

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/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Šalomon, N. 2013. Določitev optimalnega geodetskega datuma v položajni geodetski mreži HE Formin. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Savšek, S., somentor Ambrožič, T.): 55 str.

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 original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Šalomon, N. 2013. Določitev optimalnega geodetskega datuma v položajni geodetski mreži HE Formin. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Savšek, S., co-supervisor Ambrožič, T.): 55 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*

Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



UNIVERZITETNI ŠTUDIJ
GEODEZIJE
SMER GEODEZIJA

Kandidatka:

NATAŠA ŠALAMON

**DOLOČITEV OPTIMALNEGA GEODETSKEGA
DATUMA V POLOŽAJNI GEODETSKI MREŽI HE
FORMIN**

Diplomska naloga št.: 927/G

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL GEODETIC
DATUM IN A HORIZONTAL GEODETIC NETWORK
OF THE FORMIN HYDROELECTRIC POWER PLANT**

Graduation thesis No.: 927/G

Mentorica:

doc. dr. Simona Savšek

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

Somentor:

izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič

Član komisije:

doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Ljubljana, 28. 05. 2013

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

Ta stran je namenoma prazna.

IZJAVE

Podpisana Nataša Šalamon izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom »Določitev optimalnega geodetskega datuma v položajni geodetski mreži HE Formin«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 9. 5. 2013

Nataša Šalamon

Ta stran je namenoma prazna.

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK:	528.33:627.8(497.4)(043.2)
Avtorica:	Nataša Šalamon
Mentorica:	doc. dr. Simona Savšek
Somentor:	izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič
Naslov:	Določitev optimalnega geodetskega datuma v položajni geodetski mreži HE Formin
Tip dokumenta:	diplomska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema:	70 str., 11 pregl., 20 sl., 89 en., 2 pril.
Ključne besede:	kontrolne meritve, ugotavljanje stabilnosti, geodetski datum, posredna izravnava, transformacija S, premiki

Izvelek

V diplomski nalogi je obravnavana mikro trigonometrična mreža pregradnega objekta HE Formin, v kateri se že od leta 1978 dvakrat letno, skladno z veljavno zakonodajo, izvajajo geodetske kontrolne meritve. Za zanesljivo ugotavljanje premikov kontrolnih točk na obravnavanem objektu je poleg precizne izmere in obdelave merskih podatkov pomembna stabilnost točk, ki določajo geodetski datum. Na osnovi podanega geološkega mnenja o stabilnosti posameznih betonskih stebrov je bil leta 2004 v mreži HE Formin določen geodetski datum, ki ga določajo referenčne točke O4, O5 in O6. V diplomski nalogi je na osnovi podatkov opravljenih geodetskih meritev v letih 2008 do 2012 analizirana stabilnost točk, ki določajo geodetski datum, in ostalih referenčnih točk. Obravnavani so različni načini določitve geodetskega datuma. Na osnovi numerično izračunanih in grafično prikazanih relativnih premikov referenčnih točk med terminskimi izmerami je ugotovljeno, da se je v mreži najverjetneje premaknila točka O6, zato sta za določitev optimalnega geodetskega datuma izbrani točki O4 in O5. Z novim optimalnim geodetskim datumom so izračunani premiki referenčnih točk in kontrolnih točk na objektu v obravnavanem obdobju. Rezultati so ovrednoteni ter predstavljeni tabelarično in grafično.

Ta stran je namenoma prazna.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	528.33:627.8(497.4)(043.2)
Author:	Nataša Šalamon
Supervisor:	Assist. Prof. Simona Savšek, Ph. D.
Co-advisor:	Assoc. Prof. Tomaž Ambrožič, Ph. D.
Title:	Determination of the Optimal Geodetic Datum in a Horizontal Geodetic Network of the Formin Hydroelectric Power Plant
Document type:	Graduation Thesis – University studies
Notes:	70 p., 11 tab., 20 fig., 89 eq., 2 ann.
Keywords:	control measurements, determination of the stability, geodetic datum, adjustment with parameters, S-transformation, displacements

Abstract

In the graduation thesis, micro trigonometric network of the Formin hydroelectric power plant's dam is presented. In accordance with law, control measurements of the network are carried out twice a year since 1978. Precise measurements and data processing as well as the stability of the points which define geodetic datum, are significant for determination of the displacements of the control points. Based on geologic observations on the stability of the concrete pillars, geodetic datum in the network of the Formin Hydroelectric power plant was determined in 2004. The geodetic datum is determined by the reference points O4, O5 and O6. The stability of the points which determine geodetic datum as well as the stability of the other reference points is analysed in the thesis. The analysis is based on the data collected in the measurements carried out from 2008 to 2012. In the thesis, there are different ways of determination of the geodetic datum discussed. According to the numerically calculated and graphically presented relative displacements of the reference points during the term measurements, we estimate that probably the point O6 is unstable. Therefore, the points O4 and O5 are defined for the determination of the optimal geodetic datum. In the period discussed, displacements of the reference and control points in the dam are calculated with the new optimal geodetic datum. The results are evaluated and presented in graphs and tables.

Ta stran je namenoma prazna.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Simoni Savšek in somentorju izr. prof. dr. Tomažu Ambrožiču za vso pomoč, strokovno usmerjanje, čas in nasvete pri nastajanju diplomske naloge.

Zahvala gre tudi moji družini, ki me je v času študija ves čas podpirala, spodbujala in verjela vame.

Ta stran je namenoma prazna.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opis obravnavane teme.....	1
1.2	Namen in cilji diplomske naloge	1
2	KONTROLNE MERITVE NA HE FORMIN	3
2.1	Geodetske kontrolne meritve	5
3	POSREDNA IZRAVNAVA MERITEV PO METODI NAJMANJŠIH KVADRATOV....	12
3.1	Gauss Markov model izravnave	14
3.2	Geodetski datum	17
3.2.1	Definiranje geodetskega datuma z notranjimi opazovanji (prosta mreža)	20
3.2.2	Definiranje geodetskega datuma z eno dano točko – poddoločen datum	23
3.2.3	Definiranje geodetskega datuma z minimalnim številom zunanjih opazovanj	26
3.2.4	Definiranje geodetskega datuma z dvema točkama ali več – predoločen datum	28
3.3	Transformacija S	28
3.4	Ocena kakovosti geodetske mreže posamezne terminske izmere	30
4	UGOTAVLJANJE HORIZONTALNIH PREMICOV TOČK MED TERMINSKIMI IZMÉRAMI V GEODETSKI MREŽI	33
4.1	Izračun premikov točk in ocena natančnosti premikov	33
4.2	Določitev porazdelitvene funkcije testne statistike.....	34
5	IZRAČUN PREMICOV V ODVISNOSTI OD IZBRANEGA GEODETSKEGA DATUMA	38
5.1	Premiki, dobljeni iz rezultatov izravnave po MNK	41
5.1.1	Geodetski datum določajo vse točke	41
5.1.2	Geodetski datum, določen z eno dano točko.....	42
5.1.3	Geodetski datum, določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki.....	44
5.1.4	Geodetski datum, določen z dvema danima točkama	49
5.1.5	Geodetski datum, določen s tremi danimi točkami	51
5.2	Premiki, dobljeni iz rezultatov transformacije S	52
5.2.1	Geodetski datum, določen z dvema danima točkama	52
5.2.2	Geodetski datum, določen s tremi danimi točkami	54
5.2.3	Geodetski datum, določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke.....	56

5.3	Izbira najverjetnejšega geodetskega datuma in podrobnejša analiza	61
6	ZAKLJUČEK	67
VIRI	69

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Stabilizacija in signalizacija točk v mreži Formin	7
Preglednica 2:	Prikaz uporabljenih instrumentov (Topo Cad Vest, 2013, Geoservis, 2013).....	9
Preglednica 3:	Pregled opazovanih referenčnih točk v posamezni terminski izmeri	10
Preglednica 4:	Pregled opazovanih kontrolnih točk v posamezni terminski izmeri.....	11
Preglednica 5:	Datumske informacije nekaterih geodetskih opazovanj (Stopar et al., 2012).....	18
Preglednica 6:	Datumski parametri pri različnih tipih geodetskih mrež (Marjetič, Stopar, 2007)..	19
Preglednica 7:	Približne koordinate domnevno stabilnih referenčnih točk	39
Preglednica 8:	Število neznank, nadštevilnih opazovanj in enačb popravkov v posamezni terminski izmeri	61
Preglednica 9:	Natančnost meritev in določitve položaja točk v posamezni terminski izmeri	62
Preglednica 10:	Horizontalni premiki točk v mreži HE Formin med terminskima izmerama 2011/2 in 2012/1	63
Preglednica 11:	Horizontalni premiki točk v mreži HE Formin med terminsko izmero 2008/2 in terminsko izmero 2012/1	65

Ta stran je namenoma prazna.

