	0.59	0.62	93.00	17.30	1.38	3.59008e-07	3.59008e-07	3.82927e-07	2.07900e-07	-2.53513e-08	-2.75067e-08
N	2	1	1016	-19.57170	-15.48681	0.17275	0.63	0.55	0.62	92.60	22.10	1.75	3.99488e-07	2.05931e-07	3.89335e-07	2.05210e-07	-9.36534e-10	-7.41106e-08
N	2	1	2016	-22.15543	-13.07507	5.20738	0.68	0.51	0.66	88.50	59.40	1.35	4.65293e-07	2.59087e-07	4.36521e-07	1.86693e-07	-2.52508e-08	-1.49018e-08
N	2	1	3001	-19.21503	-7.87192	10.71272	0.66	0.39	0.62	90.50	56.90	2.08	4.39373e-07	1.54475e-07	3.82635e-07	1.40255e-07	7.42898e-08	-3.04347e-08
N	2	1	3002	-13.23359	-2.53404	10.72862	0.58	0.23	0.54	94.00	42.10	1.69	3.37618e-07	5.17301e-08	2.88809e-07	1.68271e-07	-1.27544e-07	2.44228e-08
N	2	1	3003	-7.36438	12.78139	10.73370	0.36	0.54	0.55	93.30	45.40	1.87	1.93059e-07	2.94863e-07	2.97219e-07	-1.41685e-08	6.17208e-07	1.06232e-07
N	2	1	3004	-1.41446	23.17072	10.71470	0.35	0.74	0.66	88.90	60.10	2.28	1.22813e-07	5.40994e-07	4.37092e-07	-2.56201e-08	3.76720e-09	6.17117e-08
N	2	1	3005	3.80869	32.23068	10.82642	0.49	0.84	0.85	82.60	67.70	0.00	2.24332e-07	7.04894e-07	7.29341e-07	5.52911e-08	-7.89083e-10	-6.67754e-08
N	2	1	3006	9.86375	34.11979	10.85067	0.57	0.85	0.92	89.50	18.70	1.92	3.21175e-07	7.30713e-07	8.53227e-07	1.29191e-07	-7.96978e-09	-2.75684e-08
N	2	1	3007	18.50595	29.55380	10.82899	0.64	0.79	0.91	90.20	16.70	1.92	4.09428e-07	6.20048e-07	8.25770e-07	2.16953e-07	-1.27450e-08	-2.03536e-08
N	2	1	3008	30.44929	23.29107	10.71439	0.80	0.71	0.99	87.90	28.20	1.76	6.39255e-07	5.11220e-07	9.76954e-07	2.36043e-07	-3.78410e-08	-2.89451e-08
N	2	1	3009	32.76588	19.91520	10.92558	0.83	0.68	0.99	82.60	62.00	0.18	6.89206e-07	4.63203e-07	9.79536e-07	1.17841e-07	-4.18817e-08	-2.54376e-08
N	2	1	3010	26.37659	8.94409	11.25069	0.76	0.47	0.76	89.10	49.70	1.59	5.82901e-07	2.21492e-07	7.54693e-07	1.38473e-07	2.52177e-08	8.55113e-08
N	2	1	3012	7.01086	-9.69291	11.09566	0.36	0.47	0.54	94.30	46.90	2.15	1.28766e-07	2.16783e-07	2.92821e-07	-1.33510e-07	7.98879e-08	-1.10450e-07
N	2	1	3013	1.54515	-19.14113	11.04596	0.29	0.68	0.60	90.40	60.10	2.51	8.54624e-08	4.64954e-07	3.59911e-07	-3.08350e-07	7.43778e-09	-9.21385e-08
N	2	1	3014	-4.84429	-22.85864	10.61541	0.38	0.73	0.66	92.70	23.10	1.80	1.40991e-07	5.26851e-07	4.39187e-07	8.56181e-07	-1.25574e-08	-9.25245e-08
N	2	1	3015	-12.03644	-19.91607	10.68364	0.48	0.66	0.66	92.60	24.40	1.75	2.34638e-07	4.30659e-07	4.37964e-07	1.86635e-07	-3.17400e-08	-5.25186e-08
N	2	1	3016	-18.96411	-15.78832	10.68116	0.63	0.56	0.69	91.80	30.10	1.78	3.92272e-07	3.13935e-07	4.73856e-07	2.12520e-07	-3.90308e-08	-3.24946e-08
N	2	2	2001	18.38397	-39.24803	0.20274	0.71	0.89	1.08	77.60	72.10	0.09	5.03354e-07	7.90537e-07	1.17401e-06	-1.72337e-07	-6.00746e-10	1.28254e-09
N	2	2	2002	13.69208	-34.44971	5.02428	0.61	0.84	0.93	81.70	67.70	2.38	3.71528e-07	8.72601e-07	8.72601e-07	-1.56801e-07	-5.43846e-09	1.36833e-08
N	2	2	2002	5.26157	-25.81998	4.40445	0.42	0.75	0.67	88.80	57.90	1.56	1.73312e-07	5.67584e-07	4.49968e-07	-8.38253e-08	4.62479e-09	-2.26951e-08
N	2	2	1002	9.88809	-30.55078	0.18928	0.52	0.80	0.80	85.50	62.60	0.33	2.73936e-07	6.32298e-07	6.44476e-07	-1.29580e-07	5.40127e-11	-1.66881e-08
N	2	2	2003	1.84603	-22.35990	-0.82248	0.34	0.72	0.56	91.40	49.90	1.96	1.16044e-07	5.21849e-07	3.37332e-07	-3.37332e-08	-6.32222e-10	7.65781e-09
N	2	2	2003	-3.21684	-17.19467	4.60289	0.29	0.66	0.47	93.80	37.70	2.28	8.16329e-08	4.34044e-07	2.21273e-07	6.83214e-08	-1.117257e-08	-6.26765e-08
N	2	2	2004	-6.89759	-13.43041	-0.46306	0.36	0.59	0.38	95.00	18.70	1.54	1.28996e-07	3.45897e-07	1.42869e-07	1.51305e-07	3.93726e-09	7.66632e-09
N	2	2	2004	-11.53015	-8.71006	4.51479	0.52	0.42	0.41	95.20	18.60	1.29	2.71304e-07	1.74992e-07	1.68242e-07	1.69456e-07	-6.38378e-08	-4.82241e-08
N	2	2	2005	-15.21432	-4.92878	-0.51002	0.63	0.31	0.40	94.70	26.80	1.73	3.99450e-07	9.34298e-08	1.60298e-07	1.10762e-07	8.35261e-09	2.70589e-09
N	2	2	2005	-17.34826	-2.77638	4.93121	0.66	0.28	0.48	93.80	38.50	1.80	4.37535e-07	7.88783e-08	2.26933e-07	5.89074e-08	-6.61959e-08	-1.05939e-08
N	2	2	2006	-15.11285	0.31510	-0.48368	0.65	0.23	0.38	94.40	42.00	2.35	4.23662e-07	5.15738e-08	1.43245e-07	-7.76130e-09	8.98513e-09	-1.87337e-10
N	2	2	2006	-12.10160	3.47444	5.00044	0.58	0.25	0.39	95.10	35.50	2.49	3.39396e-07	6.07035e-08	1.54094e-07	-8.72025e-08	-9.53313e-08	2.73702e-08
N	2	2	2007	-6.93855	8.88464	-0.38049	0.40	0.49	0.28	95.30	8.70	2.23	1.59895e-07	2.43878e-07	7.98525e-08	-1.68129e-07	6.14239e-08	-7.86517e-09
N	2	2	2007	-2.05160	14.02759	5.19256	0.23	0.62	0.42	94.60	41.00	1.97	5.24520e-07	3.83267e-07	1.75740e-07	-4.94408e-08	-1.31470e-08	8.98909e-08
N	2	2	1008	1.14390	17.36750	0.67297	0.26	0.67	0.44	93.30	50.30	2.41	6.98283e-08	4.52458e-07	1.90015e-07	2.53116e-08	6.72147e-10	1.02050e-08
N	2	2	2008	3.19019	19.54610	5.26431	0.31	0.69	0.53	90.80	58.10	0.49	9.84536e-08	4.71244e-07	2.77935e-07	6.25096e-08	9.37629e-09	5.74480e-08
N	2	2	2009	5.97529	17.61144	0.67632	0.34	0.66	0.47	94.30	26.40	1.67	1.18336e-07	4.29869e-07	1.17488e-07	1.19445e-07	2.96712e-09	8.74522e-09
N	2	2	2009	10.99280	12.96337	5.26165	0.47	0.53	0.47	94.30	17.90	1.12	2.20479e-07	2.81217e-07	2.20748e-07	1.83349e-07	4.78185e-08	5.63904e-08
N	2	2	1010	14.15683	9.23519	0.93121	0.58	0.42	0.42	94.40	11.40	0.86	3.32841e-07	1.78571e-07	1.79921e-07	1.75193e-07	1.23670e-08	8.06759e-09
N	2	2	2010	15.64490	2.04182	6.62200	0.64	0.25	0.47	94.50	40.50	1.91	4.04404e-07	6.19438e-07	2.23038e-07	4.54690e-08	9.46182e-08	1.23486e-08
N	2	2	1011	20.67773	-3.03967	1.22464	0.70	0.33	0.52	92.20	51.70	2.32	4.93856e-07	1.06830e-07	2.74727e-07	-5.81503e-08	1.32445e-08	-1.94696e-09
N	2	2	2011	23.93200	-6.50430	7.49520	0.73	0.41	0.66	88.30	61.20	1.58	5.33875e-07	1.67599e-07	4.32629e-07	-1.07487e-07	4.18724e-08	-1.13802e-08
N	2	2	1012	26.80390	-15.07309	1.40740	0.74	0.56	0.77	80.20	73.90	0.63	3.18412e-07	3.18412e-07	5.92393e-07	-1.87858e-07	2.40170e-09	-1.35059e-09
N	2	2	2012	31.33370	-18.72388	5.92348	0.80	0.65	0.92	73.30	74.40	1.62	6.38213e-07	4.20632e-07	8.52152e-07	-2.02231e-07	-1.33189e-08	7.95891e-09
N	2	2	1013	33.78732	-22.19260	1.45974	0.83	0.71	1.01	60.30	78.80	3.25	6.82546e-07	5.03517e-07	1.02238e-06	-2.06820e-07	-6.16471e-09	4.04918e-09
N	2	2	2013	37.95581	-25.84982	5.65198	0.89	0.79	1.15	87.90	6.20	1.70	7.87652e-07	1.33186e-06	1.33186e-06	-2.13277e-07	-4.20888e-08	2.80653e-08
N	2	2	1014	36.20540	-28.88891	0.74099	0.87	0.81	1.16	88.10	8.60	1.58	7.54749e-07	6.55911e-07	1.34111e-06	-2.17060e-07	5.16791e-09	4.12356e-09
N	2	2	2014	33.84660	-32.71558	5.35294	0.86	0.85	1.18	88.10	6.40	1.99	7.34039e-07	7.18565e-07	1.39704e-06	-2.27593e-07	-3.66969e-08	3.54707e-08

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	2	2	1015	31.38275	-35.08541	0.31072	0.83	0.86	1.18	86.50	2.20	1.66	6.95817e-07	7.45107e-07	1.38495e-06	-2.20520e-07	-1.94779e-09	2.17760e-09
N	2	2	2015	27.91246	-38.34807	5.14171	0.81	0.90	1.19	88.20	9.90	1.39	6.63391e-07	8.02920e-07	1.41714e-06	-2.15990e-07	-2.95013e-08	4.05309e-08
N	2	2	1016	25.04860	-41.12393	0.20931	0.80	0.92	1.20	88.20	13.10	1.69	6.41217e-07	8.43868e-07	1.44915e-06	-1.96241e-07	-1.09844e-09	1.80337e-08
N	2	2	2016	22.01853	-42.94533	10.74905	0.79	0.94	1.21	74.80	72.10	0.50	6.18328e-07	8.82628e-07	1.46703e-06	-1.83797e-08	-2.45864e-08	4.79537e-08
N	2	2	3001	17.80085	-38.68544	5.75005	0.70	0.90	1.09	76.40	71.10	0.50	4.94218e-07	8.15119e-07	1.8605e-06	-1.87323e-07	-3.20237e-08	6.95950e-08
N	2	2	3002	9.41376	-30.10001	10.71050	0.52	0.81	0.83	84.00	64.10	0.78	2.65680e-07	6.52046e-07	6.93409e-07	-1.33936e-07	6.02029e-11	-1.92496e-10
N	2	2	3003	1.14753	-21.66913	10.68448	0.33	0.72	0.63	90.60	33.40	2.26	1.07087e-07	5.13186e-07	4.01689e-07	-2.15662e-07	3.87159e-09	-7.31084e-08
N	2	2	3004	-7.23439	-13.11621	10.63091	0.36	0.55	0.54	93.70	38.70	1.72	1.27691e-07	3.04273e-07	2.96806e-07	1.39981e-07	-5.84817e-08	-1.06029e-07
N	2	2	3005	-14.53390	-5.62390	10.71404	0.59	0.31	0.55	93.60	40.10	1.58	3.49988e-07	9.88662e-08	3.04205e-07	1.14284e-07	-1.09434e-07	4.23454e-08
N	2	2	3006	-14.70345	0.71697	10.72399	0.61	0.22	0.54	93.30	50.50	2.15	3.75082e-07	4.95347e-08	2.96761e-07	-1.59121e-07	1.22633e-07	5.97980e-09
N	2	2	3007	-7.95850	7.79098	10.69995	0.40	0.40	0.53	94.50	42.70	2.14	1.63925e-07	1.58259e-07	2.83099e-07	-1.33154e-07	-9.96824e-08	9.75842e-08
N	2	2	3008	1.31420	17.58091	10.58079	0.27	0.66	0.57	91.90	56.30	2.25	7.19677e-08	4.33981e-07	3.26106e-07	2.72131e-08	7.68529e-09	1.02811e-07
N	2	2	3009	5.19266	18.89384	10.79672	0.34	0.67	0.60	92.30	41.20	1.69	1.13663e-07	4.47374e-07	3.61950e-07	9.92114e-08	2.36295e-08	8.59775e-08
N	2	2	3010	14.01333	9.76149	11.15666	0.55	0.43	0.57	93.20	32.80	1.51	3.07696e-07	1.83081e-07	6.30531e-07	1.68624e-07	8.84872e-08	6.16390e-08
N	2	2	3012	26.67930	-13.94140	11.07257	0.75	0.55	0.80	70.90	71.20	0.75	5.69993e-07	3.03854e-07	4.66621e-07	-1.91312e-07	8.80057e-09	-4.59878e-09
N	2	2	3013	34.28449	-21.77094	11.05737	0.85	0.72	1.04	59.80	76.50	1.45	7.23765e-07	5.13316e-07	1.08940e-06	-2.39936e-07	-5.54656e-08	3.52212e-08
N	2	2	3014	36.12713	-28.93284	10.64656	0.88	0.82	1.18	87.20	14.20	1.58	7.81495e-07	6.74094e-07	1.38669e-06	-2.39844e-07	-7.83148e-08	6.92719e-08
N	2	2	3015	31.34062	-35.05303	10.71910	0.85	0.88	1.20	87.10	12.60	1.55	7.15834e-07	7.70632e-07	1.42951e-06	-2.44238e-07	-7.06018e-08	7.89648e-08
N	2	2	3016	25.48501	-40.59645	10.71807	0.81	0.93	1.22	87.40	16.90	1.09	6.45912e-07	8.68776e-07	1.48275e-06	-2.20863e-07	-5.94847e-08	9.47564e-08
N	3	1	1001	-19.63149	-8.44062	0.18582	0.67	0.41	0.53	90.90	54.20	2.00	4.55911e-07	1.66182e-07	2.85438e-07	1.47546e-07	-1.78889e-09	-7.69139e-10
N	3	1	2001	-16.26017	5.02951	0.65133	0.65	0.27	0.46	93.60	42.40	1.80	1.91689e-07	7.06049e-08	2.08115e-07	5.84754e-08	-1.19691e-08	-1.19691e-08
N	3	1	1002	-13.50963	2.06062	0.20467	0.63	0.22	0.34	95.40	20.80	1.66	3.97030e-07	5.02796e-08	1.16814e-07	-5.41496e-08	-4.27199e-09	6.51606e-10
N	3	1	2002	-10.18320	7.77116	4.43809	0.50	0.40	0.38	95.40	20.20	1.85	2.49287e-07	1.60598e-07	1.45847e-07	-1.62065e-07	-7.10867e-08	5.42488e-08
N	3	1	1003	-7.74737	11.99609	-0.77631	0.39	0.55	0.36	95.20	27.30	1.62	1.53826e-07	3.04683e-07	2.26677e-07	-1.67139e-07	8.39931e-09	-1.30056e-08
N	3	1	2003	-4.12185	18.23817	4.66900	0.31	0.67	0.50	92.50	48.20	1.63	9.74542e-08	4.46535e-07	2.46677e-07	-8.31393e-08	-1.28358e-08	5.67954e-08
N	3	1	1004	-1.46459	22.79907	-0.38167	0.35	0.73	0.57	90.60	56.10	2.30	1.91355e-07	5.28946e-07	3.26362e-07	-2.64350e-08	2.18844e-10	-3.40671e-09
N	3	1	2004	1.84698	28.50806	4.61447	0.43	0.79	0.73	86.10	64.40	2.54	1.85454e-07	6.18760e-07	5.25920e-07	2.81913e-08	1.01510e-09	1.56680e-08
N	3	1	1005	4.50945	33.07398	-0.39601	0.51	0.83	0.83	83.90	68.30	0.47	2.58814e-07	6.87448e-07	6.96487e-07	9.95071e-08	1.96497e-12	-1.44119e-11
N	3	1	2005	6.00738	35.69357	5.05146	0.55	0.86	0.91	81.50	70.20	0.91	3.07335e-07	7.38108e-07	8.3135e-07	7.46145e-08	-1.94817e-09	-1.15753e-08
N	3	1	1006	9.59298	34.37563	-0.35998	0.56	0.84	0.89	90.50	12.20	1.54	3.18922e-07	7.01953e-07	7.96132e-07	1.15904e-07	1.67655e-10	6.00835e-10
N	3	1	2006	13.42986	32.30193	5.12592	0.59	0.81	0.88	91.00	10.80	2.25	3.42308e-07	6.62715e-07	7.80174e-07	1.61051e-07	-2.90308e-09	-6.98258e-09
N	3	1	1007	20.02893	28.77684	-0.25269	0.65	0.76	0.88	90.50	6.60	1.86	4.22448e-07	5.77689e-07	7.68328e-07	2.09572e-07	1.84357e-10	2.64877e-10
N	3	1	2007	26.27937	25.42109	5.32166	0.73	0.72	0.92	89.10	18.30	1.62	5.36989e-07	5.21812e-07	8.51206e-07	2.28486e-07	-9.96019e-09	-9.63489e-09
N	3	1	1008	30.35555	23.23879	8.0479	0.78	0.70	0.96	89.50	24.60	1.58	6.12442e-07	4.95050e-07	9.13783e-07	2.17115e-07	-2.25975e-09	-1.72995e-09
N	3	1	2008	32.99128	21.83604	5.39686	0.82	0.70	1.00	87.70	30.50	1.41	6.72038e-07	4.92301e-07	9.93048e-07	2.11706e-07	-2.09664e-08	-1.38771e-08
N	3	1	1009	31.87455	18.64474	8.00112	0.80	0.65	0.92	83.90	60.40	0.28	6.41361e-07	4.21281e-07	8.52613e-07	1.95691e-07	-1.81099e-09	-1.05932e-09
N	3	1	2009	28.72372	12.56265	5.36685	0.77	0.54	0.80	87.80	54.90	0.90	5.96403e-07	2.92927e-07	6.33349e-07	1.64123e-07	5.62863e-09	2.46175e-09
N	3	1	1010	25.97879	8.53048	1.02281	0.75	0.46	0.68	90.50	48.80	1.83	5.56455e-07	2.10085e-07	4.68128e-07	1.27481e-07	4.63322e-09	1.52138e-09
N	3	1	1011	15.88135	-1.02211	1.27915	0.66	0.24	0.40	95.00	26.40	1.42	4.31822e-07	5.85365e-08	1.61082e-07	-2.41242e-08	2.19832e-08	-1.41481e-09
N	3	1	2010	19.43865	5.16875	6.69640	0.68	0.34	0.55	92.30	46.30	1.68	4.58317e-07	1.16971e-07	3.03335e-07	7.6985e-08	6.5006e-08	1.74211e-08
N	3	1	1011	13.39852	-5.09770	7.53600	0.58	0.30	0.47	94.50	30.30	1.47	3.36753e-07	8.82926e-08	2.23315e-07	-1.10531e-07	1.05572e-07	-4.01667e-08
N	3	1	2011	5.91206	-10.13287	1.42580	0.35	0.54	0.30	95.60	30.60	2.24	1.19063e-07	2.89755e-07	9.15797e-08	-1.50992e-07	1.77966e-08	-3.05021e-08
N	3	1	1012	3.59385	-15.47800	5.92478	0.27	0.63	0.46	93.30	49.50	1.69	7.51606e-08	3.97206e-07	2.12528e-07	-7.90369e-08	1.98870e-08	-8.56495e-08
N	3	1	2012	0.90911	-18.76165	1.44964	0.28	0.69	0.47	91.50	56.90	2.34	8.03064e-08	4.71475e-07	2.23322e-07	-1.89989e-08	9.35919e-10	-1.93149e-08
N	3	1	1013	-1.51289	-23.75958	5.62672	0.36	0.74	0.62	92.70	17.00	1.27	1.29217e-07	5.43251e-07	3.83587e-07	2.64709e-08	-2.56660e-09	-4.03078e-08
N	3	1	2013	-4.89962	-22.87019	7.12299	0.38	0.72	0.59	90.70	3.40	0.05	1.41319e-07	5.20341e-07	3.42407e-07	8.51061e-08	-1.25261e-09	-5.84689e-09
N	3	1	1014	-9.22516	-21.62474	5.32064	0.43	0.69	0.61	93.10	14.40	0.87	1.88374e-07	4.76081e-07	3.72213e-07	1.50043e-07	-1.57125e-08	-3.68318e-08
N	3	1	2014	-12.15710	-19.86851	0.27688	0.48	0.65	0.58	90.50	0.70	0.34	4.24102e-07	2.89755e-07	3.39171e-07	1.8404e-07	-1.22862e-09	-2.00795e-09
N	3	1	1015	-16.23357	-17.40342	5.10822	0.57	0.59	0.62	92.90	17.10	0.94	3.21546e-07	3.50529e-07	3.78344e-07	2.08092e-07	-2.55211e-08	-2.73603e-08
N	3	1	2015	-19.66350	-15.37022	0.17332	0.63	0.55	0.62	92.20	22.20	1.53	4.01926e-07	3.00095e-07	3.89338e-07	2.04619e-07	-9.44011e-10	-7.37898e-10
N	3	1	1016	-22.23359	-12.94230	5.20871	0.68	0.51	0.66	88.30	59.50	1.57	4.67492e-07	2.56862e-07	4.36541e-07	1.85446e-07	-2.53437e-08	-1.47527e-08
N	3	1	3001	-19.26225	-7.75598	10.71343	0.66	0.39	0.62	90.10	57.10	2.04	4.41037e-07	1.52796e-07	3.82650e-07	1.38528e-07	-7.44722e-08	-2.99864e-08
N	3	1	3002	-13.21857	2.61465	10.72866	0.58	0.23	0.54	93.70	42.10	1.69	3.36930e-07	5.24367e-08	2.88813e-07	-5.85646e-08	-1.27390e-07	2.51979e-08
N	3	1	3003	-7.28739	12.82661	10.73227	0.36	0.54	0.55	93.20	45.20	2.07	1.28897e-07	2.96592e-07	2.97195e-07	-1.40668e-07	-6.05608e-08	1.065594e-07