KAZALO SLIK

Slika 1:	Hidroelektrarna Formin (SLOCOLD).....	3
Slika 2:	Oblika mikro trigonometrične mreže Formin.....	6
Slika 3:	Opazovalni steber O7N.....	8
Slika 4:	Razpoka na stebru O7N.....	8
Slika 5:	Mreža domnevno stabilnih referenčnih točk.....	40
Slika 6:	Premiki točk, ko geodetski datum določajo vse točke.....	41
Slika 7:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko: a) točka O4, b) točka O5, c) točka O6.....	43
Slika 8:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O4 in smer proti točki O6, b) točka O6 in smer proti točki O4.....	45
Slika 9:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O5 in smer proti točki O6, b) točka O6 in smer proti točki O5.....	46
Slika 10:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O4 in smer proti točki O5, b) točka O5 in smer proti točki O4.....	47
Slika 11:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O6 in smer proti točki O5, b) točka O6 in smer proti točki O4.....	48
Slika 12:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen z dvema danima točkama: a) točki O4 in O5, b) točki O4 in O6, c) točki O5 in O6.....	50
Slika 13:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen s tremi danimi točkami O4, O5 in O6.....	51
Slika 14:	Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z dvema danima točkama: a) točki O4 in O5, b) točki O4 in O6, c) točki O5 in O6.....	53
Slika 15:	Premiki točk, ko je geodetski datum določen s tremi danimi točkami O4, O5 in O6: a) iz rezultatov izravnave po MNK, b) iz rezultatov transformacije S.....	55
Slika 16:	Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O4 in x O5, b) O5 in x O4, c) O4 in x O6.....	57
Slika 17:	Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O6 in x O4, b) O5 in x O6, c) O6 in x O5.....	58

Slika 18:	Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O4 in y O5, b) O5 in y O4, c) O4 in y O6.....	59
Slika 19:	Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O6 in y O4, b) O5 in y O6, c) O6 in y O5.....	60
Slika 20:	Premiki točk in elipse pogreškov v mreži HE Formin, kjer optimalni geodetski datum določata dani točki O4 in O5.	66

1 UVOD

1.1 Opis obravnavane teme

Danes obstajajo različne alternativne tehnike pridobivanja električne energije. V primerjavi s klasičnimi elektrarnami so ti načini pridobivanja električne energije za okolje prijaznejši. Kljub temu je približno 18 % električne energije na svetu proizvedeno z izkoriščanjem hidroenergije, kar predstavlja največji delež izrabe obnovljivih virov energije. Objekti hidroelektrarn so zahtevne gradnje in predstavljajo velik poseg v naravno okolje.

Pregrada HE Formin spada med objekte, za katere je obvezno redno izvajanje kontrolnih meritev, katerih cilj je določitev premikov in deformacij opazovanega objekta. Metode za izvajanje kontrolnih meritev lahko razvrstimo v dve skupini. Fizikalne metode temeljijo na merjenju mehanskih in električnih količin in omogočajo določanje relativnih premikov med posameznimi deli objekta. Drugo skupino predstavljajo geodetske metode, ki omogočajo določanje absolutnih premikov in deformacij glede na stabilno okolico. Ugotavljanje stabilnosti hidroelektrarne je pomembno za zagotavljanje varnosti delovanja in uporabe objekta. Ob ugotovitvi minimalnih premikov in deformacij lahko pravočasno ukrepamo in s tem zmanjšamo stroške sanacije. Morebitne večje deformacije lahko privedejo celo do porušitve objekta in s tem ogrožajo človeška življenja.

S postopkom deformacijske analize na osnovi geodetskih opazovanj in metod statistične analize določamo položajne premike kontrolnih točk na opazovanem objektu. V postopku deformacijske analize je ključnega pomena določitev stabilnosti referenčnih točk, ki bodo določale geodetski datum mreže. Glede na stabilne referenčne točke namreč določamo velikost in smer premikov kontrolnih točk na obravnavanem objektu. V primeru, da pogoj stabilnosti referenčnih točk ni izpolnjen, so zaključki glede dejanskih premikov napačni. S problemom določitve stabilnosti referenčnih točk v mikro trigonometrični mreži HE Formin se bomo ukvarjali v tej diplomski nalogi. Poleg ustrezno izbranega geodetskega datuma pa je za doseganje zanesljivih rezultatov in zahtevane visoke položajne natančnosti pomembna vzpostavitev dobre geometrije geodetske mreže, izbira in stabilizacija referenčnih točk in kontrolnih točk na objektu, izbor primernega instrumenta, dodatne opreme, metode izmere in obdelave podatkov meritev.

1.2 Namen in cilji diplomske naloge

Glavni cilj diplomske naloge je določitev optimalnega geodetskega datuma v položajni geodetski mreži HE Formin, ki bo zagotavljal zanesljivo ugotavljanje horizontalnih premikov kontrolnih točk na obravnavanem objektu. V teoretičnem delu diplomske naloge bo predstavljen posredni način

izravnave meritev po metodi najmanjših kvadratov. Poudarek bo na obravnavi različnih načinov izbire geodetskega datuma. Razložen bo enostavni postopek ugotavljanja horizontalnih premikov točk med terminskimi izmerami v geodetski mreži. V nalogi bomo izhajali iz že predhodno obdelanih podatkov opravljenih geodetskih meritev za kontrolo stabilnosti HE Formin v letih 2008 do 2012, zato bomo izvedbo meritev, pogoje, ki jih je potrebno zagotoviti pred izmero, in obdelavo merskih vrednosti le na kratko predstavili v poglavju o kontrolnih meritvah na HE Formin. Namen diplomske naloge je:

- izračunati horizontalne premike točk v odvisnosti od izbranega geodetskega datuma,
- izračunane relativne premike referenčnih točk med terminskimi izmerami prikazati grafično in analizirati dogajanje na točkah,
- na osnovi ugotovitev analize izbrati optimalni geodetski datum in izračunati premike referenčnih in kontrolnih točk geodetske mreže,
- rezultate predstaviti tabelarično in grafično ter jih tudi ovrednotiti.

V okviru izdelave diplomske naloge si zastavimo naslednje hipoteze, katere bomo lahko na osnovi opravljene analize v nalogi potrdili oziroma zavrnil:

Hipoteza 1: Opazovalni stebri O4, O5 in O6 v geodetski mreži HE Formin so stabilni.

Hipoteza 2: Geodetski datum v položajni geodetski mreži, določen s koordinatami točk O4, O5 in O6, zagotavlja zanesljivo ugotavljanje statistično značilnih horizontalnih premikov kontrolnih točk.

2 KONTROLNE MERITVE NA HE FORMIN

Elektrarna Formin (slika 1), ki izrablja moč vodnega padca za pridobivanje električne energije, je bila zgrajena leta 1977 in obratuje od leta 1978. Zaradi naravnih danosti je umeščena v umetnem kanalu, ki dovaja vodo iz rečne struge. Dovodni kanal je dolg 8,1 km, trapezne oblike, delno vkopan, večinoma pa v nasipu. Odvodni kanal pa je dolg 8,5 km, trapezne oblike in globoko vkopan v teren. V verigi dravskih elektrarn je hidroelektrarna Formin zadnja pred slovensko-hrvaško mejo. Izkorišča 29 m padca med Ptujem in državno mejo s Hrvaško in je druga HE po količini proizvedene električne energije v Sloveniji. Elektrarna Formin ima tudi največje akumulacijsko jezero na slovenskem delu reke Drave, kjer se zbira voda, ki jo lahko koristno uporabimo za proizvodnjo električne energije v času večje porabe oziroma manjših naravnih dotokov reke (Dravske elektrarne Maribor, 2012).



Slika 1: Hidroelektrarna Formin (SLOCOLD)

Glede na gradbeno višino, količino zajezne vode in maksimalni pretok vode skozi jez spada pregrada hidroelektrarne Formin, kot tudi ostale pregrade na dravskih elektrarnah, po klasifikaciji med visoke jezove (Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov, 1966). Za takšne objekte mora biti izdelan projekt tehničnega opazovanja in vzpostavljen sistem tehničnega opazovanja na in ob objektih hidroelektrarne. S stalnim izvajanjem monitoringa tehničnega opazovanja Dravske elektrarne Maribor (DEM) skrbijo za visoko zanesljivost proizvodnje, proizvodnih naprav in varnost objektov. Na objektih hidroelektrarne se ves čas izvajajo meritve za ugotavljanje hidrostatičnih in hidrodinamičnih razmer (ob objektih in pod njimi ter na širšem vplivnem področju), vizualni ogledi betonov, obrežnih zavarovanj, brežin akumulacij, meritve premikov, deformacij ter vizualni pregledi objektov in študije vplivov na okolje. Meritve so delno avtomatizirane, ostale količine se po dinamiki merijo ročno.