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$\lambda$	RmR	$\sigma_{\sigma_x}^2$	$\sigma_{\sigma_y}^2$	$\sigma_{\sigma_z}^2$	$\sigma_{\sigma_{xy}}$	$\sigma_{\sigma_{xz}}$	$\sigma_{\sigma_{yz}}$
N	3	1	3004	-1.27603	23.18017	10.71293	0.35	0.74	0.66	89.30	60.20	1.99	1.225536e-07	5.41253e-07	4.37097e-07	-2.31198e-08	-3.39763e-09	6.17207e-08
N	3	1	3005	4.00100	32.20750	10.82370	0.49	0.84	0.85	84.50	67.60	1.61	2.44209e-07	7.04202e-07	7.29312e-07	5.86386e-08	-8.28039e-10	-6.66559e-09
N	3	1	3006	10.06777	34.06164	10.84775	0.57	0.89	0.92	89.40	18.60	1.57	3.22754e-07	7.29162e-07	7.29162e-07	1.31623e-07	-8.13340e-09	-2.75172e-08
N	3	1	3007	18.68276	29.44433	10.82702	0.64	0.79	0.91	90.50	16.80	1.59	4.12047e-07	6.17473e-07	8.25817e-07	2.18189e-07	-1.28681e-08	-2.02803e-08
N	3	1	3008	30.58717	19.11066	10.71293	0.80	0.71	0.99	88.30	28.30	1.62	6.02405e-07	5.08434e-07	9.76966e-07	2.35263e-07	-3.80080e-08	-2.5176e-08
N	3	1	3009	32.88631	23.71961	10.92505	0.83	0.68	0.99	82.50	62.20	0.81	6.91821e-07	4.60636e-07	9.79624e-07	2.16471e-07	-4.20127e-08	-2.51920e-08
N	3	1	3010	26.43240	8.78616	11.24915	0.76	0.47	0.76	89.60	49.80	1.70	5.84593e-07	2.19874e-07	5.74754e-07	1.36292e-07	2.52512e-08	8.39353e-09
N	3	1	3012	6.95252	-9.73551	11.09635	0.36	0.47	0.54	94.10	46.90	2.07	1.27163e-07	2.18401e-07	-1.32973e-07	-1.82929e-07	7.92178e-08	-1.10928e-07
N	3	1	3013	1.43067	-19.14981	11.04674	0.29	0.68	0.60	90.50	60.10	1.87	8.51054e-08	4.65396e-07	3.59923e-07	-2.85640e-07	6.88701e-09	-9.21840e-08
N	3	1	3014	-4.98075	-22.82914	10.61471	0.38	0.73	0.66	91.90	23.40	1.97	1.42026e-07	5.25814e-07	4.39200e-07	8.79179e-08	-1.29117e-08	-5.91807e-08
N	3	1	3015	-12.15533	-19.84347	10.68473	0.49	0.65	0.66	92.40	24.00	1.73	2.36878e-07	4.28417e-07	4.37977e-07	8.77976e-07	-3.20553e-08	-5.23301e-08
N	3	1	3016	-19.05848	-15.67395	10.68165	0.63	0.56	0.69	91.60	30.20	1.58	3.94821e-07	3.11382e-07	4.73858e-07	2.12034e-07	-3.92267e-08	-3.22606e-08
N	3	2	1001	-43.19405	3.53877	0.98053	0.93	0.65	1.08	78.70	72.20	1.05	8.68224e-07	4.25597e-07	1.17391e-06	3.65083e-08	5.60562e-10	-4.59254e-11
N	3	2	2001	-36.71787	5.21913	4.92480	0.87	0.56	0.93	83.00	67.90	5.26	7.56971e-07	3.18516e-07	8.72891e-07	-6.36079e-08	1.43034e-08	-2.03310e-08
N	3	2	1002	-31.42681	6.59338	1.10754	0.81	0.50	0.80	85.60	62.60	0.55	6.55580e-07	2.50646e-07	6.44456e-07	-8.88673e-08	-9.75727e-11	2.04709e-11
N	3	2	2002	-25.03858	8.25106	4.34464	0.74	0.45	0.67	89.10	57.80	1.28	4.52843e-07	1.98345e-07	4.49944e-07	-1.27353e-07	-2.16986e-08	7.15044e-08
N	3	2	1003	-20.32127	9.50594	-0.86680	0.67	0.43	0.56	91.50	49.90	2.10	4.50755e-07	1.87100e-07	3.15356e-07	-1.57881e-07	7.33412e-09	-3.43077e-09
N	3	2	2003	-13.39902	11.32416	4.58148	0.54	0.48	0.47	93.70	37.70	2.29	2.88609e-07	2.27244e-07	2.21097e-07	-1.86533e-07	-4.84029e-08	4.10917e-09
N	3	2	1004	-8.22905	12.65750	-0.46559	0.40	0.56	0.38	95.20	18.70	1.47	1.61896e-07	1.212981e-07	1.42859e-07	-1.70137e-07	4.72348e-09	-7.26541e-09
N	3	2	2004	-1.84734	14.32489	4.53518	0.23	0.63	0.41	95.00	18.60	1.61	5.26990e-08	3.93321e-07	1.68463e-07	-4.46697e-08	-1.02747e-08	7.96733e-08
N	3	2	1005	3.27838	15.65382	-0.47207	0.27	0.65	0.40	94.60	27.00	1.71	7.34276e-08	4.19490e-07	1.60248e-07	7.58005e-08	-1.66602e-09	-7.95504e-09
N	3	2	2005	6.19059	16.42719	4.97839	0.34	0.63	0.48	93.30	38.60	2.03	1.16253e-07	3.99675e-07	2.27280e-07	1.24487e-07	2.38500e-08	6.32878e-08
N	3	2	1006	7.8042	12.96113	-0.43789	0.39	0.57	0.38	94.40	42.10	2.44	1.50078e-07	3.25210e-07	1.43184e-07	1.64354e-07	-4.18807e-09	-6.97676e-09
N	3	2	2006	9.01101	8.76901	5.04308	0.45	0.44	0.39	95.10	35.60	2.64	2.04131e-07	1.95199e-07	1.54770e-07	1.64033e-07	7.15895e-08	6.96669e-08
N	3	2	1007	11.15842	1.60955	-0.34330	0.61	0.19	0.28	95.70	8.50	2.26	3.68173e-07	3.56632e-08	7.97859e-08	4.89824e-08	-8.91277e-09	-1.28563e-09
N	3	2	2007	13.17733	-5.19811	5.22391	0.59	0.30	0.42	94.40	40.80	2.29	3.43650e-07	9.15986e-08	1.76146e-07	-1.17751e-08	8.49493e-08	-3.35103e-08
N	3	2	1008	14.50148	-9.62249	6.69943	0.58	0.43	0.44	93.00	50.30	2.02	3.36105e-07	1.86131e-07	1.90036e-07	-1.77803e-07	8.56663e-09	-5.87684e-09
N	3	2	1009	12.31318	-13.93722	6.88852	0.50	0.55	0.47	94.00	26.60	1.76	2.49908e-07	2.98297e-07	2.16807e-07	-1.94787e-07	6.22436e-09	-7.04531e-09
N	3	2	2008	15.36112	-12.48912	5.28895	0.57	0.49	0.53	90.60	57.80	0.37	3.24850e-07	2.44628e-07	2.78066e-07	-1.92416e-07	4.53634e-08	-3.68820e-08
N	3	2	2009	5.77426	-15.99130	5.25154	0.33	0.63	0.47	94.40	17.80	1.01	1.07922e-07	3.93932e-07	2.20695e-07	-1.18759e-07	2.50628e-08	-6.94092e-08
N	3	2	1010	0.97957	-16.87715	9.90481	0.26	0.67	0.42	94.90	11.10	1.03	6.59900e-08	4.45906e-07	1.79903e-07	-2.21487e-08	8.31302e-10	-1.43226e-08
N	3	2	2010	-6.02037	-14.60608	6.57785	0.33	0.60	0.47	94.10	40.80	2.09	1.07674e-07	3.59391e-07	2.22537e-07	1.24988e-07	-3.61571e-08	-8.77211e-08
N	3	2	1011	-12.91397	-16.44078	1.15602	0.50	0.59	0.52	92.20	51.80	1.91	2.52563e-07	3.48302e-07	2.74703e-07	1.96340e-07	-7.80544e-09	-9.93711e-09
N	3	2	2011	-17.55523	-17.55555	7.41015	0.59	0.59	0.66	88.60	61.20	1.23	3.51043e-07	3.51051e-07	4.32373e-07	2.12361e-07	-3.03592e-08	-3.03598e-08
N	3	2	1012	-26.40048	-15.78084	1.29888	0.73	0.57	0.77	82.30	74.00	0.58	5.36774e-07	3.28592e-07	5.92424e-07	1.93623e-07	-2.18192e-09	-1.30424e-09
N	3	2	2012	-31.83467	-17.90900	5.79477	0.81	0.64	0.92	76.60	75.20	8.03	6.48719e-07	4.10492e-07	8.52437e-07	1.96069e-07	1.32501e-08	7.45402e-09
N	3	2	1013	-36.05092	-18.30625	1.31720	0.85	0.68	1.01	61.60	78.80	2.07	7.26043e-07	4.60193e-07	1.02261e-06	1.81898e-07	5.93779e-09	3.01514e-09
N	3	2	2013	-41.30680	-20.11366	5.49096	0.92	0.75	1.15	88.80	6.30	1.08	8.44878e-07	5.62648e-07	1.33231e-06	1.81039e-07	4.35732e-08	2.12173e-08
N	3	2	1014	-43.05968	-17.07755	0.58156	0.93	0.74	1.16	88.50	8.00	0.56	8.67436e-07	5.43276e-07	1.34122e-06	1.52537e-07	4.82412e-09	1.91305e-09
N	3	2	2014	-45.22522	-13.13469	5.19519	0.96	0.73	1.18	87.90	6.40	1.39	9.18340e-07	5.34355e-07	1.39746e-06	1.21799e-07	4.75897e-08	1.38219e-08
N	3	2	1015	-46.04162	-9.80876	0.15593	0.96	0.72	1.18	86.50	2.50	1.71	9.23097e-07	5.17876e-07	1.38504e-06	9.04332e-08	1.43418e-09	3.05538e-10
N	3	2	2015	-47.16378	-5.18557	4.99342	0.98	0.72	1.19	87.60	9.80	1.30	9.54436e-07	5.11960e-07	1.41753e-06	4.22448e-08	4.84137e-08	5.32299e-09
N	3	2	1016	-48.13539	-1.31208	0.06605	0.98	0.72	1.20	87.90	13.00	0.08	9.63080e-07	5.22044e-07	1.44921e-06	1.20307e-08	6.66116e-10	1.81570e-11
N	3	2	2016	-48.22498	2.21382	5.10358	0.99	0.72	1.21	78.30	72.00	3.80	9.75702e-07	5.22532e-07	1.46733e-06	-2.07187e-08	5.24037e-08	-2.40565e-09
N	3	2	3001	-42.45089	3.74746	10.61020	0.95	0.64	1.09	77.90	71.20	0.18	8.97109e-07	4.12434e-07	1.18656e-06	-4.31219e-08	7.55235e-08	-6.66702e-09
N	3	2	3002	-30.83394	6.76333	10.63060	0.82	0.50	0.83	83.80	64.30	0.44	6.79411e-07	2.45771e-07	6.93490e-07	-9.83122e-08	-1.80219e-10	3.95304e-11
N	3	2	3004	-7.82251	12.77512	10.62931	0.38	0.54	0.54	93.70	38.70	1.66	1.40754e-07	2.91235e-07	2.96777e-07	-1.47414e-07	-6.32289e-08	1.03261e-07
N	3	2	3005	2.30486	15.38735	10.74756	0.25	0.62	0.55	93.30	40.00	1.67	6.19121e-08	3.86221e-07	3.04692e-07	4.96930e-08	1.74129e-08	1.16249e-07
N	3	2	3006	7.89255	12.38595	10.76867	0.38	0.53	0.53	92.90	50.50	2.06	1.42836e-07	2.80778e-07	2.97497e-07	1.47991e-07	6.61121e-08	1.03751e-07
N	3	2	3007	10.68128	3.01776	10.73721	0.52	0.22	0.53	94.20	42.70	2.00	2.73664e-07	4.73510e-08	2.84035e-07	6.94862e-08	1.34279e-07	3.79377e-08
N	3	2	3008	14.57036	-9.89330	10.60656	0.57	0.43	0.57	91.50	56.30	2.13	3.20206e-07	1.85242e-07	3.62085e-07	-1.70033e-07	8.54429e-08	-5.80159e-08
N	3	2	3009	13.78276	-13.91404	10.81291	0.53	0.53	0.60	92.20	41.20	2.18	2.87551e-07	2.82231e-07	3.62085e-07	-1.94080e-07	6.28189e-08	-6.34173e-08
N	3	2	3010	1.47610	-17.09257	11.13010	0.26	0.65	0.57	93.40	32.90	1.79	6.84464e-08	4.22832e-07	3.30209e-07	-3.09447e-08	9.29749e-09	-1.07283e-07
N	3	2	3012	-25.38738	-16.25316	10.96566	0.73	0.58	0.80	71.10	71.30	0.75	5.34723e-07	3.39819e-07	6.46655e-07	2.111440e-07	-8.27412e-09	-5.29714e-09

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_{\rho}$	$\sigma_{\rho}^2$	$\sigma_{\rho}^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	3	2	3013	-35.95683	-18.96415	10.91364	0.87	0.69	1.04	59.30	76.60	0.64	7.58060e-07	4.79259e-07	1.08985e-06	2.03709e-07	5.74136e-08	3.02808e-08
N	3	2	3014	-43.09028	-17.00520	10.48642	0.95	0.74	1.18	88.20	14.20	1.28	9.06904e-07	5.48883e-07	1.38755e-06	1.67354e-07	9.20166e-08	3.63135e-08
N	3	2	3015	-46.02489	-9.80776	10.56442	0.98	0.72	1.20	87.50	12.60	1.58	9.67073e-07	5.19548e-07	1.43035e-06	9.99029e-08	1.02196e-07	2.17767e-08
N	3	2	3016	-47.92697	-1.97215	10.57279	1.00	0.72	1.22	87.60	16.80	0.97	1.00597e-06	5.18525e-07	1.48357e-06	2.00922e-07	1.10360e-07	4.54123e-09
N	4	1	1001	-19.52625	-8.61353	0.18893	0.67	0.41	0.53	91.50	54.10	2.04	4.43286e-07	1.68808e-07	2.85440e-07	1.49991e-07	-1.81182e-09	-7.98014e-10
N	4	1	1002	-13.32731	1.94189	0.20625	0.63	0.22	0.34	95.30	20.80	1.94	3.97955e-07	4.93557e-08	1.0817e-07	-5.10955e-08	-4.31052e-09	6.18787e-08
N	4	1	2001	-16.23605	-2.79436	5.02832	0.65	0.27	0.46	93.50	42.10	1.78	4.18621e-07	7.16601e-08	2.08147e-07	6.15376e-08	-1.26198e-08	5.36326e-08
N	4	1	2002	-10.25094	7.68105	4.43920	0.50	0.40	0.38	95.60	20.30	1.83	2.52123e-07	1.57746e-07	1.45863e-07	-1.61253e-07	-7.15767e-08	5.36326e-08
N	4	1	1003	-7.85300	-0.77580	-0.77580	0.40	0.55	0.36	94.90	27.40	1.75	1.56790e-07	3.01721e-07	1.28672e-07	-1.68445e-07	-1.29224e-08	8.50821e-09
N	4	1	2003	-4.28212	11.20213	4.66904	0.31	0.67	0.50	92.80	47.90	2.02	9.89444e-08	4.45047e-07	2.46680e-07	-8.61966e-08	5.66802e-08	5.66802e-08
N	4	1	1004	-1.66480	22.78597	-0.38280	0.35	0.73	0.57	90.50	56.10	2.48	1.19638e-07	5.28460e-07	3.26381e-07	-3.00298e-08	2.49468e-10	-3.41445e-09
N	4	1	2004	1.59667	28.52230	4.61263	0.43	0.79	0.73	86.60	67.70	0.37	1.84981e-07	6.19204e-07	5.25877e-07	4.43842e-08	8.77456e-10	1.56745e-09
N	4	1	1005	4.22856	33.11116	-0.39829	0.51	0.83	0.83	83.30	64.70	0.37	2.57836e-07	6.88129e-07	9.96493e-07	5.58630e-08	1.85789e-12	1.45479e-11
N	4	1	2005	5.70543	35.74398	5.05012	0.56	0.86	0.91	81.30	70.40	0.19	3.10611e-07	7.03881e-07	8.33167e-07	7.09603e-08	-1.85011e-09	1.15907e-08
N	4	1	1006	9.30064	34.45521	-0.36139	0.55	0.84	0.89	90.60	12.20	2.05	3.16981e-07	7.03881e-07	7.96115e-07	1.12646e-07	1.63177e-10	6.04507e-08
N	4	1	2006	13.15605	32.41368	5.12418	0.58	0.82	0.88	90.60	10.70	2.14	3.95957e-07	6.65399e-07	7.80134e-07	1.58317e-07	-2.84173e-09	-7.00142e-09
N	4	1	1007	19.78457	28.94472	-0.25523	0.65	0.76	0.88	91.30	6.50	1.59	4.18906e-07	5.81213e-07	7.68304e-07	2.08229e-07	1.83886e-10	2.69024e-10
N	4	1	2007	26.06325	25.64235	5.31977	0.73	0.73	0.92	89.60	18.40	1.44	5.33116e-07	5.25673e-07	8.51187e-07	2.28579e-07	-9.87366e-09	-9.71420e-09
N	4	1	1008	30.15841	23.49414	8.0178	0.78	0.71	0.96	88.70	24.50	1.52	6.08770e-07	4.98723e-07	9.13782e-07	2.18074e-07	-2.23666e-09	-1.74242e-09
N	4	1	2008	32.80599	22.11384	5.39458	0.82	0.70	1.00	87.80	30.30	1.93	6.68450e-07	4.95889e-07	9.93046e-07	2.13189e-07	-2.08396e-08	-1.40476e-08
N	4	1	1009	31.16151	18.91336	7.98005	0.80	0.65	0.92	83.60	60.00	0.03	6.38015e-07	2.42608e-07	8.52636e-07	1.97520e-07	-1.79756e-09	1.07193e-09
N	4	1	2009	28.61658	12.80508	5.36535	0.77	0.54	0.80	87.60	54.50	1.35	5.93605e-07	2.95725e-07	6.33342e-07	1.66664e-07	5.60665e-09	2.50881e-09
N	4	1	1010	25.90553	8.74906	1.02098	0.74	0.46	0.68	90.40	48.80	2.11	5.54274e-07	2.12253e-07	4.68110e-07	1.30382e-07	4.61240e-09	1.55774e-09
N	4	1	1011	15.88882	-0.88765	1.27815	0.66	0.24	0.40	95.00	26.50	1.44	4.32197e-07	5.81507e-08	1.61066e-07	-2.09621e-08	2.19786e-08	-1.22787e-09
N	4	1	2010	19.38889	5.33266	6.69478	0.68	0.34	0.55	92.60	46.20	1.86	4.56637e-07	1.18643e-07	3.03304e-07	1.00568e-07	6.53426e-08	1.79716e-08
N	4	1	1012	13.44156	-4.98343	7.53564	0.58	0.29	0.47	94.40	30.60	2.56	3.38622e-07	8.64288e-08	2.23309e-07	-1.08400e-07	1.05907e-07	-3.92648e-08
N	4	1	2012	5.99751	-10.08227	1.42672	0.35	0.54	0.30	95.70	30.30	1.52	2.1628e-07	2.87182e-07	9.15837e-08	1.52412e-07	1.80657e-08	-3.03698e-08
N	4	1	1013	3.72490	-15.44651	5.92618	0.28	0.63	0.46	93.30	49.80	1.60	7.65206e-08	3.95828e-07	2.12544e-07	-8.17545e-08	2.06169e-08	-8.54947e-08
N	4	1	1014	1.06748	-18.75317	1.45156	0.28	0.69	0.47	92.20	56.60	2.53	8.06540e-08	4.71123e-07	2.2326e-07	-2.22988e-08	1.10041e-09	-1.93317e-08
N	4	1	2013	-1.31100	-23.77101	5.62956	0.36	0.74	0.62	93.20	17.00	1.47	1.28791e-07	5.81507e-08	3.83600e-07	2.29505e-08	-2.22518e-09	-4.03468e-08
N	4	1	1014	-4.70665	-22.90997	0.71467	0.37	0.72	0.59	90.90	3.30	0.01	1.39905e-07	5.21738e-07	3.42390e-07	8.19008e-08	-1.20742e-09	-5.87721e-09
N	4	1	2014	-9.04139	-21.70132	5.32396	0.43	0.69	0.61	93.50	14.20	0.91	1.85844e-07	4.78590e-07	3.72223e-07	1.47584e-07	-1.54093e-08	-3.69857e-08
N	4	1	1015	-11.98779	-19.97074	4.28028	0.48	0.65	0.58	89.70	0.70	0.19	2.82023e-07	4.27222e-07	3.39164e-07	1.83172e-07	-1.22645e-09	-2.04316e-09
N	4	1	2015	-16.08516	-17.53991	5.11075	0.56	0.60	0.62	93.20	17.10	1.40	3.18015e-07	3.54046e-07	3.78352e-07	2.07815e-07	-2.53004e-08	-2.75886e-08
N	4	1	1016	-19.53384	-15.53580	0.17661	0.63	0.55	0.62	92.90	21.60	1.74	3.98480e-07	3.05559e-07	3.89361e-07	2.05449e-07	-9.55477e-10	-7.59918e-10
N	4	1	2016	-22.12336	-13.12952	5.21165	0.68	0.51	0.66	88.20	59.60	1.96	4.64344e-07	2.6008e-07	4.36561e-07	1.87200e-07	-2.52302e-08	-1.49733e-08
N	4	1	3001	-19.19436	-7.91784	10.71576	0.66	0.39	0.62	90.30	57.20	2.27	4.38687e-07	1.55140e-07	3.82656e-07	1.40940e-07	-7.42319e-08	-3.06213e-08
N	4	1	3002	-13.23907	2.50319	10.72939	0.58	0.23	0.54	93.90	42.20	2.27	3.37872e-07	5.14649e-08	2.88825e-07	-5.61604e-08	2.41266e-08	2.41266e-08
N	4	1	3003	-7.39504	12.76460	10.73246	0.36	0.54	0.55	93.40	45.30	2.05	1.31276e-07	2.94206e-07	2.97198e-07	-1.42078e-07	1.06081e-07	1.06081e-07
N	4	1	3004	-1.47128	23.16877	10.71236	0.35	0.74	0.66	89.10	60.10	1.86	1.22957e-07	5.40835e-07	4.37092e-07	-2.66438e-08	-3.91735e-09	6.16880e-08
N	4	1	3005	3.72952	32.24067	10.82309	0.49	0.84	0.85	82.70	67.70	0.57	2.43273e-07	7.05154e-07	7.29328e-07	5.41540e-08	-7.72130e-10	-6.67485e-09
N	4	1	3006	9.78041	34.14572	10.84608	0.57	0.86	0.92	89.50	18.60	0.04	3.20570e-07	7.31349e-07	8.53254e-07	1.28176e-07	-7.89992e-09	-2.75805e-08
N	4	1	3007	18.43384	29.60126	10.82475	0.64	0.79	0.91	89.90	16.60	1.78	4.08381e-07	6.21136e-07	8.25806e-07	-1.26418e-07	-1.26929e-08	-2.03823e-08
N	4	1	3008	30.39255	23.36812	10.71070	0.80	0.72	0.99	88.50	28.30	1.83	6.83092e-07	5.12422e-07	9.77002e-07	2.36347e-07	-3.77612e-08	-2.90337e-08
N	4	1	3009	32.71856	19.99700	10.92170	0.83	0.68	0.99	82.90	62.10	0.02	6.88148e-07	4.64308e-07	9.79595e-07	2.18383e-07	-4.17816e-08	-2.55362e-08
N	4	1	3010	26.35656	9.00929	11.24897	0.76	0.47	0.76	89.30	49.80	2.00	5.82249e-07	2.22198e-07	5.74733e-07	1.39357e-07	2.51837e-08	8.60838e-09
N	4	1	3012	7.03523	-9.67504	11.09717	0.36	0.46	0.54	94.30	47.00	2.14	1.29438e-07	2.21610e-07	2.92850e-07	-1.33728e-07	8.01656e-08	-1.10246e-07
N	4	1	3013	1.59310	-19.13625	11.04887	0.29	0.68	0.60	90.60	60.10	1.68	8.56114e-08	4.64783e-07	3.59951e-07	-3.17866e-08	7.66990e-09	-9.21304e-08
N	4	1	3014	-4.78775	-22.86963	10.61931	0.37	0.73	0.66	92.50	23.00	1.76	1.40562e-07	5.27266e-07	4.39229e-07	8.46671e-08	-1.24136e-08	-5.92962e-08
N	4	1	3015	-11.98710	-19.94486	10.68769	0.48	0.66	0.66	92.70	24.40	1.90	2.33716e-07	4.31570e-07	4.30111e-07	1.86155e-07	-3.16164e-08	-5.26053e-08
N	4	1	3016	-18.92439	-15.83405	10.68508	0.63	0.66	0.69	91.70	30.10	1.92	3.91219e-07	3.14968e-07	4.73885e-07	2.12712e-07	-3.89596e-08	-3.25975e-08
N	4	2	2001	-36.72414	5.17585	4.92577	0.87	0.56	0.93	81.60	67.80	6.42	7.57127e-07	3.18389e-07	8.72903e-07	-6.30911e-08	1.43094e-08	-2.01675e-09
N	4	2	1001	-43.20041	3.48778	0.08335	0.93	0.65	1.08	77.20	72.10	0.29	8.68351e-07	4.25554e-07	1.17403e-06	-3.59837e-08	5.80351e-10	-4.68546e-11
N	4	2	1002	-31.43820	6.55704	0.10840	0.81	0.50	0.80	86.40	62.60	0.25	6.55850e-07	2.50490e-07	6.44605e-07	-8.83906e-08	-9.80711e-11	2.04546e-11

... nadaljuje ...



TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	4	2	2002	-25.04820	8.22279	4.34493	0.74	0.45	0.67	88.80	57.90	1.71	5.431336e-07	1.98060e-07	4.49956e-07	-1.26963e-07	-2.17069e-08	7.12591e-09
N	4	2	1003	-20.33367	9.48340	-0.86649	0.67	0.43	0.56	91.40	50.00	2.08	4.51139e-07	1.86758e-07	3.15402e-07	-1.57582e-07	7.33410e-09	-3.42054e-09
N	4	2	2003	-13.35354	12.31021	4.58210	0.54	0.48	0.47	93.60	37.80	2.11	2.89060e-07	2.26839e-07	2.21145e-07	-1.86469e-07	4.10339e-09	4.26400e-09
N	4	2	1004	-8.24399	11.64918	-0.46589	0.40	0.56	0.38	95.00	18.70	1.55	1.62291e-07	3.12609e-07	1.70311e-07	-1.70311e-07	4.73421e-09	-7.26400e-09
N	4	2	2004	-1.86331	14.32332	4.53557	0.23	0.63	0.41	95.10	26.50	1.60	5.28019e-08	3.93277e-07	1.68477e-07	-4.50480e-08	-1.03634e-08	7.96643e-08
N	4	2	1005	3.66120	15.65769	-0.47227	0.27	0.65	0.40	94.60	18.90	1.80	7.32632e-08	4.19660e-07	1.60254e-07	7.54198e-08	-1.65792e-09	-7.95999e-09
N	4	2	2005	6.17235	16.43461	4.97822	0.34	0.63	0.48	93.80	38.50	2.01	1.15978e-07	3.99962e-07	2.27288e-07	1.24170e-07	2.37773e-08	6.33100e-08
N	4	2	1006	7.76596	12.97015	-0.43811	0.39	0.57	0.38	94.60	42.10	2.37	1.49710e-07	3.25584e-07	1.43199e-07	1.64157e-07	-4.18219e-09	-6.98479e-09
N	4	2	2006	9.00119	8.77984	5.04304	0.45	0.44	0.39	95.20	35.60	2.52	2.03755e-07	1.95858e-07	1.54782e-07	1.64045e-07	7.15096e-08	6.97511e-08
N	4	2	1007	11.15725	1.62197	-0.34304	0.61	0.19	0.28	95.50	8.60	2.20	3.68073e-07	3.57771e-08	7.97942e-08	4.93503e-08	-8.90413e-09	-1.29443e-09
N	4	2	2008	14.51326	-9.60658	0.70059	0.58	0.43	0.44	92.90	50.40	2.42	3.96521e-07	1.85737e-07	1.90061e-07	-1.77634e-07	8.87713e-09	-5.87593e-09
N	4	2	3007	13.18418	-5.18318	5.22502	0.59	0.30	0.42	94.80	41.00	2.33	3.43930e-07	9.13393e-08	1.76177e-07	-1.17459e-07	8.49955e-08	-3.34148e-08
N	4	2	2007	15.37616	-12.47190	5.29046	0.57	0.49	0.53	90.50	58.00	1.83	3.25304e-07	2.44192e-07	2.78102e-07	-1.92324e-07	4.54128e-08	-3.68332e-08
N	4	2	1009	12.32926	-13.92375	0.69027	0.50	0.55	0.47	94.00	26.60	1.83	2.50353e-07	2.97863e-07	1.68232e-07	-1.94842e-09	6.24780e-09	-7.05580e-09
N	4	2	2009	5.79299	-15.98448	5.25349	0.33	0.63	0.47	94.70	17.90	1.05	1.08199e-07	3.93646e-07	2.20723e-07	-1.19092e-07	2.51515e-08	-6.94000e-08
N	4	2	1010	0.99953	-16.87643	0.90610	0.26	0.67	0.42	94.60	11.30	0.81	6.56463e-08	4.45858e-07	1.79916e-07	-2.25979e-08	8.49393e-10	-1.43414e-08
N	4	2	2010	-6.00301	-14.61283	6.57909	0.33	0.60	0.47	94.00	40.60	2.16	1.07376e-07	3.59674e-07	2.2554e-07	1.24688e-07	-3.60589e-08	-8.77764e-08
N	4	2	1011	-12.89534	-16.45589	1.15744	0.50	0.59	0.52	92.30	51.80	2.07	2.52117e-07	4.8756e-07	2.24717e-07	1.96230e-07	-7.80324e-09	-9.95781e-09
N	4	2	2011	-17.53611	-17.57583	7.41206	0.59	0.59	0.66	88.20	61.20	2.26	3.50580e-07	3.51541e-07	4.32420e-07	2.12364e-07	-3.03263e-08	-3.03950e-08
N	4	2	1012	-26.38354	-15.81151	1.30019	0.73	0.57	0.77	81.10	74.10	0.81	5.36353e-07	3.29065e-07	5.92473e-07	1.93861e-07	-2.18151e-09	-1.30737e-09
N	4	2	2012	-31.81100	-17.94288	5.79703	0.81	0.64	0.92	75.30	74.10	2.54	6.48213e-07	4.10868e-07	8.52271e-07	1.96338e-07	1.32340e-08	7.46460e-09
N	4	2	1013	-36.02836	-18.34669	1.31979	0.85	0.68	1.01	62.40	78.50	4.01	7.25596e-07	4.60570e-07	1.02252e-06	1.82203e-07	5.94467e-09	3.02720e-09
N	4	2	2013	-41.28399	-20.16109	5.49400	0.92	0.75	1.15	88.30	6.10	1.88	8.44482e-07	5.63070e-07	1.33234e-06	1.80467e-07	4.35746e-08	2.12797e-08
N	4	2	1014	-43.04162	-17.12504	0.58368	0.93	0.74	1.01	89.40	8.10	1.70	8.67119e-07	5.43652e-07	1.34130e-06	1.52903e-07	4.84006e-09	1.92572e-09
N	4	2	2014	-45.20948	-13.18668	5.19647	0.96	0.73	1.18	87.50	6.40	1.62	9.18086e-07	5.34656e-07	1.39752e-06	1.22239e-07	4.75892e-08	1.38808e-08
N	4	2	1015	-46.03109	-9.86267	0.15848	0.96	0.72	1.18	86.20	2.10	1.36	9.22904e-07	5.18108e-07	1.38509e-06	9.09054e-08	1.45730e-09	3.12242e-10
N	4	2	2015	-47.15864	-5.23914	4.99448	0.98	0.72	1.19	88.30	9.90	1.29	9.54343e-07	5.12088e-07	1.41758e-06	4.97408e-08	4.84204e-08	5.37932e-08
N	4	2	1016	-48.13484	-1.36695	0.06604	0.98	0.72	1.20	87.50	13.10	1.49	9.63072e-07	5.22038e-07	1.44927e-06	1.25332e-08	6.66047e-10	1.89147e-11
N	4	2	2016	-48.22741	2.16013	5.10400	0.99	0.72	1.21	75.80	71.90	0.87	9.75750e-07	5.25279e-07	1.46733e-06	-2.02173e-08	5.24108e-08	-2.34750e-09
N	4	2	3001	-42.45552	3.70075	10.61060	0.95	0.64	1.09	78.20	70.90	0.29	8.97178e-07	4.12312e-07	1.18649e-06	-4.25903e-08	7.55244e-08	-6.58360e-09
N	4	2	3002	-30.84115	6.72940	10.63023	0.82	0.50	0.83	84.90	64.10	0.28	6.72621e-07	2.45535e-07	6.93478e-07	-9.18426e-08	-1.82550e-10	3.98316e-11
N	4	2	3003	-19.42089	9.72876	10.64245	0.66	0.43	0.63	90.40	53.40	2.32	4.32693e-07	1.88101e-07	4.01434e-07	-1.63575e-07	-6.52530e-08	3.26880e-08
N	4	2	3004	-7.83724	12.76735	10.62988	0.38	0.54	0.54	94.00	38.70	1.95	1.41093e-07	2.90926e-07	2.96799e-07	-1.47588e-07	-6.33403e-08	1.03185e-07
N	4	2	3005	2.28691	15.39107	10.74812	0.25	0.62	0.55	93.60	40.10	2.09	6.18032e-08	3.86358e-07	3.04714e-07	4.93133e-07	1.72752e-08	1.16264e-07
N	4	2	3006	7.87838	12.39554	10.76873	0.38	0.53	0.55	93.00	50.50	2.40	1.42496e-07	2.81131e-07	2.97502e-07	1.47833e-07	6.59898e-08	1.03826e-07
N	4	2	3007	10.67781	3.07059	10.73810	0.52	0.22	0.53	94.40	42.60	1.98	2.73499e-07	4.75186e-08	2.84057e-07	6.97573e-08	1.34232e-07	3.80979e-08
N	4	2	3008	14.58260	-9.87685	10.60895	0.57	0.43	0.57	91.60	56.30	2.35	3.20616e-07	1.84857e-07	3.26430e-07	-1.69881e-07	8.55089e-08	-5.79155e-08
N	4	2	3009	13.80008	-13.89721	10.81470	0.53	0.53	0.60	92.50	41.10	2.05	2.79035e-07	2.81757e-07	3.62124e-07	-1.94087e-07	6.28979e-08	-6.33405e-08
N	4	2	3010	1.49565	-17.02992	11.13281	0.26	0.65	0.57	93.50	33.00	1.76	6.85109e-08	4.22743e-07	3.30254e-07	-3.13522e-08	9.42196e-08	-1.07281e-07
N	4	2	3012	-25.36708	-16.28057	10.96756	0.73	0.58	0.80	70.60	71.40	0.25	5.34215e-07	3.40266e-07	6.46600e-07	2.11660e-07	-8.27938e-09	-5.31370e-09
N	4	2	3013	-35.93505	-19.00324	10.91590	0.87	0.69	1.04	61.50	76.40	1.89	7.57607e-07	4.79683e-07	1.08982e-06	2.04022e-07	5.73888e-08	0.03485e-08
N	4	2	3014	-43.07030	-17.05276	10.48829	0.95	0.74	1.18	88.00	14.10	1.95	9.06523e-07	5.49236e-07	1.38751e-06	1.67738e-07	9.19875e-08	3.64205e-08
N	4	2	3015	-46.01312	-9.85947	10.56643	0.98	0.72	1.20	87.10	12.60	1.70	9.66851e-07	5.19759e-07	1.43032e-06	1.00411e-07	1.02188e-07	-2.18964e-08
N	4	2	3016	-47.92434	-2.02495	10.57409	1.00	0.72	1.22	87.60	16.80	1.50	1.00593e-06	5.18561e-07	1.48356e-06	2.06297e-07	1.10367e-07	4.66335e-09
N	5	1	1001	-19.44545	-8.85684	0.18951	0.66	0.42	0.53	91.40	54.20	3.30	4.39468e-07	1.72586e-07	2.85396e-07	1.53375e-07	-1.80759e-09	-8.23307e-10
N	5	1	2001	-16.19812	-2.99643	5.02781	0.65	0.27	0.46	93.90	42.20	2.81	4.17004e-07	7.32361e-08	2.08108e-07	6.58457e-08	-7.31664e-08	-1.35348e-08
N	5	1	1002	-13.54927	1.77933	0.20597	0.63	0.22	0.34	95.40	20.90	2.33	3.99163e-07	4.81238e-08	1.16794e-07	4.67173e-08	-4.31245e-09	5.64004e-10
N	5	1	2002	-10.34535	7.55254	4.43807	0.51	0.39	0.38	95.30	20.10	2.22	2.56122e-07	1.53744e-07	1.45837e-07	-1.60030e-07	-7.22276e-08	5.27292e-08
N	5	1	1003	-4.50972	18.14582	4.66733	0.32	0.67	0.50	93.20	47.90	2.63	1.01155e-07	4.42831e-07	2.46651e-07	-9.05057e-08	-1.40402e-08	5.64935e-08
N	5	1	2003	-8.00126	11.82792	-0.77700	0.40	0.55	0.36	95.10	27.20	2.25	1.61019e-07	2.97484e-07	1.28670e-07	-1.70202e-07	8.68266e-09	-1.28352e-08
N	5	1	1004	-1.95052	22.76180	-0.38498	0.35	0.73	0.50	90.80	56.10	3.16	1.20441e-07	5.27630e-07	3.26341e-07	2.94015e-08	2.94015e-08	-3.43104e-09
N	5	1	2004	-4.51018	18.14513	4.66750	0.32	0.67	0.50	92.90	48.00	2.40	1.01156e-07	4.42816e-07	2.46641e-07	-9.05158e-08	-1.40431e-08	5.64975e-08
N	5	1	1005	1.23857	28.53916	4.60986	0.43	0.79	0.73	86.30	64.10	1.02	1.84425e-07	6.19729e-07	5.25826e-07	1.89274e-08	6.80506e-10	1.56802e-08
N	5	1	2005	3.81250	33.16192	-0.40065	0.51	0.83	0.83	83.50	67.80	1.13	2.56505e-07	6.89469e-07	6.96505e-07	5.04430e-08	1.69548e-12	1.47477e-11

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	5	1	2005	5.25587	35.81404	5.04718	0.55	0.86	0.91	80.20	70.70	0.33	3.044222e-07	7.41078e-07	8.33204e-07	6.54917e-08	-1.70370e-09	-1.16092e-08
N	5	1	1006	8.86677	34.56935	-0.36466	0.58	0.84	0.89	90.80	12.20	1.81	3.14210e-07	7.06652e-07	7.96114e-07	1.07747e-07	1.56968e-10	6.11981e-10
N	5	1	2006	12.74710	32.57691	5.12108	0.58	0.82	0.88	91.00	10.70	2.24	3.35666e-07	6.69328e-07	7.80012e-07	1.54164e-07	-2.75143e-09	-7.03164e-09
N	5	1	1007	19.49147	29.19138	-0.25681	0.64	0.77	0.88	91.10	6.60	2.26	4.13704e-07	5.86428e-07	7.68320e-07	2.06124e-07	1.81641e-10	7.93045e-09
N	5	1	2007	25.73917	25.96767	5.31844	0.73	0.73	0.92	90.10	18.30	2.41	5.27372e-07	5.31413e-07	8.51180e-07	2.28598e-07	9.74806e-09	-9.83460e-09
N	5	1	1008	29.86147	23.87138	8.00004	0.78	0.71	0.96	89.00	24.50	2.25	6.03286e-07	5.04227e-07	9.13810e-07	2.19386e-07	-2.21005e-09	-1.76672e-09
N	5	1	2008	32.52620	22.52586	5.39350	0.81	0.71	1.00	88.10	30.50	1.67	6.63079e-07	5.01307e-07	9.93110e-07	2.15292e-07	-2.06609e-08	-1.43086e-08
N	5	1	1009	38.45186	13.16611	5.36531	0.77	0.55	1.00	88.10	54.80	1.50	5.89332e-07	2.99986e-07	6.33327e-07	2.15292e-07	5.57582e-09	-2.58021e-09
N	5	1	2010	31.47621	19.31422	0.79672	0.80	0.66	0.92	83.80	60.30	2.16	6.32630e-07	4.21567e-07	8.52673e-07	2.00149e-07	-1.78131e-09	-1.09292e-09
N	5	1	1010	25.79349	9.07492	1.02169	0.74	0.46	0.68	90.50	48.70	2.16	5.50938e-07	2.15937e-07	4.68121e-07	1.34651e-07	1.61677e-09	1.61677e-09
N	5	1	2011	-19.09389	-8.15734	10.71757	0.66	0.40	0.62	90.70	57.20	1.95	4.35102e-07	1.58712e-07	3.82691e-07	1.44444e-07	-7.38452e-08	-3.15483e-08
N	5	1	3001	19.31989	5.57832	6.69549	0.67	0.35	0.55	92.80	46.00	2.17	4.54033e-07	1.21251e-07	3.03319e-07	1.04825e-07	6.51127e-08	1.88003e-08
N	5	1	1011	15.89834	-0.68729	1.27881	0.66	0.24	0.40	95.00	26.60	1.94	4.32659e-07	5.76788e-08	1.61061e-07	-1.62409e-08	2.20042e-08	-9.51249e-10
N	5	1	1012	6.12401	-10.00458	1.42796	0.35	0.53	0.30	95.50	30.60	2.45	1.25022e-07	2.83281e-07	1.57727e-08	-1.54452e-08	1.84661e-07	-3.01674e-08
N	5	1	3002	-13.26893	2.36696	10.73025	0.58	0.22	0.54	94.00	42.10	2.48	3.39223e-07	5.00988e-08	8.28843e-07	-5.25513e-08	-1.27698e-07	2.25256e-08
N	5	1	3003	-7.55443	12.67209	10.73277	0.37	0.54	0.55	93.60	45.40	2.13	1.94702e-07	2.90641e-07	2.97213e-07	-1.44075e-08	-6.27744e-08	1.05300e-07
N	5	1	3004	-1.76172	23.14957	10.71104	0.35	0.73	0.66	89.20	60.10	1.70	1.32802e-07	5.40016e-07	4.79262e-07	-3.18745e-08	-4.68974e-09	6.16246e-08
N	5	1	3005	3.32467	32.28771	10.82078	0.49	0.84	0.85	82.30	67.80	0.46	2.42026e-07	7.06477e-07	7.29409e-07	4.83371e-08	-6.89596e-10	-6.69706e-09
N	5	1	3006	9.35066	34.26707	10.84398	0.56	0.86	0.92	89.70	18.70	1.80	3.17430e-07	6.24513e-07	8.53278e-07	1.22968e-07	-2.76761e-08	-2.76761e-08
N	5	1	3007	18.06051	29.83113	10.82402	0.63	0.79	0.91	90.40	16.90	2.05	4.02981e-07	7.36549e-07	8.25820e-07	2.13673e-07	-1.24360e-08	-2.05410e-08
N	5	1	3008	30.09802	23.74929	10.70915	0.80	0.72	0.99	88.50	28.40	1.79	6.32161e-07	5.18409e-07	9.77073e-07	2.37847e-07	-2.95081e-08	-2.95081e-08
N	5	1	3009	32.46261	20.41114	10.92127	0.83	0.69	0.99	83.00	62.40	0.89	6.82578e-07	4.69900e-07	9.79622e-07	2.21153e-07	-4.14558e-08	-2.60657e-08
N	5	1	3010	26.23860	9.34362	11.24967	0.76	0.48	0.76	89.70	49.90	1.44	5.78626e-07	2.25788e-07	5.74705e-07	1.43893e-07	2.50801e-08	8.93108e-09
N	5	1	2011	13.50179	-4.81298	7.53661	0.58	0.29	0.47	94.80	30.30	2.04	3.41281e-07	8.37217e-08	2.23313e-07	-1.05177e-07	1.06411e-07	-3.79324e-08
N	5	1	2012	3.91836	-15.39551	5.92862	0.28	0.63	0.46	93.70	49.70	2.62	1.63446e-08	3.93659e-07	2.12539e-07	-8.57389e-08	2.17027e-08	-8.52716e-08
N	5	1	1013	1.30372	-18.73668	1.45424	0.29	0.69	0.47	92.70	56.70	2.71	8.12652e-08	4.70474e-07	2.23301e-07	-2.72133e-08	1.34668e-09	-1.93541e-08
N	5	1	2013	-1.01166	-23.78357	5.63325	0.36	0.74	0.62	93.40	16.90	1.91	1.28257e-07	5.44144e-07	3.83579e-07	1.77223e-08	-1.71857e-09	-4.04025e-08
N	5	1	1014	-4.41790	-22.96651	0.71783	0.37	0.72	0.59	91.20	3.30	0.13	1.37896e-07	5.23725e-07	3.42369e-07	7.70710e-08	-1.13851e-09	-5.91857e-09
N	5	1	3012	7.15673	-9.58109	11.09955	0.36	0.46	0.54	94.60	46.90	2.89	1.32843e-07	2.12595e-07	2.92909e-07	-1.34764e-07	8.15794e-08	-1.09215e-07
N	5	1	3013	1.83332	-19.11172	11.05273	0.29	0.68	0.60	86.40	60.10	2.15	8.64446e-08	4.63872e-07	3.59975e-07	-3.65416e-08	8.83043e-09	-9.20539e-08
N	5	1	3014	-4.49936	-22.92488	10.62344	0.37	0.73	0.66	92.70	23.10	2.15	1.38462e-07	5.29288e-07	4.39218e-07	7.97788e-07	-1.16729e-08	-5.94754e-08
N	5	1	2014	-8.76724	-21.81134	5.32781	0.43	0.69	0.61	93.60	14.10	1.52	1.82159e-07	4.82222e-07	3.72204e-07	1.43856e-07	-1.49556e-08	-3.72070e-08
N	5	1	3015	-11.73472	-20.09090	10.69163	0.48	0.66	0.66	92.80	24.40	2.15	2.29048e-07	4.36164e-07	4.38002e-07	1.83612e-07	-3.09683e-08	-5.30205e-08
N	5	1	1015	-11.73612	-20.11851	0.28312	0.48	0.66	0.58	90.40	0.60	0.01	2.27453e-07	4.31767e-07	3.39136e-07	1.80667e-07	-1.21307e-09	-2.07949e-09
N	5	1	3016	-18.72413	-16.06824	10.68867	0.62	0.57	0.69	91.90	30.30	2.23	3.85881e-07	3.20278e-07	4.73905e-07	2.13600e-07	-3.85590e-08	-3.30897e-08
N	5	1	2015	-15.86360	-17.73848	5.11400	0.56	0.60	0.62	93.20	17.10	1.91	3.12805e-07	3.59215e-07	3.78338e-07	2.07296e-07	-2.49713e-08	-2.79226e-08
N	5	1	2016	-21.95686	-13.40614	5.21428	0.68	0.51	0.66	88.30	59.50	1.17	4.59616e-07	2.64740e-07	4.36584e-07	1.89706e-07	-2.50503e-08	-1.52949e-08
N	5	2	2001	-36.72648	5.15070	0.92915	0.87	0.56	0.93	78.90	68.00	5.75	7.57201e-07	3.18263e-07	8.72866e-07	-6.27939e-08	1.43180e-08	-2.00802e-09
N	5	2	1001	-43.20527	3.45518	0.89901	0.93	0.65	1.08	76.10	72.60	1.45	6.68448e-07	4.25543e-07	1.17415e-06	-3.56476e-08	6.19942e-10	-4.95775e-11
N	5	2	2002	-31.4316	6.5342	0.11016	0.81	0.50	0.80	84.90	62.70	0.05	6.59838e-07	2.50385e-07	6.44607e-07	-8.80859e-08	-9.96787e-11	2.07117e-11
N	5	2	3001	-25.05428	8.20520	4.34648	0.74	0.44	0.67	88.60	57.90	2.82	5.43321e-07	1.97885e-07	4.49777e-07	-1.26720e-07	-2.17175e-08	7.11242e-09
N	5	2	3002	-42.45696	3.67363	10.61794	0.95	0.64	1.09	76.20	71.20	1.48	8.97314e-07	4.12279e-07	1.18661e-06	-4.22848e-08	7.55969e-08	-6.54110e-09
N	5	2	1003	-13.36199	11.30165	4.58167	0.54	0.48	0.47	93.90	37.60	2.83	2.89327e-07	2.26594e-07	2.21158e-07	-1.86430e-07	-4.84678e-08	4.09943e-08
N	5	2	2003	-30.34169	9.46828	-0.86660	0.67	0.43	0.56	92.00	49.90	2.86	4.51391e-07	1.86527e-07	3.15428e-07	-1.57381e-07	7.33692e-09	-3.41506e-09
N	5	2	3002	-30.84409	6.70954	10.63428	0.82	0.50	0.83	83.20	64.10	0.91	6.72744e-07	2.45410e-07	6.93478e-07	-9.75755e-08	-1.82615e-10	3.97244e-11
N	5	2	3003	-19.42690	9.71752	10.64378	0.66	0.43	0.63	90.60	53.30	2.92	4.32893e-07	1.87914e-07	4.01465e-07	-1.63434e-07	6.52717e-08	3.26495e-08
N	5	2	1004	-8.25512	12.64301	-0.46779	0.40	0.56	0.38	95.00	18.80	0.85	1.62538e-07	3.12356e-07	1.42881e-07	-1.70419e-07	4.75892e-09	-7.29023e-09
N	5	2	2004	-1.87327	14.32319	4.52229	0.23	0.63	0.41	95.00	18.60	0.76	5.28718e-08	3.93203e-07	1.68442e-07	-4.52852e-08	-1.04112e-08	7.96045e-08
N	5	2	1005	3.24972	15.66055	-0.47603	0.27	0.65	0.40	94.50	27.00	1.09	7.31553e-08	4.19775e-07	1.60269e-07	7.51638e-07	-1.66509e-09	-8.02412e-09
N	5	2	2005	6.16153	16.44210	4.97492	0.34	0.63	0.48	94.20	38.50	2.86	1.15828e-07	4.00199e-07	2.23706e-07	1.23976e-07	2.37124e-08	6.32767e-08
N	5	2	3004	-7.84641	12.76458	10.62960	0.38	0.54	0.54	93.80	38.60	2.83	1.41302e-07	2.90786e-07	2.96814e-07	-1.47696e-07	-6.33959e-08	1.03133e-07
N	5	2	2006	8.99483	8.78842	5.04098	0.45	0.44	0.39	95.00	35.60	1.82	2.03507e-07	1.95888e-07	1.54747e-07	1.64071e-07	7.14191e-08	6.97802e-08
N	5	2	1006	7.75725	12.97701	-0.44148	0.39	0.57	0.38	94.60	42.00	2.99	1.49483e-07	3.25837e-07	1.43223e-07	1.64032e-07	-4.20866e-09	-7.04062e-09
N	5	2	2007	13.18835	-5.17277	5.22584	0.59	0.30	0.42	94.70	40.80	2.63	3.44112e-07	9.11446e-08	1.76193e-07	-1.17258e-07	8.50310e-08	-3.33511e-08