Program meritev obsega (Prnaver, 2010):

1. Spremljanje pretoka in nivoja reke Drave.

2. Deformacije:
 - geodetske meritve vertikalnih, horizontalnih premikov in rotacij točk na objektu,
 - meritve delovanja razpok in dilatacij – izdelava in obnova katastra razpok,
 - meritve premikov s koordimetri,
 - meritve spremembe nagibov vrtin z inklinometri,
 - meritev napetosti sidrnih sil.

3. Stanje rečne struge:
 - meritve zajeznih krivulj in prečnih profilov,
 - redne izmere količin mulja in zaprojevanja rečnega dna.

4. Vizualni pregledi:
 - geološko-geomehanski pregled brežin, obrežnih zavarovanj in podslapja,
 - geološko-geomehanski pregled nasipov dovodnih in odvodnih kanalov,
 - potapljaški pregledi,
 - pregledi betonov objekta,
 - potapljaški pregledi posameznih delov objektov (vtok, podslapje, krilni zid ...),
 - potapljaški pregledi obrežnih zavarovanj derivacijskih objektov.

5. Ostale meritve:
 - precejne vode na bokih,
 - vzgonski tlaki pod objektom,
 - temperature vode v vrtinah,
 - izvor vode v merilnih vrtinah (specifična upornost),
 - nivoji podtalnice na vplivnem širšem področju,
 - klimatske razmere – temperatura, zračni tlak, vlažnost, veter.

Z razvojem tehnologij in zaradi množice rezultatov meritev se je izkazalo za zelo primerno avtomatiziranje posameznih meritev. Avtomatske meritve se lahko spremljajo permanentno v različnih časovnih intervalih, kar daje možnost dejansko zaznati anomalije na posameznem segmentu objekta. Avtomatiziran način meritev monitoringa pregrad omogoča hitro in učinkovito obravnavo zbranih podatkov. To omogoča kontinuiran monitoring pomembnih parametrov, kar pomeni, da lahko pride do

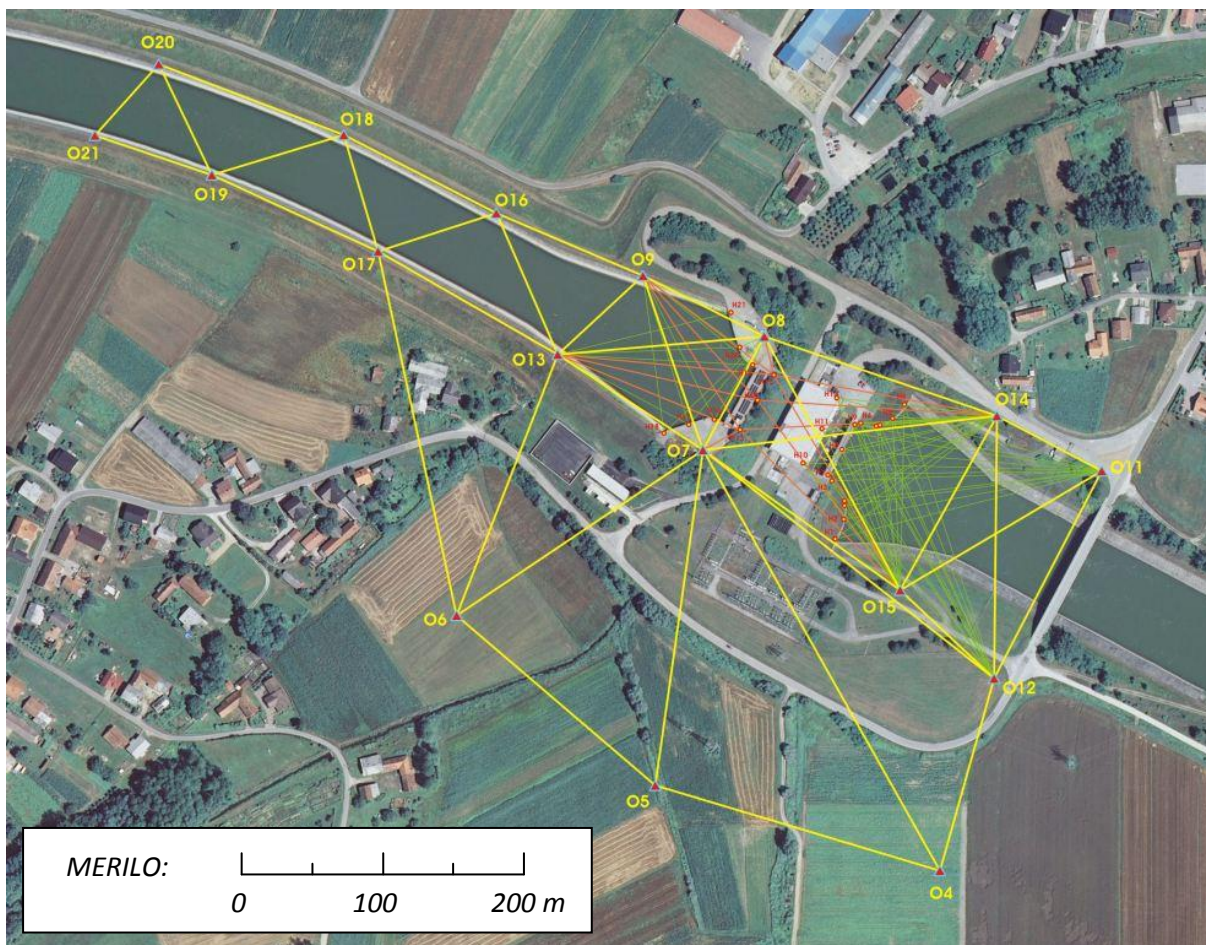
hitrih odločitev v primeru, da se pojavijo kakršnekoli težave, na primer kadar določene vrednosti presežejo mejne vrednosti. Zaradi občutljivosti objektov (dovodni in odvodni kanal) so izvedli mrežo avtomatskih opazovanj precejnih vod v piezometrih. Poleg gibanja precejnih vod skozi boke ob objektih, spremljajo tudi vzgonske tlake pod objekti, specifično prevodnost vode v vrtinah, izvor vode, spreminjanje dilatacij, premike v koordinatih in temperature betonov, vode in zraka v okolju. Del tehničnega opazovanja je tudi seizmični monitoring, ki je v skladu z veljavnim pravilnikom o opazovanju seizmičnosti objektov na področju DEM instaliran kot avtomatski sistem monitoringa (Prnaver, 2010).

2.1 Geodetske kontrolne meritve

V okviru tehničnih opazovanj so široko uporabne tudi geodetske meritve. Te omogočajo določitev absolutnih premikov objekta glede na njegovo stabilno okolico. Osnovna naloga geodetskih kontrolnih meritev je spremljanje izbranih merskih točk objekta, s ciljem določitve premikov in deformacij opazovanega objekta. Spremljanje premikov geotehničnih objektov je zaradi velikosti objektov in pričakovanih premikov nekoliko specifično. Pričakovana velikost premikov določa potrebno natančnost določitve premikov, velikost objekta pa določa metodo geodetske izmere. Vsaka sprememba položaja lahko vodi do poškodb objekta in s tem lahko posledično vpliva na varnost življenja in zdravja ljudi. Z rednim spremljanjem objekta je omogočeno pravočasno ukrepanje, ki poleg zagotavljanja varnosti predstavlja tudi pomemben prihranek finančnih sredstev (Savšek et al., 2010).

Za zagotavljanje pogojev pred izmero, izvedbo meritev in v nadaljevanju tudi obdelavo meritev ter ugotavljanje stabilnosti točk HE Formin so upoštevana priporočila za geotehnična opazovanja za II. nivo natančnosti, kamor spadajo premiki velikosti 5 mm–2 cm. Ta priporočila so podana v dveh člankih, in sicer Realizacija geodezije v geotehnikih (Koler et al., 2010) in Geodezija v geotehnikih (Savšek et al., 2010).

Geodetske meritve za ugotavljanje premikov se praviloma izvajajo v geodetski mreži, v katero so povezane referenčne točke in kontrolne točke na obravnavanem objektu. Izbira položajev točk je odvisna od topografije terena in lastnosti objekta. Število in razporeditev točk na objektu je povezano z lastnostmi objekta ter velikostjo in smerjo pričakovanih premikov (Savšek et al., 2010). Na območju HE Formin je razvita geodetska mikro trigonometrična mreža, v kateri se meritve izvajajo že od leta 1978. Horizontalno mrežo tvori 17 referenčnih točk (opazovalni stebri O4–O9 in O11–O21) in 24 kontrolnih točk (H1–H8, H10–H23, H25 in H26) (Savšek et al., 2011) (slika 2).