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$	$\sigma_{xyz}$
N	5	2	1007	11.15656	1.63036	-0.34431	0.61	0.19	0.28	95.20	8.60	1.43	3.68004e-07	3.58515e-08	7.98042e-08	4.95981e-08	-8.95566e-09	-1.305581e-09	-1.305581e-09
N	5	2	3005	2.27770	15.39749	10.74552	0.25	0.62	0.55	93.50	40.10	3.12	6.17761e-08	3.86527e-07	3.04713e-07	4.91140e-08	1.71950e-08	1.16240e-07	1.16240e-07
N	5	2	2008	14.52234	-9.59757	0.70195	0.58	0.43	0.44	93.70	58.00	3.99	3.26806e-07	1.85506e-07	1.90120e-07	-1.77532e-07	8.89649e-09	5.87954e-09	5.87954e-09
N	5	2	2008	15.38838	-12.46085	5.29358	0.57	0.49	0.53	91.30	50.00	3.44	3.56530e-07	2.43903e-07	2.78197e-07	-1.92263e-07	4.4540e-08	3.68067e-08	3.68067e-08
N	5	2	2009	12.34155	-13.91777	0.69248	0.50	0.63	0.47	94.10	26.60	2.46	2.50683e-07	2.97570e-07	2.16867e-07	-1.94884e-07	6.27241e-09	6.27241e-09	6.27241e-09
N	5	2	2009	5.80520	-15.97777	5.25861	0.33	0.55	0.47	94.50	17.80	0.67	1.08372e-07	3.93404e-07	2.20757e-07	-1.19311e-07	2.52310e-08	-6.94439e-08	-6.94439e-08
N	5	2	1010	1.01151	-16.87634	0.91100	0.26	0.67	0.42	94.50	11.30	0.62	6.56832e-08	4.45829e-07	1.79943e-07	-2.28667e-08	8.64106e-10	-1.44170e-08	-1.44170e-08
N	5	2	2010	-5.99162	-14.61604	6.55568	0.33	0.60	0.47	94.40	40.70	2.66	1.07174e-07	3.9812e-07	2.22653e-07	1.24484e-07	-3.60197e-08	-8.78670e-08	-8.78670e-08
N	5	2	3006	7.87080	12.40537	10.76780	0.38	0.53	0.55	93.20	50.40	3.55	1.42308e-07	2.81440e-07	2.97514e-07	1.7752e-07	6.58931e-08	1.03856e-07	1.03856e-07
N	5	2	1011	-12.88354	-16.46576	1.16475	0.50	0.59	0.52	92.40	51.70	3.23	2.51832e-07	3.49049e-07	2.74749e-07	1.96159e-07	-7.84425e-09	-1.00253e-08	-1.00253e-08
N	5	2	2011	-17.52974	17.42089	7.42089	0.59	0.59	0.66	88.20	61.10	3.14	3.50289e-07	3.51183e-07	4.32513e-07	2.12309e-07	-3.02392e-08	-3.04396e-08	-3.04396e-08
N	5	2	3007	10.67702	3.04143	10.73856	0.52	0.22	0.53	94.30	42.70	2.98	2.73414e-07	4.76687e-08	2.84066e-07	6.99846e-08	1.34189e-07	3.82247e-08	3.82247e-08
N	5	2	3008	14.59364	-9.86452	10.61073	0.57	0.43	0.57	91.70	56.40	3.50	3.20969e-07	1.84567e-07	3.26498e-07	-1.69767e-07	8.55523e-08	-5.78288e-08	-5.78288e-08
N	5	2	2009	13.81473	-13.88052	10.81832	0.53	0.53	0.60	92.50	41.20	3.06	2.79454e-07	2.81310e-07	3.62171e-07	-1.94408e-07	6.29791e-08	-6.32809e-08	-6.32809e-08
N	5	2	3010	-1.51050	-17.02385	11.14045	0.26	0.65	0.57	93.60	32.50	2.74	6.85330e-08	4.22595e-07	3.30353e-07	1.47751e-07	9.52177e-08	-1.07313e-07	-1.07313e-07
N	5	2	2013	-41.26893	-20.19198	5.50812	0.92	0.75	1.15	88.30	6.00	2.60	8.44263e-07	5.63353e-07	1.33241e-06	1.80702e-07	4.36745e-08	2.13690e-08	2.13690e-08
N	5	2	2012	-31.79449	-17.83053	5.80133	0.80	0.64	0.92	73.60	77.60	2.07	6.47890e-07	4.11088e-07	8.52151e-07	1.96523e-07	1.32448e-08	7.48313e-09	7.48313e-09
N	5	2	1012	-26.36997	-15.83083	3.10512	0.73	0.57	0.77	80.90	73.90	1.09	5.36033e-07	3.29352e-07	9.92427e-07	1.94020e-07	-2.19892e-09	-1.32009e-09	-1.32009e-09
N	5	2	2015	-47.15504	-5.27396	5.00730	0.98	0.72	1.19	87.70	9.80	2.79	9.54328e-07	5.12169e-07	1.41765e-06	5.00788e-08	4.85445e-08	5.42936e-09	5.42936e-09
N	5	2	3012	-25.35378	-16.29549	10.97845	0.73	0.58	0.80	88.20	71.30	0.44	5.33931e-07	3.40516e-07	6.46637e-07	2.11810e-07	-8.27778e-09	-5.32033e-09	-5.32033e-09
N	5	2	2014	-45.20008	-13.21897	5.21067	0.96	0.73	1.18	87.80	6.40	2.87	9.17968e-07	5.34836e-07	1.39759e-06	1.22529e-07	4.77128e-08	1.39533e-08	1.39533e-08
N	5	2	1013	-36.01857	-18.37507	1.33182	0.85	0.68	1.01	60.60	79.10	3.05	7.25412e-07	4.60924e-07	1.02275e-06	1.82402e-07	6.00020e-09	3.06104e-09	3.06104e-09
N	5	2	3013	-35.92472	-19.02827	10.93274	0.87	0.69	1.04	58.80	77.60	0.27	7.57495e-07	4.80042e-07	1.09012e-06	2.04266e-07	5.74942e-08	3.04530e-08	3.04530e-08
N	5	2	3014	-43.05662	-17.08227	10.50517	0.95	0.74	1.18	87.20	14.20	2.90	9.06379e-07	5.49453e-07	1.33755e-06	1.68060e-07	9.21143e-08	3.65454e-08	3.65454e-08
N	5	2	1014	-43.03045	-17.15818	0.59813	0.93	0.74	1.18	88.10	8.30	3.03	8.66930e-07	5.43922e-07	1.34142e-06	1.53148e-07	4.95912e-09	1.97742e-09	1.97742e-09
N	5	2	1015	-46.02903	-9.89796	0.17174	0.96	0.72	1.16	86.00	2.10	2.21	9.22796e-07	5.18277e-07	1.38518e-06	9.12128e-08	1.57917e-09	3.39610e-09	3.39610e-09
N	5	2	3015	-46.00530	-9.89185	10.58150	0.98	0.72	1.20	86.60	12.40	2.39	9.66820e-07	5.19890e-07	1.43041e-06	1.00755e-07	1.02327e-07	2.20019e-08	2.20019e-08
N	5	2	2016	-48.23129	2.12481	5.11678	0.99	0.72	1.21	76.10	72.40	0.31	9.75879e-07	5.25300e-07	1.46752e-06	-1.98887e-08	5.25540e-08	-2.31524e-08	-2.31524e-08
N	5	2	3016	-47.92165	-2.05768	10.58689	1.00	0.72	1.22	82.20	15.50	3.11	1.00599e-06	5.18562e-07	1.48359e-06	2.09682e-08	1.10501e-07	4.74473e-09	4.74473e-09
N	6	1	1001	-21.16340	2.95700	0.20910	0.71	0.33	0.53	92.70	54.40	3.67	5.01560e-07	1.10528e-07	2.85445e-07	-5.57238e-08	-2.17009e-09	3.03210e-10	3.03210e-10
N	6	1	2001	-15.26989	6.15578	5.04135	0.61	0.34	0.46	94.60	42.40	3.35	3.77530e-07	1.12434e-07	2.08147e-07	-1.27612e-07	-6.92058e-08	-2.78991e-08	-2.78991e-08
N	6	1	1002	-10.48291	8.76392	0.21459	0.51	0.44	0.34	95.40	21.00	2.14	2.55818e-07	1.91446e-07	1.16786e-07	-1.78751e-07	-3.47665e-09	2.90655e-09	2.90655e-09
N	6	1	2004	16.36251	23.41394	4.58706	0.57	0.69	0.73	89.30	64.00	0.95	3.26948e-07	4.77134e-07	5.25627e-07	2.05141e-07	8.95751e-09	1.28177e-08	1.28177e-08
N	6	1	1003	-0.40849	14.27219	-0.77823	0.21	0.64	0.36	95.30	27.30	1.88	4.61692e-08	4.129293e-07	1.28639e-07	-1.04876e-08	4.44112e-10	-1.55168e-08	-1.55168e-08
N	6	1	2002	-4.67380	-11.91864	4.44065	0.29	0.57	0.38	95.80	20.00	2.38	8.16377e-08	3.28053e-07	1.45806e-07	-1.14165e-07	-3.26746e-08	8.33363e-08	8.33363e-08
N	6	1	2003	5.93589	17.72874	4.65779	0.34	0.65	0.50	94.10	47.90	3.97	1.17625e-07	4.26342e-07	2.46504e-07	1.16414e-07	1.84533e-08	5.51142e-08	5.51142e-08
N	6	1	1004	10.56589	20.25559	-0.40015	0.45	0.67	0.57	92.40	56.00	3.97	2.05816e-07	4.42256e-07	3.26367e-07	1.69436e-07	-1.65523e-09	-3.17319e-09	-3.17319e-09
N	6	1	2005	23.65655	27.39875	5.01435	0.70	0.75	0.91	84.30	70.60	2.88	4.89483e-07	5.55940e-07	8.33054e-07	2.25439e-07	-7.61048e-09	-8.81437e-09	-8.81437e-09
N	6	1	1006	28.24151	20.64939	5.07650	0.76	0.66	0.88	92.30	10.60	3.47	5.71335e-07	4.33619e-07	7.80010e-07	2.16397e-07	-6.03426e-09	-4.41208e-09	-4.41208e-09
N	6	1	1005	21.00727	25.93779	-0.43048	0.65	0.72	0.83	86.10	68.10	0.22	4.26767e-07	5.19131e-07	6.96412e-07	2.17432e-07	9.58431e-12	1.18338e-11	1.18338e-11
N	6	1	1006	26.02859	24.41588	-0.40297	0.72	0.70	0.89	92.20	12.30	3.91	5.24726e-07	4.96127e-07	7.96108e-07	2.23404e-07	5.09175e-10	4.77627e-10	4.77627e-10
N	6	1	1007	32.04781	14.21615	-0.31147	0.81	0.59	0.88	92.00	6.80	3.05	6.50045e-07	3.50053e-07	7.68283e-07	1.65674e-07	3.63402e-10	1.61202e-10	1.61202e-10
N	6	1	2007	35.66058	8.10216	5.25238	0.86	0.57	0.92	92.30	18.10	2.94	7.35468e-07	3.22330e-07	8.51105e-07	9.87353e-08	-1.33290e-08	-3.02837e-09	-3.02837e-09
N	6	1	1008	38.00765	4.12523	0.72813	0.88	0.58	0.96	90.60	24.50	3.01	7.73403e-07	3.34087e-07	9.13782e-07	4.82493e-08	-2.55977e-09	-2.77829e-10	-2.77829e-10
N	6	1	2008	39.54322	1.56653	5.31446	0.90	0.59	1.00	90.60	30.10	2.64	8.11339e-07	3.53081e-07	9.93132e-07	1.80663e-08	-2.47454e-08	-9.74050e-10	-9.74050e-10
N	6	1	1009	36.92364	-0.58788	0.72114	0.87	0.55	0.92	86.90	60.30	0.22	7.55699e-07	3.06946e-07	8.52601e-07	-7.14666e-09	-1.89057e-09	3.01008e-11	3.01008e-11
N	6	1	2009	31.08299	-4.15575	5.29669	0.81	0.48	0.80	90.20	55.00	3.11	6.60311e-07	2.29118e-07	6.33200e-07	5.86990e-08	6.02435e-09	-8.05446e-10	-8.05446e-10
N	6	1	2010	19.30881	-5.66189	6.64535	0.67	0.35	0.55	94.10	46.10	3.29	4.53418e-07	1.22253e-07	3.02896e-07	-1.06242e-07	6.46236e-08	-1.89495e-08	-1.89495e-08
N	6	1	1011	8.82639	-11.31016	7.49917	0.42	0.50	0.47	95.20	30.20	1.52	1.72320e-07	2.53217e-07	2.22653e-07	-1.61468e-07	6.92817e-08	-8.87777e-08	-8.87777e-08
N	6	1	1010	26.63830	-6.17965	0.95829	0.76	0.44	0.68	91.90	49.30	2.67	5.76372e-07	1.90216e-07	4.68101e-07	-9.46770e-08	4.45130e-09	-1.032663e-09	-1.032663e-09
N	6	1	1011	-13.05013	-9.10999	1.23627	0.56	0.42	0.60	95.30	26.60	1.22	6.10112e-07	1.80340e-07	1.60921e-07</				

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	i	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	6	1	1013	-8.95058	-16.51315	1.44095	0.41	0.62	0.47	93.20	56.90	3.76	1.68625e-07	3.83148e-07	2.23271e-07	1.64651e-07	-9.16119e-09	-1.69017e-08
N	6	1	2014	-19.09294	-13.70870	5.33267	0.63	0.52	0.61	94.30	14.00	1.97	3.98599e-07	2.65710e-07	3.72174e-07	1.96942e-07	-3.26082e-09	-2.34127e-08
N	6	1	1014	-16.04969	-17.01267	0.71600	0.56	0.59	0.59	90.30	3.10	0.55	3.18731e-07	3.42914e-07	3.07390e-07	2.07390e-07	-4.12493e-09	-4.37242e-08
N	6	1	2015	-22.89645	-6.46398	5.13162	0.72	0.40	0.62	94.00	17.30	2.36	5.13720e-07	1.58150e-07	1.09078e-07	3.8336e-07	-3.61780e-08	-1.012135e-08
N	6	1	1015	-20.69801	-10.68273	0.29360	0.67	0.46	0.58	89.20	0.90	0.72	4.98544e-07	2.09386e-07	3.39166e-07	1.69176e-07	-2.21827e-09	-1.14490e-09
N	6	1	2016	-25.71457	0.46108	5.24205	0.76	0.39	0.66	91.10	59.60	2.30	5.75217e-07	1.48964e-07	4.36596e-07	-7.64555e-09	-2.95030e-08	5.29015e-10
N	6	1	3001	-20.47409	3.34844	10.74020	0.70	0.33	0.62	91.90	57.10	3.37	4.86118e-07	1.07255e-07	3.82753e-07	-6.36645e-08	-7.99134e-08	1.29877e-08
N	6	1	3002	-9.92929	9.07994	10.74020	0.46	0.43	0.54	94.60	42.10	2.72	2.08099e-07	1.80691e-07	2.88984e-07	-1.53050e-07	-9.59086e-08	8.77046e-08
N	6	1	3003	4.63807	14.73804	10.73067	0.22	0.61	0.55	94.20	45.50	3.44	4.92044e-08	3.76070e-07	2.97098e-07	9.24379e-09	3.61320e-08	1.22587e-07
N	6	1	3004	10.95088	20.7426	10.69541	0.46	0.67	0.66	91.50	60.20	2.60	2.15001e-07	4.48837e-07	4.36896e-07	1.75186e-07	2.94370e-08	5.44666e-08
N	6	1	3005	20.14669	25.45547	10.79021	0.65	0.73	0.85	86.10	68.30	2.33	4.19765e-07	5.28702e-07	7.29217e-07	2.30772e-07	-4.14428e-09	-5.23633e-09
N	6	1	3006	26.29395	23.89349	10.80167	0.74	0.71	0.92	91.70	18.40	3.75	4.90857e-07	5.02872e-07	8.53160e-07	2.40849e-07	-2.11334e-08	-1.92041e-08
N	6	1	3007	31.26428	15.47689	10.76565	0.81	0.61	0.91	91.80	16.30	3.77	6.60868e-07	3.68676e-07	8.25692e-07	1.91610e-07	-1.05854e-08	1.05854e-08
N	6	1	3008	38.16102	3.88685	10.63074	0.90	0.58	0.99	91.20	28.20	3.29	8.14573e-07	3.36074e-07	9.77132e-07	4.92479e-08	-4.70511e-08	-4.79235e-09
N	6	1	3009	38.36903	-0.19477	10.83848	0.91	0.58	0.99	77.50	62.60	2.01	8.21402e-07	3.31262e-07	9.79822e-07	-2.48808e-09	-4.66831e-10	4.66831e-10
N	6	1	3010	27.17717	-6.19909	11.18316	0.78	0.44	0.76	91.70	49.90	2.70	6.07410e-07	1.97338e-07	5.74447e-07	-9.86709e-08	2.58584e-08	-5.89828e-09
N	6	1	3012	0.92182	-11.93548	11.07302	0.18	0.56	0.54	95.00	46.90	3.17	3.39119e-07	3.11902e-07	2.92289e-07	-2.15990e-08	1.04970e-08	-1.35912e-07
N	6	1	3013	-8.68596	-17.12408	11.04007	0.40	0.62	0.60	86.60	60.00	3.49	1.61623e-07	3.88718e-07	3.59757e-07	1.55995e-07	-4.18204e-08	-8.24476e-08
N	6	1	3014	-16.07924	-16.94617	10.62423	0.57	0.59	0.66	93.70	22.90	3.18	3.22778e-07	3.44295e-07	4.39189e-07	2.10775e-07	-4.17278e-08	-4.39776e-08
N	6	1	3015	-20.66559	-10.67212	10.70521	0.67	0.46	0.66	93.80	24.40	3.10	4.54539e-07	2.10470e-07	4.38023e-07	1.71876e-07	-5.46253e-08	-2.82096e-08
N	6	1	3016	-24.40574	-3.52572	10.71370	0.75	0.38	1.09	93.30	30.20	3.49	5.60180e-07	1.45651e-07	4.73913e-08	-1.61603e-08	-5.04106e-09	-7.28246e-09
N	6	2	1001	-34.90538	25.69671	0.14512	0.84	0.76	1.08	82.10	27.90	2.79	7.13643e-07	5.80385e-07	1.17420e-06	-2.14180e-07	8.16663e-10	-6.01213e-10
N	6	2	2001	-28.50286	23.72387	4.97351	0.76	0.70	0.93	84.20	68.10	10.10	5.79222e-07	4.96335e-07	8.73045e-07	-2.24559e-07	1.12321e-08	-9.34881e-09
N	6	2	2002	-16.97072	4.37543	4.37543	0.58	0.64	0.67	91.30	57.90	3.60	3.33927e-07	4.07232e-07	4.50096e-07	-2.11067e-07	-1.48022e-08	1.75941e-09
N	6	2	2003	-23.28899	22.12079	0.14814	0.68	0.66	0.80	86.90	63.50	4.23	4.64625e-07	4.41886e-07	6.44831e-07	-2.20289e-07	-9.88094e-11	9.38530e-11
N	6	2	2003	-5.39791	16.64322	4.59166	0.32	0.64	0.47	94.10	38.20	3.34	1.04861e-07	4.10937e-07	2.21205e-07	-1.10940e-07	-1.96260e-08	6.05121e-08
N	6	2	1003	-12.30365	18.76427	-0.84608	0.49	0.63	0.56	93.10	50.00	2.98	2.36972e-07	4.00974e-07	3.15419e-07	-1.88638e-07	4.33249e-09	-6.60747e-09
N	6	2	1004	-0.35538	15.09668	-0.46810	0.23	0.65	0.38	95.40	18.30	1.30	5.15144e-08	4.23430e-07	1.42930e-07	-8.75983e-09	2.04975e-10	-8.70746e-09
N	6	2	2004	5.96121	13.15933	4.52194	0.33	0.58	0.41	95.40	18.50	1.33	1.06937e-07	3.39234e-07	1.68301e-07	1.32401e-07	3.30639e-09	7.29884e-08
N	6	2	1005	11.01367	-11.59941	-0.49696	0.49	0.51	0.40	95.00	27.40	2.24	2.36690e-07	2.56242e-07	1.60325e-07	-5.88977e-09	-6.20300e-09	-6.20300e-09
N	6	2	1006	13.42990	6.94351	-0.46959	0.59	0.36	0.38	95.30	41.90	2.20	3.45311e-07	1.29989e-07	1.43268e-07	1.51942e-07	-7.74942e-09	-4.00659e-09
N	6	2	2005	13.90797	10.72664	4.94951	0.55	0.46	0.48	94.60	38.60	3.06	3.06037e-07	2.10177e-07	2.27075e-07	1.82515e-07	5.32650e-08	4.10811e-08
N	6	2	2006	12.28438	2.72778	5.01295	0.59	0.23	0.39	95.60	35.50	2.57	3.48761e-07	5.10678e-08	1.54273e-07	6.95319e-08	9.70414e-08	2.15483e-08
N	6	2	2007	8.49457	-11.34933	5.19175	0.41	0.52	0.42	95.30	40.80	3.20	1.69191e-07	2.66520e-07	1.75718e-07	-1.65637e-07	5.44331e-08	-7.27263e-08
N	6	2	1007	10.34255	-4.49235	-0.37585	0.57	0.29	0.28	95.60	8.70	0.70	3.20209e-07	8.36230e-08	7.98855e-08	-1.26659e-07	-9.03924e-09	3.92625e-09
N	6	2	2008	7.28976	-15.80873	0.66598	0.37	0.62	0.44	94.10	50.40	3.78	1.35870e-07	3.86493e-07	1.90075e-07	-1.46778e-07	4.23700e-09	-9.18845e-09
N	6	2	1008	6.52553	-18.70297	5.25551	0.36	0.66	0.53	92.80	57.70	3.55	1.30961e-07	4.38848e-07	2.77920e-07	-1.22312e-07	1.91428e-08	-5.48656e-08
N	6	2	2009	-3.47453	-16.64516	5.23791	0.28	0.65	0.47	95.20	17.90	1.84	8.05809e-08	4.21373e-07	2.20539e-07	7.43781e-08	-1.50463e-08	-7.20812e-08
N	6	2	1009	3.16111	-18.33117	0.66085	0.30	0.68	0.47	94.90	26.70	2.97	8.91932e-08	4.59123e-07	2.16859e-07	-6.57474e-08	1.53299e-09	-8.88974e-09
N	6	2	1010	-8.03023	-14.87869	0.89864	0.39	0.60	0.42	95.40	11.00	1.26	1.50694e-07	3.60846e-07	1.79925e-07	1.60040e-07	6.76684e-09	-1.25378e-08
N	6	2	2010	-12.78348	-9.27289	6.58419	0.54	0.42	0.47	94.80	40.90	2.89	2.85502e-07	1.78392e-07	2.22570e-07	1.68569e-07	-7.68803e-08	-5.57675e-08
N	6	2	1011	-19.62492	7.20865	1.17424	0.67	0.38	0.52	94.10	51.90	3.06	4.54476e-07	1.46399e-07	2.74771e-07	3.0813e-07	-1.20454e-08	-4.42453e-09
N	6	2	1012	-30.75376	0.43591	1.34107	0.81	0.46	0.77	85.30	74.10	0.52	6.52436e-07	2.12935e-07	5.92478e-07	-6.23087e-09	-2.62288e-09	3.71775e-11
N	6	2	2011	-24.14984	-5.72332	7.43810	0.74	0.40	0.66	91.30	61.20	3.75	5.40726e-07	1.61179e-07	4.32472e-07	9.53023e-08	-4.19208e-08	-9.93490e-09
N	6	2	2012	-36.48232	1.47751	5.84486	0.87	0.55	0.92	76.70	74.50	0.71	7.58200e-07	3.00709e-07	8.52115e-07	-1.85555e-08	1.52933e-08	-6.19368e-10
N	6	2	1013	-40.29187	3.35511	1.37697	0.90	0.61	1.01	77.50	77.70	0.48	8.15340e-07	7.0909e-07	1.02263e-06	-3.72663e-08	6.93806e-09	-5.77733e-10
N	6	2	2013	-45.70719	4.57512	5.56147	0.96	0.69	1.15	89.80	6.10	2.32	9.28210e-07	4.79311e-07	1.33219e-06	4.53879e-08	4.88824e-09	-4.88824e-09
N	6	2	1014	-45.61199	8.08318	0.65142	0.96	0.70	1.16	89.70	8.10	2.25	9.14421e-07	4.96358e-07	1.34130e-06	-7.64896e-08	5.72441e-09	-1.01446e-09
N	6	2	2014	-45.37561	12.57056	5.26698	0.96	0.73	1.18	89.40	6.30	2.60	9.21438e-07	5.31252e-07	1.39732e-06	-1.17080e-07	4.84103e-08	-1.34113e-08
N	6	2	1015	-44.33263	15.83248	0.22736	0.94	0.74	1.18	86.60	3.30	1.75	8.92179e-07	5.48807e-07	1.38505e-06	-1.40555e-07	2.01356e-09	-7.19101e-10
N	6	2	2016	-39.86705	27.20774	5.17220	0.91	0.82	1.21	80.60	71.70	0.47	8.32947e-07	6.67984e-07	1.46705e-06	-2.10729e-07	4.39004e-08	-2.99603e-08
N	6	2	1016	-41.65190	24.16125	1.03378	0.92	0.80	1.20	90.80	13.10	1.84	8.52188e-07	6.32902e-07	1.44916e-06	-1.91711e-07	1.16741e-09	-6.77187e-10
N	6	2	2016	-42.85175	20.35306	5.06279	0.94	0.77	1.19	90.10	9.60	3.00	8.76480e-07	5.89861e-07	1.41733e-06	-1.75791e-07	4.45965e-08	-2.11818e-08
N	6	2	3001	-34.13707	25.47755	10.66779	0.85	0.76	1.09	82.60	70.90	3.45	7.24734e-07	5.84534e-07	1.18608e-06	-2.36202e-07	6.10415e-08	-4.55571e-08

se nadaljuje ...

TT	izm	st	tc	X	Y	Z	$\sigma_x$	$\sigma_y$	$\sigma_z$	$\rho_{max}$	$i$	RmR	$\sigma_x^2$	$\sigma_y^2$	$\sigma_z^2$	$\sigma_{xy}$	$\sigma_{xz}$	$\sigma_{yz}$
N	6	2	3003	-11.37873	18.48501	10.66087	0.47	0.63	0.63	92.60	53.10	4.31	2.18236e-07	4.02178e-07	4.01429e-07	-1.82309e-07	-3.83317e-08	6.22708e-08
N	6	2	3004	0.07022	14.97443	10.62571	0.22	0.62	0.54	94.60	38.70	2.69	5.04610e-08	3.81385e-07	2.96652e-07	1.55190e-09	5.67937e-10	1.21110e-07
N	6	2	3005	10.06314	11.88066	10.72348	0.44	0.50	0.55	94.80	40.00	2.97	1.96308e-07	2.52140e-07	3.04271e-07	1.67368e-07	7.59084e-08	8.96184e-08
N	6	2	3006	13.24036	6.39211	10.73584	0.56	0.33	0.54	94.20	50.50	3.91	3.13678e-07	1.10411e-07	2.96883e-07	1.27955e-07	1.10678e-07	5.34323e-08
N	6	2	3007	10.69597	-3.04298	10.70532	0.52	0.22	0.53	89.30	42.70	2.79	2.73940e-07	4.77447e-08	2.83242e-07	-7.00195e-08	1.34208e-07	-3.81819e-08
N	6	2	3008	7.22567	-16.07780	10.57553	0.36	0.61	0.57	93.00	56.30	4.47	1.31418e-07	3.74443e-07	3.25955e-07	-1.36863e-07	4.22673e-08	-9.40487e-08
N	6	2	3009	4.44754	-19.08175	10.78577	0.33	0.67	0.60	93.90	41.10	3.42	1.06380e-07	4.54597e-07	3.61721e-07	-8.58243e-08	2.02379e-08	-8.68289e-08
N	6	2	3010	-7.66656	-15.27197	11.12883	0.37	0.59	0.57	94.50	32.70	3.12	1.38092e-07	3.52957e-07	3.30079e-07	1.44202e-07	-4.83368e-08	-9.62881e-08
N	6	2	3012	-30.11619	-0.49939	11.00756	0.82	0.45	0.80	74.90	71.20	1.60	6.69773e-07	2.04256e-07	6.46376e-07	7.72137e-09	-9.92083e-09	-1.64508e-10
N	6	2	3013	-40.54564	2.74816	10.97573	0.93	0.61	1.04	64.90	77.30	0.55	8.63515e-07	3.73848e-07	1.08985e-06	-3.33425e-08	6.51304e-08	-4.41450e-09
N	6	2	3014	-45.58032	8.15862	10.55598	0.98	0.71	1.18	90.20	14.30	2.46	9.57936e-07	4.97664e-07	1.38704e-06	-8.51130e-08	9.79631e-08	-1.75348e-08
N	6	2	3015	-44.29760	15.82392	10.63468	0.97	0.74	1.20	89.70	12.80	2.42	9.33071e-07	5.53388e-07	1.42984e-06	-1.55468e-07	9.90011e-08	-3.53650e-08
N	6	2	3016	-41.80021	23.49142	10.63885	0.94	0.80	1.22	78.50	16.20	1.96	8.89475e-07	6.34846e-07	1.48303e-06	-2.09161e-07	9.68345e-08	-5.44203e-08

## G Rezultati samokalibracije za poskuse C, D in E

### G.1 Poskus C: Samo Leica modre tarče

Seznam nizov				
Niz	Instrument	Izmera	Stojišče	Tip tarč
1	Riegl VZ-400	1	1	Leica modre tarče
2	Riegl VZ-400	1	2	Leica modre tarče
3	Riegl VZ-400	2	1	Leica modre tarče
4	Riegl VZ-400	2	2	Leica modre tarče
5	Riegl VZ-400	3	2	Leica modre tarče
6	Riegl VZ-400	4	1	Leica modre tarče
7	Riegl VZ-400	4	2	Leica modre tarče
8	Riegl VZ-400	5	1	Leica modre tarče
9	Riegl VZ-400	5	2	Leica modre tarče

Orientacijski parametri $OP$							
Niz	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	84,64340° ±51,33''	-0,00111 ±0,00001	0,00125 ±0,00001	0,99983 ±0,00008	2103,03862 ±0,00021	1587,70233 ±0,00021	287,24813 ±0,00025
2	9,60334° ±63,91''	-0,00240 ±0,00004	0,01082 ±0,00005	0,99024 ±0,00054	2098,84915 ±0,00022	1564,27820 ±0,00022	287,31339 ±0,00025
3	203,56775° ±51,13''	-0,00103 ±0,00002	-0,00036 ±0,00001	0,99993 ±0,00145	2103,03867 ±0,00021	1587,70141 ±0,00021	287,24915 ±0,00025
4	129,35157° ±51,25''	-0,00105 ±0,00001	0,00052 ±0,00001	0,99993 ±0,00031	2098,84773 ±0,00022	1564,27848 ±0,00022	287,31446 ±0,00025
5	249,12774° ±51,17''	-0,00097 ±0,00001	-0,00064 ±0,00001	0,99993 ±0,00016	2098,84784 ±0,00022	1564,27694 ±0,00022	287,31458 ±0,00025
6	203,42591° ±51,13''	-0,00100 ±0,00002	-0,00028 ±0,00001	0,99992 ±0,00147	2103,03850 ±0,00021	1587,70078 ±0,00021	287,24885 ±0,00025
7	249,06203° ±51,17''	-0,00099 ±0,00001	-0,00061 ±0,00001	0,99991 ±0,00016	2098,84819 ±0,00022	1564,27721 ±0,00022	287,31400 ±0,00025
8	202,70516° ±51,11''	-0,00102 ±0,00002	-0,00023 ±0,00002	0,99991 ±0,00157	2103,03825 ±0,00021	1587,70124 ±0,00021	287,24853 ±0,00025
9	249,01737° ±51,17''	-0,00102 ±0,00001	-0,00040 ±0,00001	0,99989 ±0,00016	2098,84842 ±0,00022	1564,27766 ±0,00022	287,31326 ±0,00025

Kalibracijski parametri $KP$					
	$A_0$ [mm]	$A_1$ [ppm]	$B_1$ ["]	$B_2$ ["]	$C_0$ ["]
	-1,91	-137,98	-150,22	39,81	8,28
	±0,29	±16,28	±51,27	±8,91	±1,83

Korelacije med $KP$ in $OP$ ( $> 0,5$ )					
	$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 1 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 1 $\vec{v}_Z$			1,00	-0,88	
Niz 1 $T_Z$					-0,66
Niz 2 $\omega$			-0,81	0,72	
Niz 2 $\vec{v}_Z$			1,00	-0,88	
Niz 2 $T_Z$					-0,60
Niz 3 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 3 $\vec{v}_Z$			-0,95	0,83	
Niz 3 $T_Z$					-0,66
Niz 4 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 4 $\vec{v}_Z$			0,99	-0,87	
Niz 4 $T_Z$					-0,60

Se nadaljuje

	$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 5 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 5 $\vec{v}_Z$			-1,00	0,88	
Niz 5 $T_Z$					-0,60
Niz 6 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 6 $\vec{v}_Z$			-0,95	0,83	
Niz 6 $T_Z$					-0,66
Niz 7 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 7 $\vec{v}_Z$			-1,00	0,88	
Niz 7 $T_Z$					-0,60
Niz 8 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 8 $\vec{v}_Z$			-0,94	0,83	
Niz 8 $T_Z$					-0,65
Niz 9 $\omega$			-1,00	0,88	
Niz 9 $\vec{v}_Z$			-1,00	0,88	
Niz 9 $T_Z$					-0,60
$A_0$	1,00				
$A_1$		1,00			
$B_1$			1,00	-0,89	
$B_2$			-0,89	1,00	
$C_0$					1,00

**Statistika popravkov SKENERSKIH opazovanj**

Apriori:  $\sigma_\theta = 8,00''$ ,  $\sigma_\alpha = 10,00''$ ,  $\sigma_\rho = 2,00$  mm

Niz	$\sigma_{v\theta}$	$\sigma_{v\alpha}$	$\sigma_{v\rho}$	$\bar{\sigma}_{v\theta}$	$\bar{\sigma}_{v\alpha}$	$\bar{\sigma}_{v\rho}$
1	8,20	7,16	1,18	6,47	8,48	1,89
2	9,47	10,32	0,88	6,51	8,52	1,89
3	7,29	7,57	1,42	6,47	8,48	1,89
4	7,37	5,70	1,09	6,51	8,52	1,89
5	9,18	5,57	1,16	6,51	8,52	1,89
6	9,07	6,58	1,09	6,47	8,48	1,89
7	8,68	5,51	0,97	6,51	8,52	1,89
8	10,70	6,45	1,30	6,44	8,45	1,89
9	10,25	9,14	1,04	6,46	8,47	1,89
vsi:	8,85	7,24	1,13	6,48	8,49	1,89

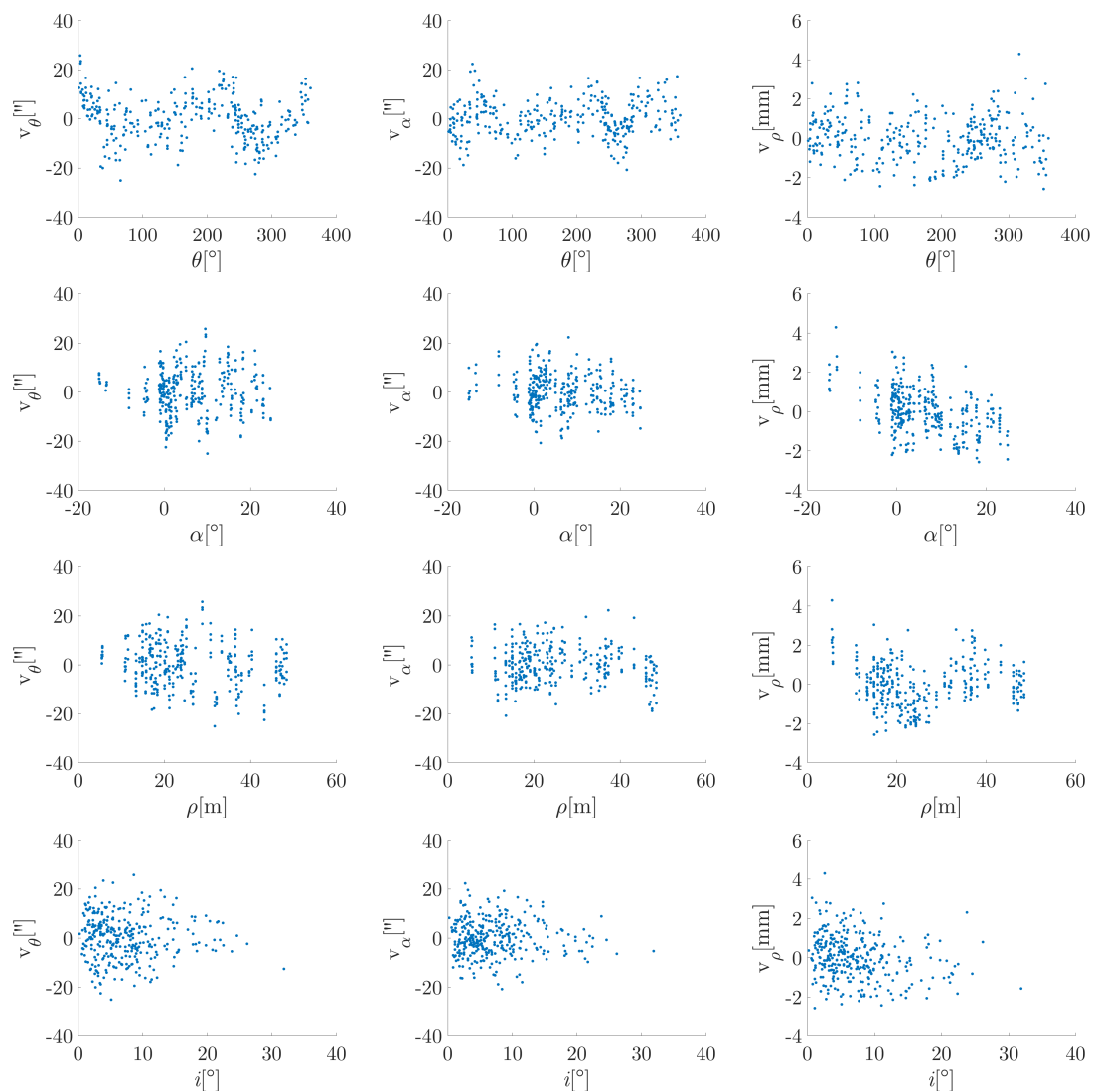
**Statistika popravkov koordinat iz TAHIMETRIJE**

Apriori:  $\sigma_X = 0,50$  mm,  $\sigma_Y = 0,50$  mm,  $\sigma_Z = 0,50$  mm

Niz	$\sigma_{vX}$	$\sigma_{vY}$	$\sigma_{vZ}$	$\bar{\sigma}_{vX}$	$\bar{\sigma}_{vY}$	$\bar{\sigma}_{vZ}$
1	0,24	0,23	0,24	0,20	0,20	0,21
2	0,26	0,21	0,20	0,20	0,19	0,21
3	0,20	0,23	0,23	0,20	0,20	0,21
4	0,20	0,22	0,14	0,20	0,19	0,21
5	0,31	0,25	0,15	0,20	0,19	0,21
6	0,24	0,26	0,19	0,20	0,20	0,21
7	0,27	0,26	0,15	0,20	0,19	0,21
8	0,32	0,32	0,26	0,20	0,20	0,21
9	0,33	0,28	0,25	0,20	0,20	0,21
vsi:	0,26	0,25	0,20	0,20	0,19	0,21

Globalni Test Modela: 0,99

Izris popravkov SKENERSKIH opazovanj





## G.2 Poskus D: Samo črno-bele tarče

Seznam nizov				
Niz	Instrument	Izmera	Stojišče	Tip tarč
1	Riegl VZ-400	1	1	Črno-bele tarče
2	Riegl VZ-400	1	2	Črno-bele tarče
3	Riegl VZ-400	2	1	Črno-bele tarče
4	Riegl VZ-400	2	2	Črno-bele tarče
5	Riegl VZ-400	3	2	Črno-bele tarče
6	Riegl VZ-400	4	1	Črno-bele tarče
7	Riegl VZ-400	4	2	Črno-bele tarče
8	Riegl VZ-400	5	1	Črno-bele tarče
9	Riegl VZ-400	5	2	Črno-bele tarče

Orientacijski parametri $OP$							
Niz	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	84,56279° ±16,60''	-0,00109 ±0,00001	0,00126 ±0,00000	1,00007 ±0,00002	2103,03840 ±0,00017	1587,70235 ±0,00018	287,24686 ±0,00024
2	9,38258° ±37,40''	-0,00255 ±0,00003	0,01136 ±0,00003	1,00633 ±0,00050	2098,84886 ±0,00019	1564,27772 ±0,00017	287,31250 ±0,00022
3	203,50382° ±16,21''	-0,00103 ±0,00001	-0,00037 ±0,00001	1,00007 ±0,00046	2103,03837 ±0,00017	1587,70144 ±0,00018	287,24896 ±0,00024
4	129,27736° ±16,37''	-0,00103 ±0,00001	0,00053 ±0,00001	1,00007 ±0,00010	2098,84752 ±0,00019	1564,27827 ±0,00017	287,31412 ±0,00022
5	249,06889° ±16,35''	-0,00096 ±0,00001	-0,00065 ±0,00001	1,00008 ±0,00005	2098,84782 ±0,00019	1564,27664 ±0,00018	287,31426 ±0,00022
6	203,36213° ±16,21''	-0,00100 ±0,00001	-0,00029 ±0,00001	1,00005 ±0,00047	2103,03827 ±0,00017	1587,70098 ±0,00018	287,24843 ±0,00024
7	249,00298° ±16,35''	-0,00098 ±0,00001	-0,00062 ±0,00001	1,00007 ±0,00005	2098,84792 ±0,00019	1564,27681 ±0,00017	287,31351 ±0,00022
8	202,64199° ±16,20''	-0,00102 ±0,00001	-0,00024 ±0,00001	1,00006 ±0,00050	2103,03829 ±0,00017	1587,70197 ±0,00018	287,24740 ±0,00023
9	248,95846° ±16,34''	-0,00100 ±0,00001	-0,00041 ±0,00001	1,00005 ±0,00005	2098,84793 ±0,00019	1564,27674 ±0,00017	287,31227 ±0,00022

Kalibracijski parametri $KP$					
	$A_0$ [mm]	$A_1$ [ppm]	$B_1$ ["]	$B_2$ ["]	$C_0$ ["]
	0,68	100,32	96,87	-2,67	4,52
	±0,29	±14,09	±16,52	±5,10	±1,64

Korelacije med $KP$ in $OP$ ( $> 0,5$ )					
	$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 1 $\omega$			-0,98	0,90	
Niz 1 $\vec{v}_Z$			0,98	-0,91	
Niz 1 $T_Z$					-0,78
Niz 2 $\omega$	-0,57				
Niz 2 $\vec{v}_Z$			1,00	-0,92	
Niz 2 $T_Z$					-0,73
Niz 3 $\omega$			-1,00	0,92	
Niz 3 $\vec{v}_Z$			-0,74	0,68	
Niz 3 $T_Z$					-0,78
Niz 4 $\omega$			-0,99	0,92	
Niz 4 $\vec{v}_Z$			0,94	-0,87	
Niz 4 $T_Z$					-0,73
Niz 5 $\omega$			-0,99	0,91	
Niz 5 $\vec{v}_Z$			-0,97	0,89	

Se nadaljuje

		$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 5	$T_Z$					-0,73
Niz 6	$\omega$			-1,00	0,92	
Niz 6	$\vec{v}_Z$			-0,73	0,68	
Niz 6	$T_Z$					-0,78
Niz 7	$\omega$			-0,99	0,91	
Niz 7	$\vec{v}_Z$			-0,97	0,89	
Niz 7	$T_Z$					-0,73
Niz 8	$\omega$			-1,00	0,92	
Niz 8	$\vec{v}_Z$			-0,72	0,67	
Niz 8	$T_Z$					-0,78
Niz 9	$\omega$			-0,99	0,91	
Niz 9	$\vec{v}_Z$			-0,97	0,89	
Niz 9	$T_Z$					-0,73
	$A_0$	1,00				
	$A_1$		1,00			
	$B_1$			1,00	-0,93	
	$B_2$			-0,93	1,00	
	$C_0$					1,00

**Statistika popravkov SKENERSKIH opazovanj**

Apriori:  $\sigma_\theta = 6,00''$ ,  $\sigma_\alpha = 7,00''$ ,  $\sigma_\rho = 2,00$  mm

Niz	$\sigma_{v\theta}$	$\sigma_{v\alpha}$	$\sigma_{v\rho}$	$\bar{\sigma}_{v\theta}$	$\bar{\sigma}_{v\alpha}$	$\bar{\sigma}_{v\rho}$
1	3,91	6,92	0,84	4,69	5,80	1,93
2	6,48	10,97	1,57	4,71	5,81	1,93
3	4,65	5,03	0,83	4,69	5,80	1,93
4	5,10	4,93	1,36	4,71	5,81	1,93
5	7,20	5,89	1,65	4,71	5,81	1,93
6	5,83	4,81	0,81	4,69	5,80	1,93
7	5,91	5,10	1,38	4,71	5,81	1,93
8	3,91	4,37	0,86	4,68	5,79	1,93
9	4,47	8,75	1,53	4,69	5,79	1,93
vsi:	5,33	6,61	1,24	4,70	5,80	1,93

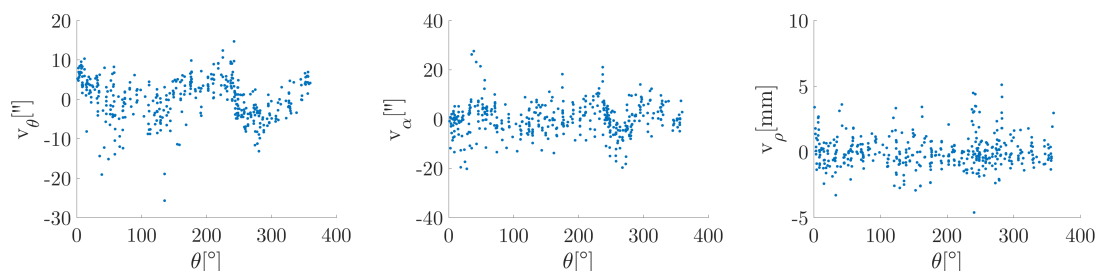
**Statistika popravkov koordinat iz TAHIMETRIJE**

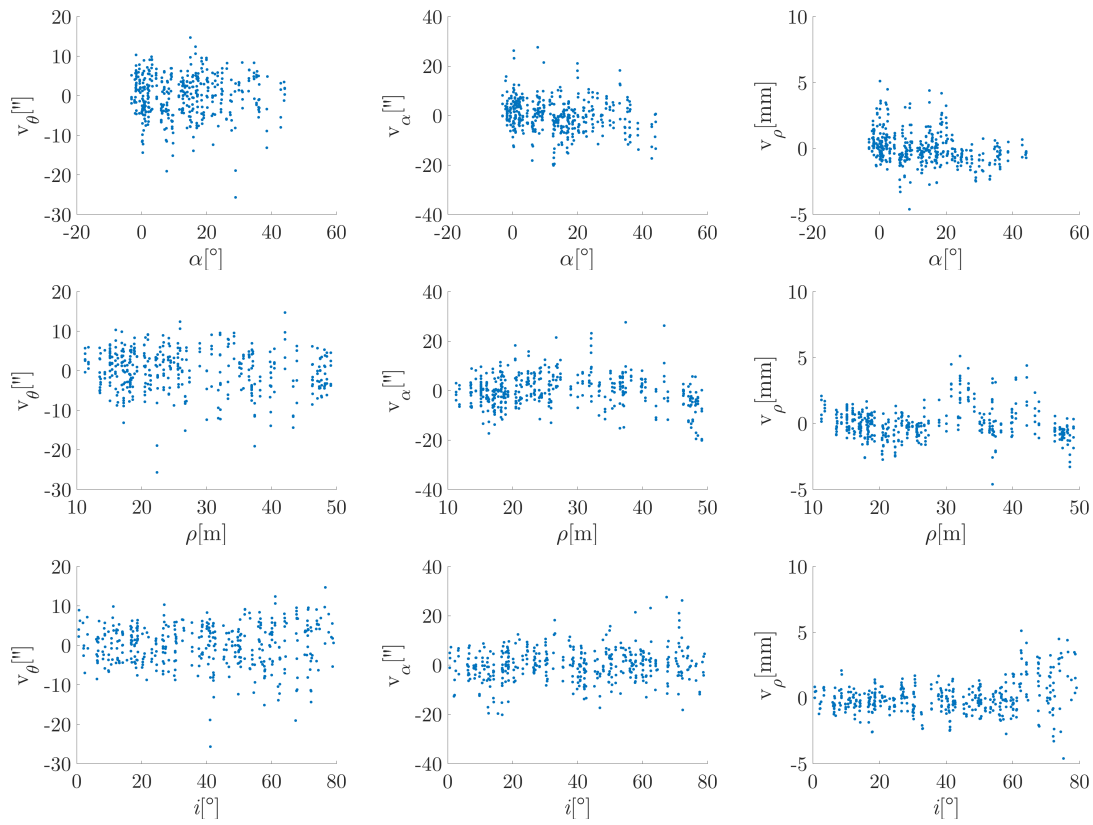
Apriori:  $\sigma_X = 0,50$  mm,  $\sigma_Y = 0,50$  mm,  $\sigma_Z = 0,50$  mm

Niz	$\sigma_{vX}$	$\sigma_{vY}$	$\sigma_{vZ}$	$\bar{\sigma}_{vX}$	$\bar{\sigma}_{vY}$	$\bar{\sigma}_{vZ}$
1	0,22	0,24	0,30	0,24	0,22	0,25
2	0,29	0,29	0,38	0,22	0,23	0,24
3	0,20	0,26	0,24	0,24	0,22	0,25
4	0,25	0,25	0,19	0,22	0,23	0,24
5	0,33	0,36	0,24	0,22	0,23	0,24
6	0,24	0,32	0,22	0,24	0,22	0,25
7	0,28	0,31	0,20	0,22	0,23	0,24
8	0,17	0,24	0,18	0,24	0,22	0,25
9	0,21	0,25	0,33	0,23	0,23	0,25
vsi:	0,25	0,28	0,26	0,23	0,23	0,25