Slika 2: Oblika mikro trigonometrične mreže Formin

Točke so v skladu s priporočili stabilizirane na način, ki zagotavlja kakovostno izvedbo meritev. Referenčne točke osnovne mreže, s katerih se izvajajo meritve, so stabilizirane z betonskimi stebri, kar predstavlja klasično stabilizacijo položajnih geodetskih točk za deformacijska merjenja. Takšna stabilizacija omogoča prisilno centriranje instrumenta in reflektorja ter zagotavlja vedno isti položaj opazovalne točke. Kontrolne točke so prav tako stabilizirane na način, ki omogoča prisilno centriranje reflektorja. V betonsko podlago je vgrajena ploščica z vijakom, kamor je mogoče priviti podnožje z nosilcem prizme z možnostjo horizontiranja (Savšek-Safić et al., 2004). Stabilizacija in signalizacija točk je prikazana v preglednici 1.

Preglednica 1: Stabilizacija in signalizacija točk v mreži Formin

Stabilizacija in signalizacija		
Domnevno stabilne točke, ki določajo geodetski datum		
O4	O5	O6
		
Referenčne točke – primer: Točka O17		
		
Kontrolne točke – primer: Točka H11 na strehi strojnice		
		

Pri odstranjevanju naplavin pred jesensko izmero leta 2004 je bil na vtoku uničen opazovalni steber O7. Ta steber je vitalnega pomena, saj povezuje opazovalne stebre na vtoku in iztoku med seboj. Do poletne izmere 2005 je bil steber saniran tako, da so na staro betonsko ogrodje namestili zgornji del uničenega stebra približno na identično mesto. Saniran steber ima nekoliko spremenjene koordinate, zato so ga označili kot O7N (slika 3). Zaradi spremenjenih koordinat kontrola stabilnosti stebra z meritvami prej ni več mogoča. Že leta 2009 se je ponovno pojavila razpoka na stebru, ki bi jo bilo potrebno sanirati (slika 4) (Savšek et al., 2011).



Slika 3: Opazovalni steber O7N



Slika 4: Razpoka na stebru O7N

V mreži Formin se izvaja klasična terestrična izmera. Leta 2003 so bila dolžinskim meritvam dodana še kotna opazovanja. S tem se je povečalo število nadštevilnih opazovanj, kar pa zagotavlja tudi večjo natančnost in zanesljivost položajev kontrolnih točk. Horizontalne koordinate referenčnih in kontrolnih točk se tako določajo s kombinacijo triangulacije in trilateracije (Savšek-Safić et al., 2004). Meritve v vzpostavljene geodetski mreži se izvajajo v terminskih izmerah. Časovni presledki med posameznimi terminskimi izmerami so odvisni od pričakovane velikosti premikov, od vrednosti zemljišča ali objekta in od posledic, ki bi jih morebitni premiki povzročili (Savšek et al., 2010). HE Formin po kategorizaciji spada med visoke pregrade, na katerih se geodetska opazovanja izvajajo dvakrat letno skladno z veljavno zakonodajo. Opazovanja v mreži v določeni terminski izmeri se v skladu s priporočili opravljajo s preizkušenim preciznim elektronskim tahimetrom. Uporablja se dodatni pribor, ki služi za centriranje instrumenta, signalizacijo referenčnih in kontrolnih točk, merjenje meteoroloških parametrov za določitev prvega popravka hitrosti pri merjenju dolžin (reflektorji Leica Wild, podnožja z nosilci reflektorjev, žepni trak, precizna aspiracijska psihrometra,

digitalni barometer). Izbran instrument in dodatni pribor skupaj zagotavljajo dovolj veliko mersko natančnost (Savšek-Safić et al., 2004). Instrumenta, s katerima so bile opravljene meritve, ki so uporabljene za namen te naloge, sta predstavljena v preglednici 2.

Preglednica 2: Prikaz uporabljenih instrumentov (Topo Cad Vest, 2013, Geoservis, 2013)

Leto izmere	2008	2009	2010	2011	2012
Slika instrumenta					
Tip instrumenta	Leica Geosystems TCRP 1201 + R1000	Leica Geosystems TS30 R1000			
Natančnost merjenja kotov	1"	0,5"			
Natančnost merjenja dolžin	1mm; 1,5 ppm	0,6 mm; 1ppm			

Meritve v mreži Formin se izvajajo dvakrat letno, in sicer v rokih, ki so določeni in predpisani s pogodbo. Prva izmera se opravi v spomladanskem času, druga pa jeseni. V preglednici 3 so za posamezno terminsko izmero, ki je obravnavana v nalogi, podane opazovane referenčne točke s posameznega stojišča. Horizontalni koti med referenčnimi točkami so bili merjeni po girusni metodi v sedmih girusih. Istočasno so bile obojestransko merjene tudi poševne dolžine in zenitne razdalje, ki so bile uporabljene za redukcijo poševno merjenih dolžin. Zaradi naplavin, položaja dvigala in vegetacije ni mogoče zagotoviti popolnoma identičnega plana opazovanj med referenčnimi točkami v vseh terminskih izmerah. Kljub temu je zagotovljena visoka stopnja nadštevilnih opazovanj med referenčnimi točkami, kar zagotavlja visoko natančnost in zanesljivost določitve položajev referenčnih točk v mreži HE Formin.

Preglednica 4 prikazuje, katere kontrolne točke so bile opazovane s posameznih opazovalnih stebrov v obravnavanih terminskih izmerah. Horizontalni koti na kontrolne točke so bili merjeni po girusni metodi v treh girusih. Sočasno so bile enostransko merjene tudi poševne dolžine in zenitne razdalje, ki so bile uporabljene za redukcijo poševno merjenih dolžin.

Preglednica 4: Pregled opazovanih kontrolnih točk v posamezni terminski izmeri

Terminska izmera	2008		2009		2010		2011		2012
	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	
Stojišče	Opazovane kontrolne točke								
O15	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8	H10, H11, H12, H13, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6, H7, H8
O14	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H12, H15, H7, H8, H1, H2, H26, H25, H3, H4, H23, H22, H5, H6
O12	H10, H11, H13, H14, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6	H10, H11, H13, H14, H15, H8, H4, H23, H22, H5, H6
O11	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15	H10, H11, H12, H1, H2, H26, H25, H3, H7, H8, H13, H14, H15
O13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13	H21, H20, H19, H17, H13
O9	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18	H21, H20, H15, H16, H17, H18
O8	H16, H19, H18, H20, H21	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13	H16, H19, H18, H20, H21, H13
O7	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13	H18, H17, H21, H20, H16, H14, H13

Rezultate meritev, ki jih dobimo na terenu, je potrebno predhodno obdelati oziroma pretvoriti merske vrednosti v obliko, primerno za izravnavo. Predhodna obdelava vključuje izračun sredin horizontalnih smeri, sredin zenitnih razdalj in redukcijo poševno merjenih dolžin z upoštevanjem instrumentalnih, meteoroloških, geometričnih in projekcijskih popravkov (Kogoj, Stopar, 2009).

3 POSREDNA IZRAVNAVA MERITEV PO METODI NAJMANJŠIH KVADRATOV

Po predhodni obdelavi opazovanj so ta pripravljena za določitev koordinat točk v geodetski mreži. Če upoštevamo priporočila za izvedbo geodetskih postopkov določanja premikov, je edini dovoljeni način za izračun horizontalnih koordinat referenčnih točk in kontrolnih točk na objektu ocena z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov popravkov meritev. S tem načinom dobimo optimalne vrednosti izravnanih koordinat točk in pripadajoče parametre natančnosti določitev koordinat, ki so pomembne količine pri nadaljnji obravnavi morebitnih premikov točk (Koler et al., 2010).

Definirati je potrebno enačbe opazovanj, ki se nato uporabijo za sestavo lineariziranih enačb popravkov opazovanj. Linearizacija poteka z razvojem funkcij v Taylorjevo vrsto, pri čemer zanemarimo člene višjih stopenj od prve. Posledica linearizacije je, da moramo nujno poznati dobre približne vrednosti neznank, v našem primeru koordinat opazovanih točk (Stopar, 2010/2011).

Zvezo med opazovano dolžino in koordinatnimi neznankami zapišemo:

$$F: \quad s_{ij} - \sqrt{(y_j - y_i)^2 + (x_j - x_i)^2} = 0. \quad (1)$$

Linearizirana enačba popravkov opazovane dolžine ima obliko:

$$v_{s_{ij}} + \frac{\Delta y_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta y_i + \frac{\Delta x_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta x_i - \frac{\Delta y_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta y_j - \frac{\Delta x_{ij}^0}{s_{ij}^0} \delta x_j = s_{ij}^0 - s_{ij}. \quad (2)$$

Enačba opazovane horizontalne smeri je:

$$F: \quad r_{ij} - \arctan \frac{y_j - y_i}{x_j - x_i} + o_i = 0. \quad (3)$$

Linearizirana enačba popravkov opazovane horizontalne smeri ima obliko:

$$v_{r_{ij}} + \frac{\Delta x_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta y_i - \frac{\Delta y_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta x_i - \frac{\Delta x_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta y_j + \frac{\Delta y_{ij}^0}{(s_{ij}^0)^2} \delta x_j + \delta o_i = r_{ij}^0 - r_{ij}. \quad (4)$$

V enačbah so:

s_{ij} ... opazovana dolžina med točko i in j ,

r_{ij} ... opazovana horizontalna smer med točko i in j ,

y_i in x_i ... koordinati točke i ,

y_j in x_j ... koordinati točke j ,

o_i ... orientacijska neznanka,

$v_{s_{ij}}$... popravek opazovane dolžine,

$v_{r_{ij}}$... popravek opazovane horizontalne smeri,

$\delta y_i, \delta x_i, \delta y_j, \delta x_j$... popravki približnih vrednosti koordinat točk i in j ,

δo_i ... popravek približne vrednosti orientacijske neznanke,

s_{ij}^0 ... približna vrednost dolžine,

r_{ij}^0 ... približna vrednost horizontalne smeri,

$$\Delta y_{ij}^0 = y_j^0 - y_i^0,$$

$$\Delta x_{ij}^0 = x_j^0 - x_i^0,$$

$y_i^0, x_i^0, y_j^0, x_j^0$... približne koordinate točk i in j .