Globalni Test Modela: 1,02

**Izris popravkov SKENERSKIH opazovanj**





### G.3 Poskus E: Črno-bele in Leica modre tarče v skupni izravnavi, vendar vsak tip kot svoje stojišče

Seznam nizov				
Niz	Instrument	Izmera	Stojišče	Tip tarč
1	Riegl VZ-400	1	1	Leica modre tarče
2	Riegl VZ-400	1	2	Leica modre tarče
3	Riegl VZ-400	2	1	Leica modre tarče
4	Riegl VZ-400	2	2	Leica modre tarče
5	Riegl VZ-400	3	2	Leica modre tarče
6	Riegl VZ-400	4	1	Leica modre tarče
7	Riegl VZ-400	4	2	Leica modre tarče
8	Riegl VZ-400	5	1	Leica modre tarče
9	Riegl VZ-400	5	2	Leica modre tarče
10	Riegl VZ-400	1	1	Črno-bele tarče
11	Riegl VZ-400	1	2	Črno-bele tarče
12	Riegl VZ-400	2	1	Črno-bele tarče
13	Riegl VZ-400	2	2	Črno-bele tarče
14	Riegl VZ-400	3	2	Črno-bele tarče
15	Riegl VZ-400	4	1	Črno-bele tarče
16	Riegl VZ-400	4	2	Črno-bele tarče
17	Riegl VZ-400	5	1	Črno-bele tarče
18	Riegl VZ-400	5	2	Črno-bele tarče

Orientacijski parametri $OP$							
Niz	$\omega$	$\vec{v}$ [m]			$\mathbf{T}$ [m]		
1	84,57918° ±15,44''	-0,00111 ±0,00001	0,00125 ±0,00001	0,99989 ±0,00002	2103,03852 ±0,00020	1587,70238 ±0,00021	287,24789 ±0,00020
2	9,51365° ±40,74''	-0,00248 ±0,00003	0,01089 ±0,00004	0,99315 ±0,00055	2098,84917 ±0,00021	1564,27813 ±0,00021	287,31325 ±0,00021
3	203,50713° ±14,93''	-0,00103 ±0,00002	-0,00036 ±0,00001	0,99995 ±0,00043	2103,03861 ±0,00020	1587,70147 ±0,00021	287,24903 ±0,00020
4	129,28921° ±15,04''	-0,00105 ±0,00001	0,00052 ±0,00001	0,99996 ±0,00009	2098,84767 ±0,00021	1564,27841 ±0,00021	287,31432 ±0,00021
5	249,06824° ±15,06''	-0,00097 ±0,00001	-0,00064 ±0,00001	0,99996 ±0,00005	2098,84779 ±0,00021	1564,27689 ±0,00021	287,31444 ±0,00021
6	203,36530° ±14,93''	-0,00100 ±0,00002	-0,00029 ±0,00001	0,99995 ±0,00043	2103,03844 ±0,00020	1587,70078 ±0,00021	287,24868 ±0,00020
7	249,00251° ±15,06''	-0,00099 ±0,00001	-0,00060 ±0,00001	0,99994 ±0,00005	2098,84814 ±0,00021	1564,27715 ±0,00021	287,31385 ±0,00021
8	202,64460° ±14,91''	-0,00102 ±0,00002	-0,00023 ±0,00001	0,99993 ±0,00046	2103,03816 ±0,00020	1587,70127 ±0,00021	287,24831 ±0,00020
9	248,95792° ±15,07''	-0,00101 ±0,00001	-0,00040 ±0,00001	0,99992 ±0,00005	2098,84838 ±0,00022	1564,27757 ±0,00021	287,31310 ±0,00021
10	84,57270° ±15,31''	-0,00109 ±0,00001	0,00126 ±0,00000	1,00002 ±0,00002	2103,03838 ±0,00019	1587,70230 ±0,00019	287,24703 ±0,00021
11	9,41676° ±36,06''	-0,00251 ±0,00003	0,01132 ±0,00004	1,00342 ±0,00048	2098,84889 ±0,00021	1564,27782 ±0,00019	287,31264 ±0,00021
12	203,51034° ±14,93''	-0,00103 ±0,00001	-0,00037 ±0,00001	1,00004 ±0,00043	2103,03836 ±0,00019	1587,70138 ±0,00019	287,24913 ±0,00021
13	129,28549° ±15,08''	-0,00103 ±0,00001	0,00052 ±0,00001	1,00005 ±0,00009	2098,84756 ±0,00021	1564,27837 ±0,00019	287,31426 ±0,00021
14	249,07445° ±15,07''	-0,00096 ±0,00001	-0,00066 ±0,00001	1,00005 ±0,00005	2098,84786 ±0,00021	1564,27674 ±0,00019	287,31440 ±0,00021

Se nadaljuje

Niz	$\omega$	$\vec{v}$			<b>T</b>		
15	203,36865° ±14,93''	-0,00100 ±0,00002	-0,00029 ±0,00001	1,00003 ±0,00043	2103,03825 ±0,00019	1587,70093 ±0,00019	287,24860 ±0,00021
16	249,00853° ±15,07''	-0,00098 ±0,00001	-0,00062 ±0,00001	1,00005 ±0,00005	2098,84796 ±0,00021	1564,27691 ±0,00019	287,31364 ±0,00021
17	202,64852° ±14,92''	-0,00102 ±0,00002	-0,00024 ±0,00001	1,00004 ±0,00046	2103,03828 ±0,00019	1587,70192 ±0,00019	287,24757 ±0,00021
18	248,96399° ±15,07''	-0,00100 ±0,00001	-0,00041 ±0,00001	1,00002 ±0,00005	2098,84797 ±0,00021	1564,27683 ±0,00019	287,31241 ±0,00021

<b>Kalibracijski parametri KP</b>					
	$A_0$ [mm]	$A_1$ [ppm]	$B_1$ ["]	$B_2$ ["]	$C_0$ ["]
	-0,57	-16,82	70,96	4,64	6,14
	±0,23	±15,04	±15,10	±4,30	±1,23

<b>Korelacije med KP in OP (&gt; 0,5)</b>					
	$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 1	$\omega$		-0,96	0,87	
Niz 1	$\vec{v}_Z$		0,97	-0,88	
Niz 1	$T_Z$				-0,57
Niz 2	$\vec{v}_Z$		0,99	-0,90	
Niz 3	$\omega$		-0,99	0,90	
Niz 3	$\vec{v}_Z$		-0,66	0,59	
Niz 3	$T_Z$				-0,57
Niz 4	$\omega$		-0,99	0,89	
Niz 4	$\vec{v}_Z$		0,91	-0,82	
Niz 5	$\omega$		-0,98	0,89	
Niz 5	$\vec{v}_Z$		-0,95	0,86	
Niz 6	$\omega$		-0,99	0,90	
Niz 6	$\vec{v}_Z$		-0,65	0,59	
Niz 6	$T_Z$				-0,57
Niz 7	$\omega$		-0,98	0,89	
Niz 7	$\vec{v}_Z$		-0,95	0,86	
Niz 8	$\omega$		-0,99	0,90	
Niz 8	$\vec{v}_Z$		-0,64	0,57	
Niz 8	$T_Z$				-0,56
Niz 9	$\omega$		-0,98	0,89	
Niz 9	$\vec{v}_Z$		-0,95	0,86	
Niz 10	$\omega$		-0,97	0,87	
Niz 10	$\vec{v}_Z$		0,98	-0,88	
Niz 10	$T_Z$				-0,65
Niz 11	$\vec{v}_Z$		1,00	-0,89	
Niz 11	$T_Z$				-0,59
Niz 12	$\omega$		-1,00	0,89	
Niz 12	$\vec{v}_Z$		-0,72	0,64	
Niz 12	$T_Z$				-0,65
Niz 13	$\omega$		-0,99	0,89	
Niz 13	$\vec{v}_Z$		0,93	-0,84	
Niz 13	$T_Z$				-0,59
Niz 14	$\omega$		-0,99	0,89	
Niz 14	$\vec{v}_Z$		-0,96	0,87	
Niz 14	$T_Z$				-0,59
Niz 15	$\omega$		-1,00	0,89	
Niz 15	$\vec{v}_Z$		-0,71	0,64	

Se nadaljuje

		$A_0$	$A_1$	$B_1$	$B_2$	$C_0$
Niz 15	$T_Z$					-0,65
Niz 16	$\omega$			-0,99	0,89	
Niz 16	$\vec{v}_Z$			-0,96	0,87	
Niz 16	$T_Z$					-0,59
Niz 17	$\omega$			-1,00	0,89	
Niz 17	$\vec{v}_Z$			-0,70	0,63	
Niz 17	$T_Z$					-0,65
Niz 18	$\omega$			-0,99	0,89	
Niz 18	$\vec{v}_Z$			-0,96	0,86	
Niz 18	$T_Z$					-0,59
	$A_0$	1,00				
	$A_1$		1,00			
	$B_1$			1,00	-0,91	
	$B_2$			-0,91	1,00	
	$C_0$					1,00

**Statistika popravkov SKENERSKIH opazovanj**Apriori:  $\sigma_\theta = 6,00''$ ,  $\sigma_\alpha = 7,00''$ ,  $\sigma_\rho = 2,00$  mm

Niz	$\sigma_{v\theta}$	$\sigma_{v\alpha}$	$\sigma_{v\rho}$	$\bar{\sigma}_{v\theta}$	$\bar{\sigma}_{v\alpha}$	$\bar{\sigma}_{v\rho}$
1	7,09	5,83	1,34	4,98	6,10	2,11
2	8,28	9,25	0,96	5,04	6,16	2,11
3	5,95	5,83	1,44	4,98	6,10	2,11
4	6,40	4,73	1,24	5,04	6,16	2,11
5	7,85	4,64	1,39	5,04	6,16	2,11
6	7,69	5,22	1,11	4,98	6,10	2,11
7	7,19	4,67	1,11	5,04	6,16	2,11
8	8,81	5,01	1,36	4,95	6,07	2,11
9	8,64	8,01	0,93	5,00	6,10	2,11
10	3,85	6,84	0,96	5,15	6,37	2,12
11	6,47	10,90	1,50	5,17	6,38	2,12
12	4,71	5,23	0,97	5,15	6,37	2,12
13	5,12	4,95	1,35	5,17	6,38	2,12
14	7,24	5,90	1,69	5,17	6,38	2,12
15	5,88	4,97	0,95	5,15	6,37	2,12
16	5,90	5,09	1,51	5,17	6,38	2,12
17	3,94	4,41	0,86	5,14	6,36	2,12
18	4,40	8,67	1,65	5,15	6,36	2,12
vsi:	6,36	6,38	1,27	5,09	6,27	2,11

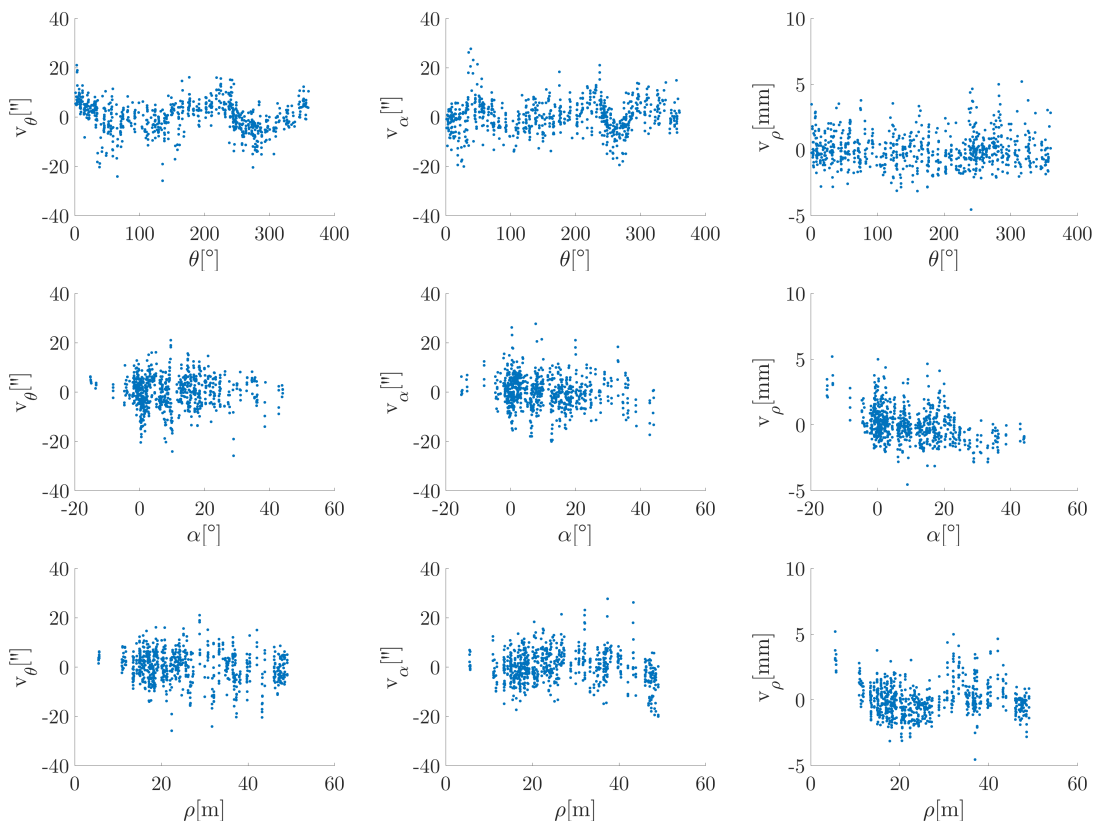
**Statistika popravkov koordinat iz TAHIMETRIJE**

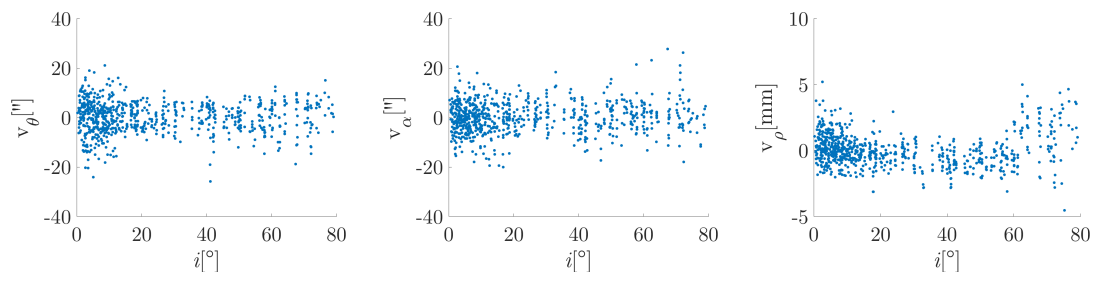
Apriori:  $\sigma_X = 0,50$  mm,  $\sigma_Y = 0,50$  mm,  $\sigma_Z = 0,50$  mm

Niz	$\sigma_{vX}$	$\sigma_{vY}$	$\sigma_{vZ}$	$\bar{\sigma}_{vX}$	$\bar{\sigma}_{vY}$	$\bar{\sigma}_{vZ}$
1	0,36	0,34	0,37	0,27	0,24	0,30
2	0,39	0,30	0,35	0,26	0,25	0,29
3	0,29	0,30	0,35	0,27	0,24	0,30
4	0,31	0,30	0,23	0,26	0,25	0,29
5	0,44	0,36	0,24	0,26	0,25	0,29
6	0,36	0,34	0,29	0,27	0,24	0,30
7	0,38	0,37	0,24	0,26	0,25	0,29
8	0,46	0,43	0,36	0,26	0,25	0,30
9	0,47	0,40	0,39	0,26	0,25	0,29
10	0,23	0,23	0,29	0,26	0,24	0,27
11	0,29	0,28	0,38	0,25	0,25	0,27
12	0,20	0,28	0,26	0,26	0,24	0,27
13	0,24	0,25	0,19	0,25	0,25	0,27
14	0,33	0,36	0,24	0,25	0,25	0,27
15	0,25	0,33	0,24	0,26	0,24	0,27
16	0,29	0,31	0,20	0,25	0,25	0,27
17	0,18	0,24	0,18	0,26	0,24	0,27
18	0,22	0,24	0,33	0,25	0,26	0,27
vsi:	0,31	0,31	0,29	0,26	0,25	0,28

Globalni Test Modela: 1,22

**Izris popravkov SKENERSKIH opazovanj**







## H Izravnava mreže TE Brestanica

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

### Mreža TEB – za vklop skeniranja Dimnikov – prosta mreža - notranje vezi

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEODEZIJO - UL FGG

01-Feb-2016

10:14:24

### Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
O1	999.3288	1000.0527	194.4076
O2	1290.8270	998.1613	192.7956
O3	1139.4779	993.7548	191.3835
O4	1183.1986	994.7829	192.3338
O5	1206.2563	994.0185	192.3365
S1	1111.9993	1030.1177	198.4470
S2	1030.5372	915.7044	187.8498
S3	1252.5431	1032.4821	201.2577
S4	1228.0635	966.7751	185.5717

## Seznam merjenih količin

## Smeri

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
O1	S1	0.00000	1.00
O1	O3	17.51370	1.00
O1	O4	16.58233	1.00
O1	O5	16.61085	1.00
O1	O2	15.31235	1.00
O1	S2	84.63662	1.00
S2	O1	0.00000	1.00
S2	S1	55.75494	1.00
S2	O3	74.68430	1.00
S1	O3	0.00000	1.00
S1	S2	72.52821	1.00
S1	O1	112.13688	1.00
S1	S3	306.11395	1.00
O3	S2	0.00000	1.00
O3	O1	38.19279	1.00
O3	S1	88.54223	1.00
O3	O4	214.27268	1.00
O3	O5	215.39352	1.00
O3	O2	213.95213	1.00
O4	O1	0.00000	1.00
O4	O3	357.01143	1.00
O4	O2	176.56063	1.00
O4	O5	180.25683	1.00
O5	O1	0.00000	1.00
O5	O3	358.10307	1.00
O5	O4	0.22788	1.00
O5	S3	138.60274	1.00
O5	O2	175.52488	1.00
O5	S4	229.65374	1.00
O2	S4	0.00000	1.00
O2	O5	23.76388	1.00
O2	O4	24.77023	1.00
O2	O3	24.90036	1.00
O2	O1	26.93994	1.00
O2	S3	68.44362	1.00

## Horizontalne dolžine

Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]
O1	S1	116.6131	0.20
O1	O3	140.2904	0.20
O1	O4	183.9453	0.20
O1	O5	207.0153	0.20
O1	O2	291.5042	0.20
O1	S2	89.9365	0.20
S2	O1	89.9365	0.20
S2	S1	140.4509	0.20
S2	O3	134.0146	0.20
S1	O3	45.5773	0.20
S1	S2	140.4510	0.20

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]
S1	O1	116.6131	0.20
S1	S3	140.5643	0.20
O3	S2	134.0148	0.20
O3	O1	140.2907	0.20
O3	S1	45.5776	0.20
O3	O4	43.7328	0.20
O3	O5	66.7789	0.20
O3	O2	151.4132	0.20
O4	O1	183.9454	0.20
O4	O3	43.7326	0.20
O4	O2	107.6813	0.20
O4	O5	23.0703	0.20
O5	O1	207.0156	0.20
O5	O3	66.7786	0.20
O5	O4	23.0703	0.20
O5	S3	60.1824	0.20
O5	O2	84.6722	0.20
O5	S4	34.8966	0.20
O2	S4	70.1732	0.20
O2	O5	84.6726	0.20
O2	O4	107.6817	0.20
O2	O3	151.4134	0.20
O2	O1	291.5043	0.20
O2	S3	51.4146	0.20

## Višinske razlike

Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
O1	S1	4.0387	1.00
O1	O3	-3.0246	1.00
O1	O4	-2.0748	1.00
O1	O5	-2.0720	1.00
O1	O2	-1.6127	1.00
O1	S2	-6.5584	1.00
S2	O1	6.5575	1.00
S2	S1	10.5964	1.00
S2	O3	3.5327	1.00
S1	O3	-7.0637	1.00
S1	S2	-10.5979	1.00
S1	O1	-4.0402	1.00
S1	S3	2.8101	1.00
O3	S2	-3.5342	1.00
O3	O1	3.0239	1.00
O3	S1	7.0633	1.00
O3	O4	0.9502	1.00
O3	O5	0.9525	1.00
O3	O2	1.4110	1.00
O4	O1	2.0732	1.00
O4	O3	-0.9504	1.00
O4	O2	0.4611	1.00
O4	O5	0.0028	1.00
O5	O1	2.0696	1.00

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
O5	O3	-0.9533	1.00
O5	O4	-0.0026	1.00
O5	S3	8.9215	1.00
O5	O2	0.4581	1.00
O5	S4	-6.7647	1.00
O2	S4	-7.2240	1.00
O2	O5	-0.4593	1.00
O2	O4	-0.4622	1.00
O2	O3	-1.4133	1.00
O2	O1	1.6097	1.00
O2	S3	8.4621	1.00

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:	$\sigma_{0s}=1.00$ ["]
natančnost horizontalnih dolžin:	$\sigma_{0d}=0.20$ [mm]
natančnost višinskih razlik:	$\sigma_{0\Delta h}=1.00$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: prosta mreža - notranje vezi.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0d}$  in  $\sigma_{0\Delta h}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnavave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
O1	-0.0001	-0.0001	-0.0001
O2	-0.0001	0.0002	0.0001
O3	-0.0001	0.0001	-0.0000
O4	-0.0001	0.0000	-0.0000
O5	-0.0001	0.0001	0.0001
S1	0.0001	-0.0001	-0.0000
S2	-0.0000	0.0000	-0.0000
S3	0.0004	-0.0003	-0.0001
S4	0.0001	0.0000	0.0000

### Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta ori$ ["]
O1	-0.21
S2	-0.06
S1	0.13
O3	-0.06
O4	-0.20
O5	0.11
O2	-0.23

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.000683

Popravki po 2. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.

Norma vektorja popravkov je 0.000000

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: prosta mreža - notranje vezi.

Število iteracij: 2.

Norma vektorja popravkov 0.000000

Število meritev: 35 smeri  
 35 horizontalnih dolžin  
 35 višinskih razlik  


---

 105

Število neznank: 27 koordinat  
 7 orientacijskih  


---

 34

Nadštevilnost: 105 meritev  
 -34 neznank  
 +4 defekt datuma  


---

 75

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 2.45e-07$   
 Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 5.91e-07$   
 Globani test modela: 0.99

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
O1	999.3287	1000.0526	194.4075	0.06	0.10	0.27	0.27	0.10	0.06
O2	1290.8269	998.1615	192.7957	0.06	0.15	0.29	0.29	0.15	0.06
O3	1139.4778	993.7549	191.3835	0.06	0.11	0.27	0.27	0.12	0.06
O4	1183.1985	994.7829	192.3338	0.07	0.10	0.34	0.34	0.10	0.07
O5	1206.2562	994.0186	192.3366	0.06	0.08	0.29	0.29	0.09	0.06
S1	1111.9994	1030.1176	198.4470	0.09	0.12	0.37	0.37	0.13	0.08
S2	1030.5372	915.7044	187.8498	0.15	0.08	0.40	0.40	0.15	0.08
S3	1252.5435	1032.4818	201.2576	0.12	0.14	0.52	0.52	0.14	0.12
S4	1228.0636	966.7751	185.5718	0.14	0.15	0.65	0.65	0.16	0.13

### Orientacijske smeri

Točka	$\alpha$ [°]	$\sigma_\alpha$ ["]
O1	75.05928	0.44
S2	-20.30411	0.65
S1	142.92248	0.52
O3	234.38023	0.42
O4	-88.35841	0.54
O5	-88.32927	0.49
O2	243.43177	0.56

## Izravnane meritve

### Smeri

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
O1	S1	0.00000	1.00	-0.08	0.88	-0.00002	0.45	0.09

$\tau_{krit} = 1.9542$

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
O1	O3	17.51370	1.00	0.27	0.89	17.51377	0.42	0.30
O1	O4	16.58233	1.00	0.04	0.89	16.58234	0.42	0.05
O1	O5	16.61085	1.00	-0.24	0.89	16.61079	0.42	0.27
O1	O2	15.31235	1.00	-0.17	0.88	15.31231	0.45	0.19
O1	S2	84.63662	1.00	0.17	0.86	84.63667	0.48	0.20
S2	O1	0.00000	1.00	-0.20	0.79	-0.00005	0.60	0.25
S2	S1	55.75494	1.00	0.26	0.80	55.75502	0.58	0.32
S2	O3	74.68430	1.00	-0.06	0.80	74.68428	0.59	0.08
S1	O3	0.00000	1.00	0.13	0.78	0.00004	0.61	0.17
S1	S2	72.52821	1.00	-0.14	0.82	72.52817	0.55	0.17
S1	O1	112.13688	1.00	-0.01	0.80	112.13688	0.58	0.01
S1	S3	306.11395	1.00	0.02	0.77	306.11395	0.62	0.02
O3	S2	0.00000	1.00	-0.03	0.83	-0.00001	0.54	0.04
O3	O1	38.19279	1.00	-0.05	0.84	38.19277	0.52	0.06
O3	S1	88.54223	1.00	-0.16	0.79	88.54219	0.60	0.21
O3	O4	214.27268	1.00	-0.13	0.77	214.27265	0.62	0.17
O3	O5	215.39352	1.00	0.25	0.84	215.39359	0.53	0.30
O3	O2	213.95213	1.00	0.12	0.84	213.95216	0.52	0.14
O4	O1	0.00000	1.00	-0.51	0.78	-0.00014	0.61	0.65
O4	O3	357.01143	1.00	0.22	0.68	357.01149	0.71	0.33
O4	O2	176.56063	1.00	0.33	0.77	176.56072	0.62	0.43
O4	O5	180.25683	1.00	-0.05	0.64	180.25681	0.75	0.07
O5	O1	0.00000	1.00	0.76	0.82	0.00021	0.55	0.92
O5	O3	358.10307	1.00	-0.22	0.81	358.10301	0.57	0.28
O5	O4	0.22788	1.00	-0.00	0.67	0.22788	0.72	0.00
O5	S3	138.60274	1.00	-0.00	0.73	138.60274	0.66	0.01
O5	O2	175.52488	1.00	-0.53	0.80	175.52473	0.58	0.66
O5	S4	229.65374	1.00	0.00	0.56	229.65374	0.82	0.00
O2	S4	0.00000	1.00	-0.00	0.77	-0.00000	0.61	0.00
O2	O5	23.76388	1.00	0.61	0.88	23.76405	0.45	0.70
O2	O4	24.77023	1.00	-0.14	0.88	24.77019	0.44	0.16
O2	O3	24.90036	1.00	-0.43	0.88	24.90024	0.46	0.49
O2	O1	26.93994	1.00	-0.05	0.84	26.93993	0.52	0.06
O2	S3	68.44362	1.00	0.00	0.74	68.44362	0.66	0.00