Zveze med opazovanji in neznanimi količinami v matematičnem modelu lahko predstavljajo poddoločen, določen ali predoločen problem. Praktično uporabne rezultate dobimo za predoločen in določen problem. Slednjemu se izogibamo, saj nimamo kontrole nad morebitno grobo pogrešenimi opazovanji. S predoločenim problemom, ko je število neodvisnih opazovanj večje od števila neodvisnih neznank, pa zagotovimo nadštevilna opazovanja. Ta nam dajo več različnih rešitev matematičnega modela. Predoločen problem zato rešimo z izravnavo pod pogojem, da je vsota kvadratov popravkov opazovanj minimalna. Izravnavo nadštevilnih opazovanj pod tem dodatnim pogojem imenujemo izravnava po metodi najmanjših kvadratov (MNK) (Kogoj, Stopar, 2009).

V nalogi smo za izravnavo meritev v posamezni terminski izmeri uporabili programsko orodje Gem3 ver. 4.0 (Ambrožič, Turk, 2007). Program deluje po postopku posredne izravnave, ki bo opisan v nadaljevanju. Vhodne datoteke s predhodno obdelanimi podatki meritev in približnimi vrednostmi koordinat vseh točk smo prevzeli od UL FGG, Katedre za geodezijo, ki trenutno izvaja geodetska opazovanja na HE Formin. Vhodni podatek za izravnavo so sredine girusov reduciranih smeri na posameznih stojšičih. Opazovanja so bila testirana za morebitno prisotnost grobih pogreškov po danski metodi. Na osnovi pogojev meritev je bilo predpostavljeno, da so smeri na posameznih točkah opazovane z enako natančnostjo. Zenitne razdalje, katerih definitivna vrednost je aritmetična sredina vseh meritev, so bile uporabljene za redukcijo dolžin na izbrano nivojsko ploskev. Iz opazovanih poševnih dolžin v več ponovitvah je bila izračunana aritmetična sredina posamezne dolžine. Za redukcijo dolžin na nivo 200 m so bili upoštevani instrumentalni, meteorološki, geometrični in projekcijski popravki. Vrednost reducirane dolžine je vhodni podatek za izravnavo. Dolžine so kratke, zato je bilo predpostavljeno, da na natančnost meritev vpliva predvsem začetni pogrešek, ki ni odvisen

od velikosti merjene dolžine. Natančnost grup kotnih in dolžinskih meritev je bila določena z a posteriori metodo ocene uteži po Ebnerju (Savšek-Safić et al., 2004). Rezultati izravnave so definitivne horizontalne koordinate točk, ocena natančnosti določitve položaja novih točk – natančnost v smeri koordinatnih osi in elementi elips pogreškov (a, b, θ) ter ocena natančnosti meritev. Ti rezultati se izpišejo v izhodno datoteko *.GEM. Za nas je bila poleg te datoteke pomembna še datoteka *.KOO, ki predstavlja vhodno datoteko za analizo premikov.

3.1 Gauss Markov model izravnave

Gauss Markov model posredne izravnave je linearen matematični model, ki povezuje slučajni vektor opazovanj \mathbf{l} s slučajnim vektorjem neznank $\mathbf{\Delta}$ (Grigillo, Stopar, 2003). Matematični model delimo na funkcionalni model, ki določa funkcijske zveze med količinami v mreži, in stohastični model, ki določa predpostavke o tipu porazdelitve opazovanj ter o korelacijah med njimi (Savšek-Safić, 2002). Funkcionalni in stohastični Gauss Markov model lahko zapišemo z naslednjimi enačbami (Grigillo, Stopar, 2003):

$$E(\mathbf{l}) = \mathbf{B}\mathbf{\Delta}, \quad (5)$$

$$D(\mathbf{l}) = \mathbf{P}^{-1} \cdot \sigma_0^2, \quad (6)$$

kjer je:

\mathbf{l} ... vektor opazovanj,

$E(\mathbf{l})$... pričakovana vrednost slučajnega vektorja opazovanj,

$D(\mathbf{l})$... razpršenost slučajnega vektorja opazovanj,

\mathbf{B} ... matrika koeficientov enačb popravkov,

$\mathbf{\Delta}$... vektor neznank ali popravkov približnih vrednosti neznank,

\mathbf{P} ... matrika uteži opazovanj,

σ_0^2 ... referenčna varianca a priori.

Predoločen sistem enačb popravkov,

$$\mathbf{v} + \mathbf{B}\mathbf{\Delta} = \mathbf{f}, \quad (7)$$

rešimo po metodi najmanjših kvadratov ob izpolnitvi pogoja glede popravkov opazovanj:

$$\Phi = \mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v} = \text{minimum}. \quad (8)$$

Rešitev funkcionalnega modela izračunamo po naslednjih enačbah:

$$\Delta = \mathbf{N}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{f}, \quad (9)$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{f} - \mathbf{B} \Delta = [\mathbf{I} - \mathbf{B} \mathbf{N}^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}] \mathbf{f}, \quad (10)$$

$$\hat{\mathbf{I}} = \mathbf{I} + \mathbf{v}, \quad (11)$$

kjer je:

$\mathbf{N} = \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{B}$... matrika koeficientov normalnih enačb,

\mathbf{f} ... vektor odstopanj,

\mathbf{v} ... vektor popravkov opazovanj,

$\hat{\mathbf{I}}$... vektor izravnanih opazovanj.

Referenčno varianco a posteriori lahko sedaj izračunamo po enačbi:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{r}, \quad r = n - n_0, \quad (12)$$

kjer je:

r ... število nadštevilnih opazovanj oziroma število prostostnih stopenj v matematičnem modelu,

n ... število opazovanj,

n_0 ... minimalno število opazovanj, potrebnih za enolično rešitev problema.

Poleg referenčne variance a posteriori stohastični model predstavljajo še naslednje matrike kofaktorjev in pripadajoče kovariančne matrike, ki so osnova za vrednotenje opazovanj in ocenjenih neznank in so dane z izrazi:

$$\mathbf{Q}_{\Delta\Delta} = \mathbf{N}^{-1}, \quad \Sigma_{\Delta\Delta} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}_{\Delta\Delta}, \quad (13)$$

$$\mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}} = \mathbf{P}^{-1} - \mathbf{B} \mathbf{N}^{-1} \mathbf{B}^T, \quad \Sigma_{\mathbf{v}\mathbf{v}} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}}, \quad (14)$$

$$\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{I}}\hat{\mathbf{I}}} = \mathbf{B} \mathbf{N}^{-1} \mathbf{B}^T, \quad \Sigma_{\hat{\mathbf{I}}\hat{\mathbf{I}}} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{I}}\hat{\mathbf{I}}}, \quad (15)$$

kjer je:

$\mathbf{Q}_{\Delta\Delta}$... matrika kofaktorjev neznank,

$\mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}}$... matrika kofaktorjev popravkov opazovanj,

$\mathbf{Q}_{\hat{\mathbf{I}}\hat{\mathbf{I}}}$... matrika kofaktorjev izravnanih opazovanj,

$\Sigma_{\Delta\Delta}$... kovariančna matrika neznank,

$\Sigma_{\mathbf{v}\mathbf{v}}$... kovariančna matrika popravkov opazovanj,

$\Sigma_{\hat{\Pi}}$... kovariančna matrika izravnanih opazovanj.

V (13) – (15) uporabimo referenčno varianco a priori, ko smo z globalnim testom modela potrdili statistično skladnost referenčne variance a posteriori in referenčne variance a priori.

Ob prisotnosti pogojnih enačb med neznankami, t.i. veznih enačb, govorimo o izravnavi funkcijsko odvisnih neznank. V tem primeru je potrebno poleg (7) in (8) izpolniti še zahtevo:

$$\mathbf{H}^T \Delta = \mathbf{0}, \quad (16)$$

kjer je:

\mathbf{H} ... datumska matrika.

S tem pa se spremenijo tudi izrazi za rešitev funkcionalnega in stohastičnega modela. Rešitev tako izračunamo po naslednjih enačbah:

$$\Delta = (\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{f}, \quad (17)$$

$$\mathbf{v} = \mathbf{R} \mathbf{f} = [\mathbf{I} - \mathbf{B}(\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}] \mathbf{f}, \quad (18)$$

$$\hat{\mathbf{I}} = \mathbf{I} + \mathbf{v} = \mathbf{B}(\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P} \mathbf{f}, \quad (19)$$

kjer je:

\mathbf{R} ... matrika nadštevilnosti.

V tem primeru referenčno varianco a posteriori izračunamo po enačbi:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v}}{r}, \quad r = n - n_0 + d, \quad (20)$$

kjer je:

d ... defekt datuma geodetske mreže.

$$\mathbf{Q}_{\Delta\Delta} = (\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1} \mathbf{N} (\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1}, \quad \Sigma_{\Delta\Delta} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}_{\Delta\Delta}, \quad (21)$$

$$\mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}} = \mathbf{P}^{-1} - \mathbf{B}(\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1} \mathbf{B}^T, \quad \Sigma_{\mathbf{v}\mathbf{v}} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}_{\mathbf{v}\mathbf{v}}, \quad (22)$$

$$\mathbf{Q}_{\hat{\Pi}} = \mathbf{B}(\mathbf{N} + \mathbf{H}\mathbf{H}^T)^{-1} \mathbf{B}^T, \quad \Sigma_{\hat{\Pi}} = \sigma_0^2 \mathbf{Q}_{\hat{\Pi}}, \quad (23)$$

Enačbe (5) – (23) so povzete po Grigillo, Stopar, 2003.

Če imamo namesto geodetskega datuma, določenega z notranjimi vezmi, geodetski datum, določen z minimalnim številom zunanjih opazovanj, datumsko matriko **H** zamenjamo z datumsko matriko **D**.

3.2 Geodetski datum

V postopku posredne izravnave meritev v geodetski mreži po metodi najmanjših kvadratov določamo vrednosti neznanek. Če so neznanke koordinate geodetskih točk v koordinatnem sistemu, potrebujemo za določitev koordinat novih točk poleg ustreznih opazovanj, ki omogočajo enolično določitev notranje geometrije matematičnega modela, tudi ustrezno število danih koordinat točk geodetske mreže za zagotovitev zunanje geometrije matematičnega modela. To pomeni, da moramo definirati koordinatni sistem oziroma geodetski datum, v katerem računamo iskane količine. Neizpolnitev te zahteve vodi v singularen sistem normalnih enačb (Stopar, 2010/2011).

Geodetski datum je definiran kot najmanjše število parametrov, potrebnih za enolično določitev lege, orientacije in merila geodetske mreže v predhodno definiranem koordinatnem sistemu. Problem geodetskega datuma je posledica dejstva, da so običajna opazovanja v geodeziji (horizontalne smeri, dolžine, zenitne razdalje, višinske razlike), t.i. notranja opazovanja, ki so sposobna določiti le relativnih položajev točk geodetske mreže. Torej na osnovi običajnih geodetskih opazovanj, brez dodatnih informacij o geodetskem datumu, ne moremo izračunati koordinat točk v predhodno definiranem koordinatnem sistemu. Informacije o geodetskem datumu nam zagotavljajo dane količine, t.i. zunanja opazovanja. Zunanja opazovanja so količine, določene v izbranem koordinatnem sistemu (astronomske koordinate točk (Φ, Λ, H) , elipsoidne koordinate (φ, λ, h) , kartezične koordinate v globalnem koordinatnem sistemu (X, Y, Z)), ki določajo lego, orientacijo in merilo geodetske mreže in nimajo neposrednega vpliva na notranjo geometrijo mreže oziroma na relativne položaje točk v geodetski mreži. Zunanje količine omogočajo določitev absolutnih položajev točk geodetske mreže (Marjetič, Stopar, 2007).

Problem definiranja geodetskega datuma geodetske mreže je očiten predvsem pri vzpostavitvi geodetskih mrež za najnatančnejše naloge, kjer meritve opravljamo z najsodobnejšo mersko opremo in metodami izmere, ki zagotavljajo veliko nadštevilnih opazovanj in jih obdelujemo s postopki, ki omogočajo obravnavo vseh vplivov na opazovanja. Za potrebe deformacijske analize bi bili z navezavo geodetske mreže na državni koordinatni sistem primorani privzeti dane koordinate točk v državnem koordinatnem sistemu. Te bi po kakovosti določitve zaostajale za koordinatami točk, določenimi v okviru natančnosti meritev lokalne geodetske mreže. Zato koordinat točk v okviru deformacijske analize običajno ne računamo v geodetskem datumu državnega koordinatnega sistema,

ampak definiramo geodetski datum lokalnega koordinatnega sistema, v katerem spremljamo spremembe lege točk v mreži. Izbira točk, ki definirajo geodetski datum, je odvisna od stabilnosti točk, ki naj bi definirale koordinatni sistem (Marjetič, Stopar, 2007).

V geodetski mreži mora biti geodetski datum v celoti določen s koordinatami danih točk, ki morajo po kakovosti ustrezati kakovosti opazovanj. Kadar geodetski datum ni ali ni v celoti določen, ga moramo določiti z ustreznimi datumskimi parametri (Marjetič, Stopar, 2007). Nekatere datumske parametre lahko zagotovijo notranja in morebitna zunanja opazovanja, kar prikazuje preglednica 5.

Preglednica 5: Datumske informacije nekaterih geodetskih opazovanj (Stopar et al., 2012)

Opazovana količina	Datumski parametri						
	Premik			Zasuk			Merilo
	t_x	t_y	t_z	ω_x	ω_y	ω_z	s
Dolžina	–	–	–	–	–	–	+
Horizontalni kot/smer	–	–	–	–	–	–	–
Azimut	–	–	–	–	–	+	–
Zenitna razdalja	–	–	–	+	+	–	–
Astronomske koordinate	+	+	–	–	–	+	+
Fazna opazovanja GNSS	–	–	–	–	–	–	–
Kodna opazovanja GNSS	–	–	–	–	–	–	+
Koordinate na osnovi opazovanj GNSS	+	+	+	+	+	+	+
Relativne trirazsežne koordinate (GNSS)	–	–	–	+	+	+	+
Relativne dvorazsežne koordinate	–	–	–	–	–	+	+
Višinske razlike	–	–	–	–	+	+	+

Iz preglednice je razvidno, da horizontalne smeri in koti ne vsebujejo datumskih informacij, izmerjene dolžine pa zagotavljajo merilo mreže. Azimut, določen na osnovi astronomskih ali opazovanj GNSS (angl. Global Navigation Satellite System), zagotavlja orientacijo zveznice dveh točk glede na astronomski ali geodetski sever. Zenitne razdalje zagotavljajo rotacijo zveznice dveh točk glede na astronomski sever in vzhod; z redukcijo na normalo zagotavljajo zasuke glede na geodetski sever in vzhod. Absolutne koordinate, pridobljene na osnovi opazovanj GNSS, zagotavljajo 7 datumskih parametrov. V geodetski praksi pa uporabljamo bazne vektorje – relativne koordinate dveh točk, ki zagotavljajo orientacijo baznega vektorja in merilo le-tega (Stopar et al., 2012).

Preostali nedoločeni datumski parametri, ki jih ne moremo določiti z opazovanji, pa se v geodetski mreži kažejo kot defekt geodetskega datuma (Marjetič, Stopar, 2007). V primeru defekta datuma je matrika koeficientov \mathbf{B} nepopolnega ranga in pride do singularnosti matrike koeficientov normalnih enačb (Savšek-Safić, 2002).

Geodetski datum je lahko poddoločen, enolično določen ali predoločen. V primeru poddoločenega geodetskega datuma je število danih količin manjše od števila preostalih datumskih parametrov. Če imamo natanko toliko danih datumskih količin, kot je število preostalih potrebnih datumskih parametrov, govorimo o enolično določenem geodetskem datumu. Pri tem z izbiro danih količin oziroma vezi med danimi količinami in parametri za definiranje geodetskega datuma ne posegamo v notranjo geometrijo geodetske mreže. To je edina sprejemljiva možnost za korektno obravnavo geodetskih mrež. Kadar je geodetski datum definiran z več količinami, kot je nujno potrebnih za določitev geodetskega datuma, govorimo o predoločenosti geodetskega datuma. V tem primeru je izračun koordinat točk v geodetski mreži obremenjen z nepravilnostmi datumskih parametrov, kot jih definirajo koordinate danih točk. V primeru, da obstajajo nepravilnosti datumskih parametrov, se le-te prenesejo na izračunane koordinate novih točk. Posledica je težavno ocenjevanje notranje natančnosti geodetske mreže. Zaradi premikov danih točk je geodetski datum podvržen spremembam in se zato spreminja skozi čas (Marjetič, Stopar, 2007).