 $\tau_{krit} = 1.9542$ 

## Horizontalne dolžine

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]	$v_d$ [mm]	$\sigma_{v_d}$ [mm]	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]	$\omega_d$
O1	S1	116.61309	0.20	0.03	0.17	116.61312	0.10	0.19
O1	O3	140.29041	0.20	-0.11	0.18	140.29030	0.08	0.60
O1	O4	183.94528	0.20	-0.04	0.18	183.94524	0.09	0.23
O1	O5	207.01528	0.20	-0.07	0.18	207.01521	0.08	0.42
O1	O2	291.50416	0.20	-0.25	0.18	291.50391	0.08	1.41
O1	S2	89.93651	0.20	0.03	0.15	89.93654	0.13	0.17
S2	O1	89.93646	0.20	-0.02	0.15	89.93644	0.13	0.17
S2	S1	140.45094	0.20	-0.01	0.16	140.45093	0.11	0.07
S2	O3	134.01455	0.20	-0.12	0.16	134.01443	0.11	0.74
S1	O3	45.57729	0.20	-0.17	0.16	45.57712	0.12	1.08
S1	S2	140.45096	0.20	0.01	0.16	140.45097	0.11	0.06
S1	O1	116.61306	0.20	0.00	0.17	116.61306	0.10	0.01
S1	S3	140.56432	0.20	0.04	0.13	140.56436	0.15	0.28
O3	S2	134.01479	0.20	0.12	0.16	134.01491	0.11	0.75
O3	O1	140.29073	0.20	0.21	0.18	140.29094	0.08	1.16

 $\tau_{krit} = 1.9542$ 

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9542$
Od	Do	$d[m]$	$\sigma_d[mm]$	$v_d[mm]$	$\sigma_{v_d}[mm]$	$d[m]$	$\sigma_d[mm]$	$\omega_d$	
O3	S1	45.57762	0.20	0.16	0.16	45.57778	0.12	1.03	
O3	O4	43.73276	0.20	0.05	0.18	43.73281	0.09	0.27	
O3	O5	66.77886	0.20	0.10	0.18	66.77896	0.08	0.56	
O3	O2	151.41318	0.20	-0.05	0.18	151.41313	0.08	0.27	
O4	O1	183.94541	0.20	0.09	0.18	183.94550	0.09	0.50	
O4	O3	43.73264	0.20	-0.07	0.18	43.73257	0.09	0.41	
O4	O2	107.68131	0.20	-0.18	0.18	107.68113	0.09	1.01	
O4	O5	23.07026	0.20	0.02	0.18	23.07028	0.09	0.12	
O5	O1	207.01559	0.20	0.24	0.18	207.01583	0.08	1.32	
O5	O3	66.77865	0.20	-0.11	0.18	66.77854	0.08	0.61	
O5	O4	23.07026	0.20	0.02	0.18	23.07028	0.09	0.12	
O5	S3	60.18236	0.20	-0.03	0.13	60.18233	0.15	0.20	
O5	O2	84.67223	0.20	-0.07	0.18	84.67216	0.08	0.41	
O5	S4	34.89661	0.20	0.00	0.09	34.89661	0.17	0.00	
O2	S4	70.17323	0.20	0.00	0.13	70.17323	0.15	0.00	
O2	O5	84.67259	0.20	0.29	0.18	84.67288	0.08	1.59	
O2	O4	107.68165	0.20	0.16	0.18	107.68181	0.09	0.90	
O2	O3	151.41341	0.20	0.18	0.18	151.41359	0.08	1.01	
O2	O1	291.50432	0.20	-0.09	0.18	291.50423	0.08	0.52	
O2	S3	51.41462	0.20	0.02	0.11	51.41464	0.16	0.21	

### Višinske razlike

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9542$
Od	Do	$\Delta h[m]$	$\sigma_{\Delta h}[mm]$	$v_{\Delta h}[mm]$	$\sigma_{v_{\Delta h}}[mm]$	$\Delta h[m]$	$\sigma_{\Delta h}[mm]$	$\omega_{\Delta h}$	
O1	S1	4.03872	1.00	-0.82	0.88	4.03790	0.45	0.92	
O1	O3	-3.02464	1.00	-0.60	0.91	-3.02524	0.37	0.65	
O1	O4	-2.07476	1.00	-1.04	0.89	-2.07580	0.42	1.17	
O1	O5	-2.07195	1.00	-1.00	0.90	-2.07295	0.41	1.11	
O1	O2	-1.61273	1.00	-0.88	0.90	-1.61361	0.41	0.98	
O1	S2	-6.55842	1.00	-0.74	0.87	-6.55916	0.46	0.85	
S2	O1	6.55747	1.00	-0.21	0.87	6.55726	0.46	0.24	
S2	S1	10.59638	1.00	-0.83	0.86	10.59555	0.49	0.97	
S2	O3	3.53269	1.00	-0.94	0.87	3.53175	0.46	1.08	
S1	O3	-7.06372	1.00	-0.14	0.88	-7.06386	0.45	0.16	
S1	S2	-10.59787	1.00	-0.66	0.86	-10.59853	0.49	0.76	
S1	O1	-4.04021	1.00	-0.67	0.88	-4.04088	0.45	0.76	
S1	S3	2.81012	1.00	-0.49	0.74	2.80963	0.66	0.66	
O3	S2	-3.53422	1.00	-0.59	0.87	-3.53481	0.46	0.67	
O3	O1	3.02386	1.00	-0.18	0.91	3.02368	0.37	0.20	
O3	S1	7.06327	1.00	-0.31	0.88	7.06296	0.45	0.35	
O3	O4	0.95017	1.00	-0.16	0.89	0.95001	0.42	0.18	
O3	O5	0.95245	1.00	-0.64	0.90	0.95181	0.41	0.71	
O3	O2	1.41103	1.00	-1.16	0.90	1.40987	0.41	1.29	
O4	O1	2.07317	1.00	-0.55	0.89	2.07262	0.42	0.61	
O4	O3	-0.95041	1.00	-0.08	0.89	-0.95049	0.42	0.09	
O4	O2	0.46109	1.00	-0.77	0.89	0.46032	0.43	0.87	
O4	O5	0.00280	1.00	0.04	0.89	0.00284	0.43	0.04	
O5	O1	2.06962	1.00	-1.33	0.90	2.06829	0.41	1.48	
O5	O3	-0.95327	1.00	-0.18	0.90	-0.95345	0.41	0.20	
O5	O4	-0.00259	1.00	0.17	0.89	-0.00242	0.43	0.19	
O5	S3	8.92152	1.00	0.42	0.76	8.92194	0.63	0.55	
O5	O2	0.45813	1.00	-0.97	0.90	0.45716	0.40	1.08	
O5	S4	-6.76469	1.00	0.08	0.67	-6.76461	0.73	0.12	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]	$v_{\Delta h}$ [mm]	$\sigma_{v_{\Delta h}}$ [mm]	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]	$\omega_{\Delta h}$
O2	S4	-7.22395	1.00	-0.08	0.67	-7.22403	0.73	0.12
O2	O5	-0.45932	1.00	-0.22	0.90	-0.45954	0.40	0.24
O2	O4	-0.46219	1.00	-0.33	0.89	-0.46252	0.43	0.37
O2	O3	-1.41329	1.00	-1.10	0.90	-1.41439	0.41	1.22
O2	O1	1.60973	1.00	-2.12	0.90	1.60761	0.41	2.36
O2	S3	8.46206	1.00	0.06	0.76	8.46212	0.63	0.08

 $\tau_{krit} = 1.9542$ 

!



## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 10000x.

1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 10 m .

(izrisMreže3D)

# I Izravnava mreže MELJE

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

## MHE Melje – 1. izmera – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEO-  
DEZIJO - UL FGG

09-Feb-2016

15:05:07

## Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
O3	70.0081	238.1196	10.0000
O4	111.2209	246.7633	9.9650
S2	100.0230	244.5590	11.4790
O1	88.8150	131.0630	17.1600
O2	146.8840	112.7610	18.6600
S1	76.4310	239.9110	11.4770

## Seznam merjenih količin

### Smeri

Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]
S1	O2	0.00169	1.22
S1	O1	22.50788	1.25
S1	O3	103.69283	1.33
S1	S2	287.82202	2.22
S1	O4	287.79587	2.63
S2	O2	0.00152	0.42
S2	O1	25.21448	0.44
S2	O3	97.53067	1.43
S2	O4	278.34915	1.19
S2	S1	98.42972	2.22
O1	O3	199.02917	0.34
O1	S1	202.50797	0.47
O1	S2	214.60835	0.33
O1	O4	219.95245	0.45
O1	O2	316.48630	0.48
O2	O3	177.47401	0.77
O2	S1	180.00145	0.87
O2	S2	189.39521	0.54
O2	O4	194.08949	0.71
O2	O1	136.48577	0.65

## Horizontalne dolžine

Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]
O2	S1	145.3286	0.23
O1	S1	109.5176	0.09
S2	S1	23.9795	0.08
O2	S2	139.8653	0.13
O1	S2	114.0092	0.14
O2	O1	60.8838	0.15
S1	O3	6.6748	0.34
S1	O4	35.4487	0.27
S2	O3	30.6405	0.23
S2	O4	11.4698	0.30
O1	O3	108.6943	0.37
O1	O4	117.8489	0.18
O2	O3	147.0503	0.29
O2	O4	138.6652	0.35

*Se nadaljuje*

*... nadaljevanje preglednice*

Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]
----	----	---------	-----------------

## Višinske razlike

Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
O2	S1	-7.0380	0.75
O1	S1	-5.5379	0.75
S2	S1	0.1322	0.75
O2	S2	-7.1701	0.75
O1	S2	-5.6699	0.75
O2	O1	-1.4999	0.75
S1	O3	-1.6237	1.50
S1	O4	-1.6592	1.50
S2	O3	-1.4922	1.50
S2	O4	-1.5261	1.50
O1	O3	-7.1650	1.50
O1	O4	-7.1997	1.50
O2	O3	-8.6670	1.50
O2	O4	-8.7004	1.50

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost smeri:	$\sigma_{0s}=1.00$ ["]
natančnost horizontalnih dolžin:	$\sigma_{0d}=0.30$ [mm]
natančnost višinskih razlik:	$\sigma_{0\Delta h}=1.50$ [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točki: O3, O4.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0s}$ ,  $\sigma_{0d}$  in  $\sigma_{0\Delta h}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
O3	0.0000	0.0000	0.0000
O4	0.0000	0.0000	0.0000
S2	-0.0516	-0.0332	0.0139
O1	-0.0012	0.0011	0.0040
O2	-0.0025	0.0010	0.0045
S1	0.0155	-0.0302	0.1482

### Popravki orientacijskih neznank

Točka	$\Delta \text{ori}$ ["]
S1	155.52
S2	-103.71
O1	-10.84
O2	-15.40

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.164636

Popravki po 2. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.

Norma vektorja popravkov je 0.000214

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točki: O3, O4.

Število iteracij: 2.

Norma vektorja popravkov 0.000214

Število meritev: 20 smeri  
 14 horizontalnih dolžin  
 14 višinskih razlik  
 -----  
 48

Število neznank: 12 koordinat  
 4 orientacijskih  
 -----  
 16

Nadštevilnost: 48 meritev  
 -16 neznank  
 +0 defekt datuma  
 -----  
 32

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 6.83e-07$   
 Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 9.57e-07$   
 Globani test modela: 1.18

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
O3	70.0081	238.1196	10.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O4	111.2209	246.7633	9.9650	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S2	99.9714	244.5257	11.4929	0.20	0.07	0.89	0.89	0.20	0.05
O1	88.8137	131.0641	17.1640	0.41	0.16	0.89	0.89	0.41	0.16
O2	146.8813	112.7619	18.6645	0.48	0.26	0.89	0.89	0.52	0.16
S1	76.4465	239.8808	11.6252	0.20	0.06	0.89	0.89	0.20	0.04

### Orientacijske smeri

Točka	$\alpha$ [°]	$\sigma_\alpha$ ["]
S1	151.00845	0.64
S2	160.40149	0.60
O1	151.00798	0.88
O2	151.00827	0.92

## Izravnane meritve

### Smeri

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
S1	O2	0.00169	1.00	-1.42	0.94	0.00130	0.72	1.50
S1	O1	22.50788	1.00	-1.00	0.92	22.50760	0.74	1.08
S1	O3	103.69283	1.00	-0.19	0.24	103.69278	1.16	0.80
S1	S2	287.82202	1.00	0.94	0.89	287.82228	0.78	1.06
S1	O4	287.79587	1.00	1.66	0.94	287.79633	0.72	1.77
S2	O2	0.00152	1.00	1.80	0.93	0.00202	0.73	1.94
S2	O1	25.21448	1.00	1.42	0.94	25.21488	0.73	1.52

$\tau_{krit} = 1.9457$

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$v_s$ ["]	$\sigma_{v_s}$ ["]	$s$ [°]	$\sigma_s$ ["]	$\omega_s$
S2	O3	97.53067	1.00	-1.02	0.95	97.53039	0.71	1.08
S2	O4	278.34915	1.00	-0.47	0.36	278.34902	1.13	1.31
S2	S1	98.42972	1.00	-1.73	0.90	98.42924	0.77	1.92
O1	O3	199.02917	1.00	-0.71	1.03	199.02897	0.59	0.69
O1	S1	202.50797	1.00	0.33	1.01	202.50807	0.62	0.33
O1	S2	214.60835	1.00	0.13	1.02	214.60839	0.61	0.13
O1	O4	219.95245	1.00	0.79	1.04	219.95267	0.57	0.76
O1	O2	316.48630	1.00	-0.54	0.80	316.48615	0.87	0.67
O2	O3	177.47401	1.00	-0.74	1.05	177.47380	0.55	0.71
O2	S1	180.00145	1.00	0.08	1.03	180.00147	0.58	0.08
O2	S2	189.39521	1.00	0.10	1.03	189.39523	0.58	0.09
O2	O4	194.08949	1.00	0.25	1.04	194.08956	0.56	0.24
O2	O1	136.48577	1.00	0.32	0.95	136.48586	0.71	0.33

$\tau_{krit} = 1.9457$

### Horizontalne dolžine

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]	$v_d$ [mm]	$\sigma_{v_d}$ [mm]	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]	$\omega_d$
O2	S1	145.32855	0.30	-0.40	0.31	145.32815	0.17	1.30
O1	S1	109.51762	0.30	-0.37	0.31	109.51725	0.17	1.19
S2	S1	23.97953	0.30	-0.37	0.27	23.97916	0.23	1.37
O2	S2	139.86530	0.30	-0.23	0.31	139.86507	0.17	0.75
O1	S2	114.00919	0.30	-0.20	0.31	114.00899	0.17	0.65
O2	O1	60.88379	0.30	-0.15	0.22	60.88364	0.28	0.67
S1	O3	6.67482	0.30	0.08	0.29	6.67490	0.20	0.28
S1	O4	35.44875	0.30	0.23	0.29	35.44898	0.20	0.80
S2	O3	30.64054	0.30	-0.04	0.29	30.64050	0.20	0.14
S2	O4	11.46979	0.30	0.04	0.29	11.46983	0.20	0.15
O1	O3	108.69430	0.30	0.40	0.31	108.69470	0.18	1.30
O1	O4	117.84889	0.30	0.15	0.31	117.84904	0.17	0.49
O2	O3	147.05030	0.30	0.83	0.31	147.05113	0.17	2.67
O2	O4	138.66515	0.30	0.02	0.31	138.66517	0.18	0.06

$\tau_{krit} = 1.9457$

!

### Višinske razlike

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]	$v_{\Delta h}$ [mm]	$\sigma_{v_{\Delta h}}$ [mm]	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]	$\omega_{\Delta h}$
O2	S1	-7.03797	1.50	-1.36	1.45	-7.03933	1.03	0.94
O1	S1	-5.53787	1.50	-0.98	1.45	-5.53885	1.03	0.67
S2	S1	0.13224	1.50	-0.02	1.45	0.13222	1.03	0.01
O2	S2	-7.17013	1.50	-1.42	1.45	-7.17155	1.03	0.98
O1	S2	-5.66985	1.50	-1.22	1.45	-5.67107	1.03	0.84
O2	O1	-1.49988	1.50	-0.60	1.45	-1.50048	1.03	0.41
S1	O3	-1.62372	1.50	-1.44	1.54	-1.62516	0.89	0.94
S1	O4	-1.65925	1.50	-0.91	1.54	-1.66016	0.89	0.59
S2	O3	-1.49219	1.50	-0.75	1.54	-1.49294	0.89	0.49
S2	O4	-1.52606	1.50	-1.88	1.54	-1.52794	0.89	1.22
O1	O3	-7.16497	1.50	0.96	1.54	-7.16401	0.89	0.62
O1	O4	-7.19965	1.50	0.64	1.54	-7.19901	0.89	0.42
O2	O3	-8.66700	1.50	2.51	1.54	-8.66449	0.89	1.63
O2	O4	-8.70037	1.50	0.88	1.54	-8.69949	0.89	0.57

$\tau_{krit} = 1.9457$

## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 10000x.  
1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 10 m .

(izrisMreže3D)

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta za gradbeništvo  
in geodezijo



POROČILO O IZRAVNAVI 3D GEODETSKE MREŽE:

## MHE Melje – 2. izmera – vpeta mreža

PROGRAM: IZRAVNAVA VER. 3.7 - JULIJ 2015

COPYRIGHT (C) KLEMEN KREGAR - KATEDRA ZA GEODEZIJO - ODDELEK ZA GEODEZIJO - UL FGG

10-Feb-2016

10:39:59



## Seznam približnih koordinat

Točka	y[m]	x[m]	H[m]
O3	70.0081	238.1196	10.0000
O4	111.2209	246.7633	9.9650
O1	88.8144	131.0746	17.1363
O2	146.8810	112.7674	18.6370
S1	76.4310	239.9110	11.4770
S2	100.0230	244.5590	11.4790
H1	115.9970	99.1020	15.9350
H2	108.7870	99.5730	15.8770
H3	100.0000	99.9990	15.9140
H4	117.7720	100.8320	13.1100
H5	110.5580	101.2830	13.0860
H6	102.0080	101.7610	13.0420
H7	119.5240	102.5500	10.2800
H8	112.2890	103.0160	10.2430
H9	103.9780	103.4750	10.1870
H13	129.6820	114.9470	8.9640
H14	114.7710	113.7240	8.9730
H15	104.4520	112.7120	8.9820

## Seznam merjenih količin

### Horizontalni koti

Od	Do-l	Do-d	$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$\sigma_{k,k+1}$ ["] <sup>2</sup>
O1	O3	S1	3.49699	1.13	-0.76
O1	S1	S2	12.06822	0.97	-0.59
O1	S2	O4	5.35854	0.95	-0.74
O1	O4	O2	96.53195	1.06	-0.76
O1	O2	H13	4.02988	1.08	-0.76
O1	H13	H14	12.22141	1.29	-1.04
O1	H14	H7	9.13337	1.45	-1.01
O1	H7	H4	3.35597	1.49	-1.10
O1	H4	H15	3.33262	1.46	-0.96
O1	H15	H1	0.05428	1.52	-1.18
O1	H1	H8	0.45284	1.37	-0.71
O1	H8	H5	3.79355	1.28	-1.06
O1	H5	H2	3.75061	1.66	-1.27
O1	H2	H6	8.14722	2.52	-2.18
O1	H6	H3	4.43442	2.49	
O2	H1	H4	1.57461	1.51	-1.31
O2	H4	H7	1.81516	1.79	-1.23
O2	H7	H2	1.37227	1.63	-1.07
O2	H2	H5	1.55904	1.53	-1.09
O2	H5	H8	1.80415	1.98	-1.65
O2	H8	H3	0.50420	1.80	-0.72
O2	H3	H6	1.45388	1.19	-0.95
O2	H6	H9	1.56074	1.42	-1.06
O2	H9	H15	12.14667	1.45	-1.00
O2	H15	H14	1.78275	1.22	-0.71
O2	H14	H13	5.52034	1.71	-1.55

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

O2	H13	O1	10.25569	1.69	-0.66
O2	O1	O3	40.98974	0.91	-0.62
O2	O3	S1	2.54370	1.65	-1.53
O2	S1	S2	9.36609	2.08	-1.41
O2	S2	O4	4.70595	1.77	
S1	O4	S2	0.03845	3.67	-2.44
S1	S2	O2	72.15002	3.46	-2.45
S1	O2	H13	5.91270	3.69	-2.76
S1	H13	H7	5.66214	3.73	-2.51
S1	H7	H14	0.51913	3.88	-2.96
S1	H14	H4	0.34412	3.89	-2.52
S1	H4	H1	0.85994	3.50	-2.42
S1	H1	H8	1.01713	3.60	-2.66
S1	H8	H5	0.84793	3.68	-2.53
S1	H5	H2	0.84729	3.65	-2.63
S1	H2	H15	0.56150	4.19	-3.27
S1	H15	H9	1.00715	4.37	-2.90
S1	H9	H6	0.92477	3.97	-2.71
S1	H6	H3	0.92767	3.66	-2.45
S1	H3	O1	3.07659	3.90	-3.03
S1	O1	O3	81.01904	4.07	
S2	O4	O2	81.63356	6.43	-4.72
S2	O2	H13	6.68335	6.58	-4.59
S2	H13	H7	5.07310	6.50	-4.60
S2	H7	H4	0.77965	6.43	-4.49
S2	H4	H14	0.60578	6.53	-4.74
S2	H14	H1	0.16750	6.49	-4.43
S2	H1	H8	1.31366	6.52	-4.78
S2	H8	H5	0.74764	6.65	-4.63
S2	H5	H2	0.74724	6.44	-4.47
S2	H2	H15	1.53237	6.29	-4.43
S2	H15	H9	0.32026	6.54	-4.81
S2	H9	H6	0.80893	6.74	-4.72
S2	H6	H3	0.80689	6.64	-4.66
S2	H3	O1	5.62386	6.57	-4.63
S2	O1	O3	72.32832	5.67	-3.28
S2	O3	S1	0.94813	5.52	

### Horizontalne dolžine

Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]
O2	S1	145.3370	0.17
O1	S1	109.5424	0.13
S2	S1	23.9151	0.08
O2	S2	139.8706	0.05
O1	S2	114.0037	0.10
O2	O1	60.8835	0.10
S1	H1	146.2452	0.11
S1	H2	144.0048	0.17
S1	H3	141.8710	0.14
S1	H4	145.0753	0.14
S1	H5	142.7517	0.20
S1	H6	140.4850	0.13
S1	H7	143.9436	0.20

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]
S1	H8	141.4970	0.30
S1	H9	139.1760	0.19
S1	H13	135.8150	0.19
S1	H14	131.8654	0.13
S1	H15	130.2343	0.21
S1	O3	6.7123	0.28
S1	O4	35.4132	0.21
S2	H1	146.3019	0.12
S2	H2	145.2172	0.18
S2	H3	144.5213	0.20
S2	H4	144.7901	0.29
S2	H5	143.6306	0.22
S2	H6	142.7742	0.14
S2	H7	143.3144	0.17
S2	H8	142.0419	0.17
S2	H9	141.1036	0.24
S2	H13	132.9431	0.29
S2	H14	131.6348	0.15
S2	H15	131.8854	0.13
S2	O3	30.6121	0.14
S2	O4	11.4986	0.10
O1	O3	108.6967	0.29
O1	O4	117.8506	0.19
O1	H1	41.9548	0.36
O1	H2	37.2876	0.51
O1	H3	33.0144	0.28
O1	H4	41.8597	0.24
O1	H5	36.8713	0.17
O1	H6	32.1335	0.29
O1	H7	41.9031	0.10
O1	H8	36.5718	0.11
O1	H13	43.9283	0.10
O1	H14	31.2131	0.15
O1	H15	24.1076	0.31
O2	O3	147.0516	0.23
O2	O4	138.6649	0.14
O2	H1	33.7732	0.14
O2	H2	40.3161	0.29
O2	H3	48.5905	0.19
O2	H4	31.4622	0.32
O2	H5	38.0972	0.25
O2	H6	46.2030	0.11
O2	H7	29.2042	0.19
O2	H8	35.9425	0.17
O2	H9	43.8999	0.11
O2	H13	17.3408	0.22
O2	H14	32.1281	0.16
O2	H15	42.4326	0.20

**Višinske razlike**

Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
O2	S1	-7.2086	0.40
O1	S1	-5.7133	0.40

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
S2	S1	-0.1120	0.40
O2	S2	-7.0964	0.40
O1	S2	-5.6010	0.40
O2	O1	-1.4954	0.40
S1	H1	4.4884	0.80
S1	H2	4.4306	0.80
S1	H3	4.4671	0.80
S1	H4	1.6629	0.80
S1	H5	1.6389	0.80
S1	H6	1.5966	0.80
S1	H7	-1.1663	0.80
S1	H8	-1.2031	0.80
S1	H9	-1.2591	0.80
S1	H13	-2.4826	0.80
S1	H14	-2.4739	0.80
S1	H15	-2.4650	0.80
S1	O3	-1.4481	0.80
S1	O4	-1.4827	0.80
S2	H1	4.3763	0.80
S2	H2	4.3184	0.80
S2	H3	4.3549	0.80
S2	H4	1.5508	0.80
S2	H5	1.5266	0.80
S2	H6	1.4841	0.80
S2	H7	-1.2789	0.80
S2	H8	-1.3153	0.80
S2	H9	-1.3713	0.80
S2	H13	-2.5949	0.80
S2	H14	-2.5863	0.80
S2	H15	-2.5776	0.80
S2	O3	-1.5601	0.80
S2	O4	-1.5943	0.80
O1	O3	-7.1607	0.80
O1	O4	-7.1947	0.80
O1	H1	-1.2256	0.80
O1	H2	-1.2834	0.80
O1	H3	-1.2472	0.80
O1	H4	-4.0512	0.80
O1	H5	-4.0757	0.80
O1	H6	-4.1208	0.80
O1	H7	-6.8804	0.80
O1	H8	-6.9176	0.80
O1	H13	-8.1967	0.80
O1	H14	-8.1883	0.80
O1	H15	-8.1793	0.80
O2	O3	-8.6553	0.80
O2	O4	-8.6900	0.80
O2	H1	-2.7209	0.80
O2	H2	-2.7790	0.80
O2	H3	-2.7424	0.80
O2	H4	-5.5464	0.80
O2	H5	-5.5707	0.80

*Se nadaljuje*

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]
O2	H6	-5.6131	0.80
O2	H7	-8.3758	0.80
O2	H8	-8.4129	0.80
O2	H9	-8.4692	0.80
O2	H13	-9.6920	0.80
O2	H14	-9.6837	0.80
O2	H15	-9.6748	0.80

## Apriori natančnosti merjenih količin

natančnost horizontalnih kotov:  $\sigma_{0k}=2.83$  ["]  
 natančnost horizontalnih dolžin:  $\sigma_{0d}=0.20$  [mm]  
 natančnost višinskih razlik:  $\sigma_{0\Delta h}=0.80$  [mm]

## Podatki o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točki: O3, O4.

Uteži so enotne za vsak tip meritev (natančnosti predpisane z  $\sigma_{0k}$ ,  $\sigma_{0d}$  in  $\sigma_{0\Delta h}$ ).

## Popravki neznank v 1. iteraciji izravnave

### Popravki koordinat

Točka	$\Delta y$ [m]	$\Delta x$ [m]	$\Delta H$ [m]
O3	0.0000	0.0000	0.0000
O4	0.0000	0.0000	0.0000
O1	0.0013	-0.0123	0.0246
O2	0.0030	-0.0044	0.0190
S1	0.0467	-0.0034	-0.0301
S2	-0.0798	-0.0375	0.0801
H1	-0.0003	0.0010	0.0003
H2	-0.0006	0.0008	0.0004
H3	-0.0002	0.0011	-0.0001
H4	-0.0006	0.0012	-0.0002
H5	-0.0004	0.0006	-0.0004
H6	0.0009	0.0010	0.0005
H7	-0.0005	0.0009	0.0004
H8	-0.0008	0.0011	0.0006
H9	-0.0002	0.0005	0.0005
H13	-0.0007	0.0002	0.0002
H14	-0.0006	0.0005	-0.0003
H15	-0.0005	0.0011	-0.0004

Po 1. iteraciji je norma vektorja popravkov 0.135883

Popravki po 2. iteraciji so manjši od ločljivosti izpisa.

Norma vektorja popravkov je 0.000341

## Poročilo o izravnavi

Mreža je 3 razsežna.

Geodetski datum: vpeta mreža.

Mreža je vpeta na točki: O3, O4.

Število iteracij: 2.

Norma vektorja popravkov 0.000341

Število meritev: 63 kotov  
 61 horizontalnih dolžin  
 61 višinskih razlik  
 -----  
 185

Število neznank: 48 koordinat  
 -----  
 48

Nadštevilnost: 185 meritev  
 -48 neznank  
 +0 defekt datuma  
 -----  
 137

Referenčna varianca apriori  $\sigma_0^2 = 2.24e-07$   
 Referenčna varianca aposteriori  $\hat{\sigma}_0^2 = 2.50e-07$   
 Globani test modela: 1.06

## Rezultati izravnave

### Koordinate

Točka	y[m]	x[m]	H[m]	$\sigma_y$ [mm]	$\sigma_x$ [mm]	$\sigma_H$ [mm]	a[mm]	b[mm]	c[mm]
O3	70.0081	238.1196	10.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O4	111.2209	246.7633	9.9650	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O1	88.8157	131.0622	17.1609	0.34	0.09	0.35	0.35	0.34	0.09
O2	146.8840	112.7629	18.6560	0.39	0.20	0.35	0.43	0.35	0.10
S1	76.4777	239.9075	11.4469	0.12	0.06	0.35	0.35	0.13	0.06
S2	99.9432	244.5214	11.5591	0.12	0.08	0.35	0.35	0.13	0.08
H1	115.9967	99.1029	15.9353	0.45	0.16	0.52	0.52	0.46	0.13
H2	108.7864	99.5737	15.8774	0.45	0.15	0.52	0.52	0.46	0.13
H3	99.9998	100.0000	15.9139	0.45	0.14	0.52	0.52	0.45	0.13
H4	117.7714	100.8331	13.1098	0.45	0.17	0.52	0.52	0.46	0.13
H5	110.5576	101.2835	13.0856	0.45	0.16	0.52	0.52	0.45	0.13
H6	102.0089	101.7619	13.0425	0.45	0.14	0.52	0.52	0.45	0.13
H7	119.5235	102.5508	10.2804	0.44	0.17	0.52	0.52	0.46	0.13
H8	112.2882	103.0170	10.2436	0.44	0.16	0.52	0.52	0.45	0.13
H9	103.9778	103.4754	10.1875	0.46	0.16	0.57	0.57	0.46	0.15
H13	129.6813	114.9471	8.9642	0.40	0.19	0.52	0.52	0.43	0.12
H14	114.7704	113.7244	8.9727	0.41	0.17	0.52	0.52	0.42	0.13
H15	104.4515	112.7130	8.9816	0.41	0.15	0.52	0.52	0.42	0.13

## Izravnane meritve

### Horizontalni koti

			Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do-l	Do-d	$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$v_k$ ["]	$\sigma_{v_k}$ ["]	$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$\omega_k$
O1	O3	S1	0.06103	2.83	-0.56	2.98	3.49684	0.24	0.19
O1	S1	S2	0.21063	2.83	0.81	2.97	12.06844	0.27	0.27
O1	S2	O4	0.09352	2.83	-1.35	2.98	5.35816	0.22	0.45
O1	O4	O2	1.68480	2.83	-0.15	2.94	96.53191	0.55	0.05
O1	O2	H13	0.07033	2.83	0.95	2.91	4.03014	0.68	0.33
O1	H13	H14	0.21330	2.83	-0.01	2.72	12.22141	1.23	0.00

$\tau_{krit} = 1.9569$

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do-l	Do-d	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest	$\tau_{krit} = 1.9569$
			$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$v_k$ ["]	$\sigma_{vk}$ ["]	$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$\omega_k$	
O1	H14	H7	0.15941	2.83	-1.54	2.68	9.13294	1.31	0.57	
O1	H7	H4	0.05857	2.83	2.49	2.75	3.35667	1.15	0.90	
O1	H4	H15	0.05817	2.83	-1.26	2.55	3.33227	1.55	0.49	
O1	H15	H1	0.00095	2.83	0.40	2.55	0.05439	1.56	0.16	
O1	H1	H8	0.00790	2.83	0.78	2.71	0.45306	1.25	0.29	
O1	H8	H5	0.06621	2.83	1.27	2.68	3.79391	1.32	0.47	
O1	H5	H2	0.06546	2.83	-1.94	2.67	3.75007	1.33	0.73	
O1	H2	H6	0.14220	2.83	-15.88	2.62	8.14281	1.44	6.06	*
O1	H6	H3	0.07740	2.83	17.17	2.57	4.43919	1.52	6.68	*
O2	H1	H4	0.02748	2.83	0.04	2.79	1.57462	1.06	0.01	
O2	H4	H7	0.03168	2.83	0.21	2.77	1.81522	1.13	0.07	
O2	H7	H2	0.02395	2.83	-0.66	2.80	1.37208	1.04	0.24	
O2	H2	H5	0.02721	2.83	-1.42	2.85	1.55865	0.89	0.50	
O2	H5	H8	0.03149	2.83	-0.63	2.84	1.80397	0.94	0.22	
O2	H8	H3	0.00880	2.83	2.18	2.86	0.50480	0.86	0.76	
O2	H3	H6	0.02537	2.83	0.21	2.89	1.45394	0.74	0.07	
O2	H6	H9	0.02724	2.83	-1.22	2.86	1.56040	0.87	0.43	
O2	H9	H15	0.21200	2.83	-0.59	2.85	12.14651	0.90	0.21	
O2	H15	H14	0.03111	2.83	-1.51	2.80	1.78233	1.03	0.54	
O2	H14	H13	0.09635	2.83	2.04	2.45	5.52091	1.71	0.83	
O2	H13	O1	0.17900	2.83	-0.58	2.53	10.25553	1.59	0.23	
O2	O1	O3	0.71541	2.83	-0.65	2.96	40.98955	0.41	0.22	
O2	O3	S1	0.04440	2.83	-0.65	2.98	2.54352	0.17	0.22	
O2	S1	S2	0.16347	2.83	0.89	2.98	9.36634	0.21	0.30	
O2	S2	O4	0.08213	2.83	-0.46	2.98	4.70582	0.18	0.16	
S1	O4	S2	0.00067	2.83	1.06	2.92	0.03874	0.62	0.36	
S1	S2	O2	1.25926	2.83	-5.61	2.93	72.14846	0.59	1.92	
S1	O2	H13	0.10320	2.83	0.91	2.98	5.91296	0.25	0.31	
S1	H13	H7	0.09882	2.83	0.29	2.97	5.66222	0.35	0.10	
S1	H7	H14	0.00906	2.83	-0.96	2.96	0.51886	0.36	0.33	
S1	H14	H4	0.00601	2.83	0.80	2.96	0.34435	0.36	0.27	
S1	H4	H1	0.01501	2.83	-1.57	2.96	0.85950	0.35	0.53	
S1	H1	H8	0.01775	2.83	1.60	2.96	1.01757	0.35	0.54	
S1	H8	H5	0.01480	2.83	0.62	2.96	0.84810	0.35	0.21	
S1	H5	H2	0.01479	2.83	-1.76	2.96	0.84680	0.36	0.59	
S1	H2	H15	0.00980	2.83	0.28	2.96	0.56158	0.36	0.09	
S1	H15	H9	0.01758	2.83	0.69	2.96	1.00735	0.40	0.23	
S1	H9	H6	0.01614	2.83	1.92	2.96	0.92530	0.40	0.65	
S1	H6	H3	0.01619	2.83	-1.56	2.96	0.92723	0.36	0.53	
S1	H3	O1	0.05370	2.83	0.05	2.97	3.07660	0.32	0.02	
S1	O1	O3	1.41405	2.83	-0.20	2.23	81.01898	1.98	0.09	
S2	O4	O2	1.42477	2.83	2.05	2.43	81.63413	1.73	0.84	
S2	O2	H13	0.11665	2.83	-0.26	2.97	6.68327	0.25	0.09	
S2	H13	H7	0.08854	2.83	0.72	2.97	5.07330	0.35	0.24	
S2	H7	H4	0.01361	2.83	0.26	2.97	0.77972	0.35	0.09	
S2	H4	H14	0.01057	2.83	-1.45	2.96	0.60538	0.35	0.49	
S2	H14	H1	0.00292	2.83	1.12	2.96	0.16781	0.36	0.38	
S2	H1	H8	0.02293	2.83	0.30	2.97	1.31374	0.35	0.10	
S2	H8	H5	0.01305	2.83	0.76	2.97	0.74785	0.35	0.26	
S2	H5	H2	0.01304	2.83	-1.53	2.97	0.74682	0.35	0.52	
S2	H2	H15	0.02674	2.83	-0.21	2.97	1.53231	0.35	0.07	
S2	H15	H9	0.00559	2.83	0.65	2.96	0.32044	0.39	0.22	
S2	H9	H6	0.01412	2.83	2.05	2.96	0.80950	0.39	0.69	
S2	H6	H3	0.01408	2.83	-1.22	2.96	0.80656	0.35	0.41	

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

			Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do-l	Do-d	$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$v_k$ ["]	$\sigma_{vk}$ ["]	$k$ [°]	$\sigma_k$ ["]	$\omega_k$
S2	H3	O1	0.09815	2.83	-0.13	2.97	5.62382	0.30	0.04
S2	O1	O3	1.26237	2.83	-3.28	2.92	72.32741	0.62	1.12
S2	O3	S1	0.01655	2.83	-3.10	2.95	0.94727	0.47	1.05

$\tau_{krit} = 1.9569$

## Horizontalne dolžine

		Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
Od	Do	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]	$v_d$ [mm]	$\sigma_{vd}$ [mm]	$d$ [m]	$\sigma_d$ [mm]	$\omega_d$
O2	S1	145.33697	0.20	-0.17	0.19	145.33680	0.10	0.91
O1	S1	109.54239	0.20	-0.11	0.19	109.54228	0.08	0.59
S2	S1	23.91506	0.20	-0.26	0.15	23.91480	0.14	1.67
O2	S2	139.87064	0.20	-0.20	0.19	139.87044	0.10	1.08
O1	S2	114.00368	0.20	-0.16	0.19	114.00352	0.09	0.82
O2	O1	60.88350	0.20	-0.05	0.19	60.88345	0.10	0.29
S1	H1	146.24519	0.20	0.05	0.17	146.24524	0.12	0.31
S1	H2	144.00484	0.20	0.08	0.17	144.00492	0.13	0.47
S1	H3	141.87102	0.20	0.01	0.17	141.87103	0.13	0.05
S1	H4	145.07529	0.20	0.03	0.17	145.07532	0.12	0.15
S1	H5	142.75173	0.20	-0.02	0.17	142.75171	0.13	0.15
S1	H6	140.48499	0.20	0.00	0.17	140.48499	0.13	0.02
S1	H7	143.94359	0.20	0.11	0.17	143.94370	0.12	0.64
S1	H8	141.49704	0.20	-0.05	0.17	141.49699	0.13	0.32
S1	H9	139.17603	0.20	-0.03	0.15	139.17600	0.15	0.19
S1	H13	135.81501	0.20	0.01	0.18	135.81502	0.12	0.08
S1	H14	131.86544	0.20	-0.02	0.17	131.86542	0.13	0.10
S1	H15	130.23426	0.20	-0.04	0.17	130.23422	0.13	0.22
S1	O3	6.71232	0.20	-0.23	0.17	6.71209	0.13	1.36
S1	O4	35.41324	0.20	-0.07	0.17	35.41317	0.13	0.42
S2	H1	146.30185	0.20	0.06	0.17	146.30191	0.13	0.39
S2	H2	145.21718	0.20	0.03	0.17	145.21721	0.13	0.20
S2	H3	144.52134	0.20	0.07	0.17	144.52141	0.13	0.41
S2	H4	144.79007	0.20	0.03	0.17	144.79010	0.13	0.16
S2	H5	143.63062	0.20	0.04	0.17	143.63066	0.13	0.24
S2	H6	142.77425	0.20	0.17	0.17	142.77442	0.13	1.01
S2	H7	143.31439	0.20	0.07	0.17	143.31446	0.13	0.42
S2	H8	142.04187	0.20	0.03	0.17	142.04190	0.13	0.17
S2	H9	141.10363	0.20	0.04	0.15	141.10367	0.15	0.27
S2	H13	132.94311	0.20	-0.04	0.17	132.94307	0.12	0.21
S2	H14	131.63476	0.20	-0.06	0.17	131.63470	0.13	0.38
S2	H15	131.88537	0.20	0.06	0.17	131.88543	0.13	0.36
S2	O3	30.61211	0.20	-0.14	0.17	30.61197	0.13	0.82
S2	O4	11.49857	0.20	-0.19	0.17	11.49838	0.13	1.10
O1	O3	108.69674	0.20	0.11	0.19	108.69685	0.10	0.56
O1	O4	117.85064	0.20	-0.18	0.17	117.85046	0.12	1.05
O1	H1	41.95483	0.20	-0.04	0.16	41.95479	0.14	0.24
O1	H2	37.28755	0.20	-0.07	0.16	37.28748	0.13	0.44
O1	H3	33.01438	0.20	-0.03	0.17	33.01435	0.13	0.19
O1	H4	41.85966	0.20	0.02	0.16	41.85968	0.14	0.13
O1	H5	36.87129	0.20	-0.08	0.16	36.87121	0.13	0.52
O1	H6	32.13354	0.20	0.08	0.17	32.13362	0.13	0.47
O1	H7	41.90314	0.20	-0.04	0.16	41.90310	0.14	0.26
O1	H8	36.57185	0.20	-0.07	0.16	36.57178	0.13	0.44
O1	H13	43.92826	0.20	0.03	0.15	43.92829	0.14	0.21
O1	H14	31.21309	0.20	-0.16	0.16	31.21293	0.14	0.97

$\tau_{krit} = 1.9569$

Se nadaljuje

... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$d[m]$	$\sigma_d[mm]$	$v_d[mm]$	$\sigma_{v_d}[mm]$	$d[m]$	$\sigma_d[mm]$	$\omega_d$
O1	H15	24.10757	0.20	-0.09	0.16	24.10748	0.13	0.53
O2	O3	147.05159	0.20	0.11	0.18	147.05170	0.11	0.62
O2	O4	138.66492	0.20	0.01	0.17	138.66493	0.12	0.04
O2	H1	33.77315	0.20	-0.06	0.11	33.77309	0.18	0.54
O2	H2	40.31613	0.20	-0.07	0.11	40.31606	0.18	0.60
O2	H3	48.59048	0.20	-0.18	0.12	48.59030	0.18	1.56
O2	H4	31.46220	0.20	-0.09	0.11	31.46211	0.18	0.78
O2	H5	38.09723	0.20	-0.22	0.12	38.09701	0.18	1.88
O2	H6	46.20298	0.20	0.86	0.12	46.20384	0.17	7.25
O2	H7	29.20420	0.20	-0.01	0.12	29.20419	0.18	0.12
O2	H8	35.94248	0.20	-0.13	0.12	35.94235	0.18	1.08
O2	H9	43.89985	0.20	-0.01	0.05	43.89984	0.21	0.15
O2	H13	17.34080	0.20	0.02	0.15	17.34082	0.15	0.16
O2	H14	32.12812	0.20	-0.15	0.14	32.12797	0.16	1.08
O2	H15	42.43262	0.20	-0.07	0.14	42.43255	0.16	0.54

\*

## Višinske razlike

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$\Delta h[m]$	$\sigma_{\Delta h}[mm]$	$v_{\Delta h}[mm]$	$\sigma_{v_{\Delta h}}[mm]$	$\Delta h[m]$	$\sigma_{\Delta h}[mm]$	$\omega_{\Delta h}$
O2	S1	-7.20864	0.80	-0.48	0.80	-7.20912	0.28	0.60
O1	S1	-5.71331	0.80	-0.66	0.79	-5.71397	0.29	0.84
S2	S1	-0.11201	0.80	-0.21	0.80	-0.11222	0.28	0.27
O2	S2	-7.09637	0.80	-0.53	0.80	-7.09690	0.28	0.66
O1	S2	-5.60103	0.80	-0.72	0.79	-5.60175	0.29	0.91
O2	O1	-1.49539	0.80	0.25	0.79	-1.49514	0.29	0.31
S1	H1	4.48840	0.80	-0.02	0.71	4.48838	0.46	0.03
S1	H2	4.43056	0.80	-0.09	0.71	4.43047	0.46	0.13
S1	H3	4.46707	0.80	-0.14	0.71	4.46693	0.46	0.19
S1	H4	1.66294	0.80	-0.08	0.71	1.66286	0.46	0.12
S1	H5	1.63894	0.80	-0.31	0.71	1.63863	0.46	0.43
S1	H6	1.59656	0.80	-1.02	0.71	1.59554	0.46	1.44
S1	H7	-1.16626	0.80	-0.25	0.71	-1.16651	0.46	0.35
S1	H8	-1.20306	0.80	-0.31	0.71	-1.20337	0.46	0.43
S1	H9	-1.25909	0.80	-0.31	0.67	-1.25940	0.51	0.46
S1	H13	-2.48258	0.80	-0.15	0.71	-2.48273	0.46	0.21
S1	H14	-2.47389	0.80	-0.35	0.71	-2.47424	0.46	0.49
S1	H15	-2.46501	0.80	-0.31	0.71	-2.46532	0.46	0.44
S1	O3	-1.44809	0.80	1.17	0.77	-1.44692	0.35	1.51
S1	O4	-1.48274	0.80	0.82	0.77	-1.48192	0.35	1.06
S2	H1	4.37629	0.80	-0.14	0.71	4.37615	0.46	0.19
S2	H2	4.31836	0.80	-0.11	0.71	4.31825	0.46	0.16
S2	H3	4.35487	0.80	-0.16	0.71	4.35471	0.46	0.22
S2	H4	1.55076	0.80	-0.13	0.71	1.55063	0.46	0.18
S2	H5	1.52664	0.80	-0.23	0.71	1.52641	0.46	0.33
S2	H6	1.48414	0.80	-0.83	0.71	1.48331	0.46	1.16
S2	H7	-1.27888	0.80	0.15	0.71	-1.27873	0.46	0.21
S2	H8	-1.31528	0.80	-0.31	0.71	-1.31559	0.46	0.44
S2	H9	-1.37130	0.80	-0.32	0.67	-1.37162	0.51	0.48
S2	H13	-2.59492	0.80	-0.03	0.71	-2.59495	0.46	0.04
S2	H14	-2.58634	0.80	-0.12	0.71	-2.58646	0.46	0.17
S2	H15	-2.57755	0.80	0.01	0.71	-2.57754	0.46	0.01
S2	O3	-1.56015	0.80	1.00	0.77	-1.55915	0.35	1.30
S2	O4	-1.59434	0.80	0.19	0.77	-1.59415	0.35	0.25

Se nadaljuje



... nadaljevanje preglednice

Od	Do	Vhodni podatki		Popravki		Po izravnavi		TauTest
		$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]	$v_{\Delta h}$ [mm]	$\sigma_{v_{\Delta h}}$ [mm]	$\Delta h$ [m]	$\sigma_{\Delta h}$ [mm]	$\omega_{\Delta h}$
O1	O3	-7.16072	0.80	-0.18	0.77	-7.16090	0.35	0.23
O1	O4	-7.19468	0.80	-1.22	0.77	-7.19590	0.35	1.58
O1	H1	-1.22557	0.80	-0.03	0.71	-1.22560	0.46	0.04
O1	H2	-1.28340	0.80	-0.10	0.71	-1.28351	0.46	0.15
O1	H3	-1.24716	0.80	0.12	0.71	-1.24704	0.46	0.17
O1	H4	-4.05118	0.80	0.06	0.71	-4.05112	0.46	0.09
O1	H5	-4.07568	0.80	0.34	0.71	-4.07534	0.46	0.48
O1	H6	-4.12080	0.80	2.36	0.71	-4.11844	0.46	3.33
O1	H7	-6.88037	0.80	-0.11	0.71	-6.88048	0.46	0.16
O1	H8	-6.91760	0.80	0.26	0.71	-6.91734	0.46	0.36
O1	H13	-8.19674	0.80	0.04	0.71	-8.19670	0.46	0.05
O1	H14	-8.18833	0.80	0.12	0.71	-8.18821	0.46	0.16
O1	H15	-8.17927	0.80	-0.02	0.71	-8.17929	0.46	0.04
O2	O3	-8.65534	0.80	-0.70	0.77	-8.65604	0.35	0.91
O2	O4	-8.68996	0.80	-1.08	0.77	-8.69104	0.35	1.40
O2	H1	-2.72093	0.80	0.19	0.71	-2.72074	0.46	0.26
O2	H2	-2.77896	0.80	0.31	0.71	-2.77865	0.46	0.44
O2	H3	-2.74236	0.80	0.18	0.71	-2.74218	0.46	0.25
O2	H4	-5.54641	0.80	0.15	0.71	-5.54626	0.46	0.21
O2	H5	-5.57069	0.80	0.20	0.71	-5.57049	0.46	0.29
O2	H6	-5.61307	0.80	-0.51	0.71	-5.61358	0.46	0.72
O2	H7	-8.37583	0.80	0.21	0.71	-8.37562	0.46	0.29
O2	H8	-8.41285	0.80	0.36	0.71	-8.41249	0.46	0.51
O2	H9	-8.46915	0.80	0.63	0.67	-8.46852	0.51	0.94
O2	H13	-9.69199	0.80	0.14	0.71	-9.69185	0.46	0.20
O2	H14	-9.68372	0.80	0.36	0.71	-9.68336	0.46	0.51
O2	H15	-9.67477	0.80	0.33	0.71	-9.67444	0.46	0.46

$\tau_{krit} = 1.9569$

\*

## Izris mreže 3D pdf

Elipsoidi so glede na merilo mreže povečani 10000x.  
1 mm velik elipsoid bo, izrisan v merilu mreže, velik 10 m .

(izrisMreže3D)