Število potrebnih datumskih parametrov za enolično določen geodetski datum je odvisno od vrste opravljenih opazovanj in od razsežnosti koordinatnega sistema, v katerem določamo koordinate točk. Datumski parametri in defekt datuma pri različnih tipih geodetskih mrež so prikazani v preglednici 6 (Marjetič, Stopar, 2007).

Preglednica 6: Datumski parametri pri različnih tipih geodetskih mrež (Marjetič, Stopar, 2007)

Tip mreže	Datumski parametri	Defekt datuma
1D višinska mreža	1 translacija (vzdolž osi $z - t_z$)	1
2D trilateracijska mreža	2 translaciji (vzdolž osi $x - t_x$ in osi $y - t_y$) 1 rotacija (okrog osi $z - \omega_z$)	3
2D triangulacijska mreža	2 translaciji (vzdolž osi $x - t_x$ in osi $y - t_y$) 1 rotacija (okrog osi $z - \omega_z$) 1 merilo (s)	4
3D geodetska mreža	3 translacije (vzdolž osi $x - t_x$, osi $y - t_y$ in osi $z - t_z$) 3 rotacije (okrog osi $x - \omega_x$, osi $y - \omega_y$ in osi $z - \omega_z$) 1 merilo (s)	7

V nalogi ugotavljamo horizontalne premike v lokalnem koordinatnem sistemu. Zanimajo nas horizontalne koordinate točk (y, x) geodetske mreže v posamezni terminski izmeri. Ker obravnavamo 2D geodetsko mrežo, za zagotovitev geodetskega datuma potrebujemo največ štiri datumске parametre. To so: dva premika ali translaciji, zasuk ali rotacija in merilo. Ker pa imamo v mreži že merjene dolžine, nam te zagotavljajo merilo mreže, tako je število potrebnih datumskih parametrov enako tri. Za določitev geodetskega datuma imamo več možnosti, ki so opisane v nadaljevanju.

3.2.1 Definiranje geodetskega datuma z notranjimi opazovanji (prosta mreža)

Prosta mreža je mreža, kjer nobene točke ne privzamemo kot dane. Torej prosta mreža v splošnem nima definiranega geodetskega datuma oz. nima določenega koordinatnega sistema. Kot posledica nedoločenega koordinatnega sistema pa nastopi defekt datuma. Matrika koeficientov normalnih enačb \mathbf{N} je singularna, kar pomeni, da je determinanta takšnega sistema enaka nič. Za reševanje singularnega sistema normalnih enačb z defektom definiramo vezi med neznankami (Savšek-Safić, 2002). Notranje vezi se nanašajo na neko namišljeno točko, nek namišljen azimut, neko namišljeno dolžino ali namišljeno zenitno razdaljo v mreži (Marjetič, Stopar, 2007).

V 3D- in 2D- prostoru zahtevajo notranje vezi izpolnitev naslednjih pogojev (Marjetič, Stopar, 2007):

- koordinate težišča mreže (povprečje približnih koordinat točk v mreži) morajo po izravnavi ostati nespremenjene,
- mreža se glede na težišče v povprečju ne sme zasukati,
- povprečna razdalja med težiščem in posameznimi točkami mora ostati nespremenjena.

Vezne enačbe, ki zagotavljajo izpolnitev notranjih vezi, sestavimo iz enačb podobnostne transformacije, ki zagotavlja, da je vsota kvadratov popravkov približnih vrednosti koordinatnih neznank minimalna:

$$\Delta^T \Delta = \text{minimum}, \quad (24)$$

kjer je:

Δ ... vektor popravkov približnih vrednosti neznank.

V nadaljevanju sledi izpeljava veznih enačb izravnave z notranjimi vezmi med neznankami za 2D geodetsko mrežo, kjer so nedefinirani štirje datumski parametri.

Dane imamo približne koordinate točk:

$$y_i^0, x_i^0 \quad i = 1, \dots, m \text{ (število točk)}. \quad (25)$$

Izravnane koordinate (y_i, x_i) povežemo s približnimi koordinatami z enačbo podobnostne transformacije, kjer so transformacijski parametri: kot zasuka ω_z , merilo mreže s in premik mreže vzdolž obeh koordinatnih osi t_x in t_y :

$$\begin{bmatrix} y_i \\ x_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_y \\ t_x \end{bmatrix} + s \cdot \begin{bmatrix} \cos \omega_z & \sin \omega_z \\ -\sin \omega_z & \cos \omega_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_i^0 \\ x_i^0 \end{bmatrix}. \quad (26)$$

Po izravnavi lahko pričakujemo, da se bo mreža zasukala za majhen kot $\delta\omega_z$ in da se bo merilo mreže spremenilo za majhno vrednost δs . Ti dve spremembi sta s prvotnima vrednostnima zasuka ω_z^0 in merila s^0 v zvezi:

$$\delta\omega_z = \omega_z - \omega_z^0 \text{ in } \delta s = s - s^0. \quad (27) \text{ in } (28)$$

Za pridobitev štirih datumskih parametrov (t_y, t_x, ω_z, s) iz enačbe (26) moramo enačbi (27) in (28) linearizirati v okolici približnih vrednosti $s^0 = 1$ in $\omega_z^0 = 0$, tako da velja:

$$s = 1 + \delta s \text{ in } \omega_z = \delta\omega_z. \quad (29) \text{ in } (30)$$

Enačbo (26) lahko sedaj zapišemo:

$$y_i^0 + \delta y_i = t_y + (1 + \delta s) \cdot (\cos \delta\omega_z \cdot y_i^0 + \sin \delta\omega_z \cdot x_i^0), \quad (31)$$

$$x_i^0 + \delta x_i = t_x + (1 + \delta s) \cdot (-\sin \delta\omega_z \cdot y_i^0 + \cos \delta\omega_z \cdot x_i^0). \quad (32)$$

Ker je $\delta\omega_z$ majhen kot ($\sin \delta\omega_z \approx \delta\omega_z$ in $\cos \delta\omega_z \approx 1$) in če zanemarimo člene, v katerih nastopajo produkti popravkov približnih vrednosti neznanih transformacijskih parametrov, lahko enačbi (31) in (32) poenostavljeno zapišemo:

$$\delta y_i = t_y + \delta\omega_z \cdot x_i^0 + \delta s \cdot y_i^0, \quad (33)$$

$$\delta x_i = t_x - \delta\omega_z \cdot y_i^0 + \delta s \cdot x_i^0, \quad (34)$$

oziroma v matrični obliki:

$$\begin{bmatrix} \delta y_i \\ \delta x_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_i^0 & y_i^0 \\ 0 & 1 & -y_i^0 & x_i^0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} t_y \\ t_x \\ \delta\omega_z \\ \delta s \end{bmatrix}. \quad (35)$$

Popravek δy_i približne vrednosti koordinate y je sestavljen iz vsote treh členov:

- premika t_y ,
- člena $x_i^0 \delta\omega_z$, ki vsebuje zasuk mreže,

- člena $y_i^0 \delta s$, ki vsebuje spremembo merila mreže.

Zahteva, da naj se geodetska mreža v povprečju ne premakne, je enakovredna zahtevi, da naj bo vsota popravkov približnih vrednosti koordinat vseh točk enaka nič in jo zapišemo:

$$\sum_{i=1}^m \delta y_i = 0, \quad \sum_{i=1}^m \delta x_i = 0. \quad (36), (37)$$

Zahtevo, da naj se mreža v povprečju ne zasuka, zapišemo:

$$\sum_{i=1}^m (x_i^0 \delta y_i - y_i^0 \delta x_i) = 0. \quad (38)$$

Zahtevo, naj se velikost mreže v povprečju ne spremeni, zapišemo kot:

$$\sum_{i=1}^m (y_i^0 \delta y_i + x_i^0 \delta x_i) = 0. \quad (39)$$

Enačbe (36) – (39) lahko zapišemo v matrični obliki:

$$\mathbf{H}^T \mathbf{\Delta} = \mathbf{0}, \quad (40)$$

kjer je \mathbf{H}^T datumsko matriko oblike:

$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 \\ x_1^0 & -y_1^0 & x_2^0 & -y_2^0 & \dots & x_m^0 & -y_m^0 \\ y_1^0 & x_1^0 & y_2^0 & x_2^0 & \dots & y_m^0 & x_m^0 \end{bmatrix}, \quad (41)$$

$$\mathbf{\Delta} = [\delta y_1 \quad \delta x_1 \quad \delta y_2 \quad \delta x_2 \quad \dots \quad \delta y_m \quad \delta x_m]^T.$$

Prvi dve vrstici v matriki \mathbf{H}^T podajata zahtevo, da se mreža po izravnavi ne premakne, tretja vrstica zahtevo, da se mreža ne zasuka, in četrta, da merilo mreže ostane nespremenjeno. V primeru, da smo z opazovanji že zagotovili določen datumski parameter, izbrišemo ustrezno vrstico v matriki \mathbf{H}^T . Torej, če opazujemo eno ali več dolžin, imamo merilo določeno z merjenimi dolžinami in lahko odstranimo četrto vrstico. Matrika \mathbf{H}^T je torej oblike:

$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \dots & 0 & 1 \\ x_1^0 & -y_1^0 & x_2^0 & -y_2^0 & \dots & x_m^0 & -y_m^0 \end{bmatrix}. \quad (42)$$

Matrika \mathbf{H}^T postane del matematičnega modela izravnave funkcijsko odvisnih neznank in sodeluje pri oceni opazovanj, neznank ter natančnosti ocene vseh v izravnavo vključenih količin.

V primeru, ko je geodetski datum matematičnega modela v celoti definiran na osnovi zunanjih opazovanj, ne potrebujemo notranjih vezi in matrike \mathbf{H}^T ne uvedemo v izravnavo.

Med matriko \mathbf{H} in matriko koeficientov neznank \mathbf{B} obstaja pomembna zveza:

$$\mathbf{BH} = \mathbf{0}. \quad (43)$$

Enačbe (24) – (43) so povzete po Marjetič, Stopar, 2007.

3.2.2 Definiranje geodetskega datuma z eno dano točko – poddoločen datum

Geodetske mreže z eno dano točko so t.i. »polproste« mreže. Ker je število danih količin, ki določajo datum, manjše od števila potrebnih datumskih parametrov, je geodetski datum poddoločen. Število preostalih nedoločenih datumskih parametrov je enako defektu datuma. Matrika normalnih enačb je singularna. V primeru izravnave po metodi najmanjših kvadratov z normalnimi enačbami je zopet potrebno definirati matriko koeficientov vezi med neznankami \mathbf{H}^T (glej 3.2.1). Ker sta v mreži dani koordinati ene točke, v matriki \mathbf{H}^T (42) odpadeta prvi dve vrstici. Matrika \mathbf{H}^T je torej oblike:

$$\mathbf{H}^T = [x_1^0 \quad -y_1^0 \quad x_2^0 \quad -y_2^0 \quad \dots \quad x_m^0 \quad -y_m^0]. \quad (44)$$

Slaba stran metode normalnih enačb je, da je rešitev pri slabo pogojenem ali singularnem sistemu nestabilna, kar pomeni, da že majhne spremembe v sistemu povzročijo velike spremembe v rešitvi. V tem primeru rešitev ni točno izračunana. Vpeljevanje pogojev oziroma vezi med neznankami je programersko precej zahtevno (Ambrožič, Turk, 1994).

Rešitev izravnave po metodi najmanjših kvadratov pa lahko namesto z normalnimi enačbami (glej poglavje 3.1) izračunamo tudi z razcepom po singularnih vrednostih SVD (angl. Singular Value Decomposition) (Ambrožič, Turk, 1994).

V tem primeru iz enačb popravkov ne tvorimo normalnih enačb, temveč matriko koeficientov enačb popravkov \mathbf{B} razcepimo na tri matrike (Ambrožič, Turk, 1994):

$$\mathbf{B} = \mathbf{U}\mathbf{W}\mathbf{V}^T, \quad (45)$$

kjer je:

\mathbf{U} ... kvadratna ortogonalna matrika velikosti $(n \times n)$,

\mathbf{V} ... kvadratna ortogonalna matrika velikosti $(u \times u)$,

$\mathbf{W} = \text{diag}(w_i)$... pravokotna diagonalna matrika singularnih vrednosti velikosti $(n \times u)$.

Za matriki \mathbf{U} in \mathbf{V} velja, da sta ortogonalni:

$$\mathbf{U}^T\mathbf{U} = \mathbf{U}\mathbf{U}^T = \mathbf{I} \text{ in } \mathbf{V}^T\mathbf{V} = \mathbf{V}\mathbf{V}^T = \mathbf{I}. \quad (46) \text{ in } (47)$$

Vsoto kvadratov popravkov opazovanj zapišemo:

$$\Phi = \mathbf{v}^T\mathbf{P}\mathbf{v} = \sum_{i=1}^n v_i^2 = \sum_{i=1}^n (\mathbf{f} - \mathbf{B}\mathbf{\Delta})^2. \quad (48)$$

Če enačbo (48) pomnožimo z ortogonalno matriko, se norma $\|\mathbf{v}\|_2^2$ ne spremeni:

$$\Phi = \|\mathbf{U}^T\mathbf{f} - \mathbf{U}^T\mathbf{B}\mathbf{\Delta}\|_2^2, \quad (49)$$

$$\Phi = \|\mathbf{U}^T\mathbf{f} - \mathbf{U}^T\mathbf{B}\mathbf{V}\mathbf{V}^T\mathbf{\Delta}\|_2^2. \quad (50)$$

Iz enačbe (45) velja:

$$\mathbf{W} = \mathbf{U}^T\mathbf{B}\mathbf{V}, \quad (51)$$

zato lahko (50) zapišemo kot:

$$\Phi = \|\mathbf{U}^T\mathbf{f} - \mathbf{W}\mathbf{V}^T\mathbf{\Delta}\|_2^2, \quad (52)$$

oziroma

$$\Phi = \sum_{i=1}^u (-w_i \mathbf{v}_i^T \Delta + \mathbf{u}_i^T \mathbf{f})^2 + \sum_{i=u+1}^n (\mathbf{u}_i^T \mathbf{f})^2, \quad (53)$$

kjer so:

w_i ... diagonalni členi matrice \mathbf{W} ,

\mathbf{u}_i in \mathbf{v}_i ... stolpci pripadajočih matrik \mathbf{U} in \mathbf{V} .

Prvi člen desne strani enačbe (53) je lahko enak nič, drugi člen pa bo vedno večji od nič. Minimum funkcije Φ poiščemo tako, da postavimo pogoj, da je prvi člen enak nič:

$$\sum_{i=1}^u (-w_i \mathbf{v}_i^T \Delta + \mathbf{u}_i^T \mathbf{f})^2 = 0. \quad (54)$$

Ker je vsota kvadratov enaka nič le, če so vsi členi vsote enaki nič, sledi:

$$\mathbf{v}_i^T \Delta = \frac{\mathbf{u}_i^T \mathbf{f}}{w_i} \quad \text{za } i = 1, \dots, u. \quad (55)$$

Kar lahko zapišemo v matrični obliki kot:

$$\mathbf{V}^T \Delta = \overline{\mathbf{W}}^{-1} \overline{\mathbf{U}}^T \mathbf{f}, \quad (56)$$

kjer so:

$\overline{\mathbf{U}}$... podmatrika matrice \mathbf{U} velikosti $(n \times u)$ in

$\overline{\mathbf{W}}$... kvadratna diagonalna podmatrika matrice \mathbf{W} velikosti $(u \times u)$.

Če v enačbi (56) upoštevamo ortogonalnost matrice \mathbf{V} , dobimo končni izraz za izračun neznanek:

$$\Delta = \mathbf{V} \overline{\mathbf{W}}^{-1} \overline{\mathbf{U}}^T \mathbf{f}. \quad (57)$$

Zaradi diagonalnosti matrice $\overline{\mathbf{W}}$ je njena inverzna matrika dana z:

$$\overline{\mathbf{W}}^{-1} = \text{diag}\left(\frac{1}{w_i}\right) \quad \text{za } i = 1, \dots, u. \quad (58)$$

$w_i \neq 0$ za $i = 1, \dots, u$ v primeru nesingularnega sistema. V primeru singularnega sistema pa je vsaj en člen na diagonali v matriki $\overline{\mathbf{W}}$ enak nič. Dokazati je mogoče, da rešitev po metodi najmanjših kvadratov dobimo tudi, če so diagonalni členi $1/w_i$ enaki nič za vse w_i enake nič ali pri slabo pogojenem sistemu skoraj enake nič. Pri tem vrstice in stolpce razporedimo tako, da vse matrike razdelimo na dva dela: enega, ki pripada vrednostim $w_i \neq 0$, in drugega, ki pripada vrednostim $w_i = 0$. Število od nič različnih singularnih vrednosti je rang matrike \mathbf{B} in ga označimo z r . Izpeljava je enaka kot v primeru nesingularnih vrednosti, spremeni se le meja za seštevanje v enačbi (53) (Ambrožič, Turk, 1994).

Glede na metodo reševanja z normalnimi enačbami ima metoda SVD določene prednosti in slabosti. Razcep SVD je univerzalna metoda, ki jo lahko uporabimo za vse vrste geodetskih mrež. Rešitev je neodvisna od ranga matrike (Savšek-Safić, 2002). Pri izravnavi z razcepom SVD ne potrebujemo nobenega dodatnega dela. Omogoča hitro odkrivanje napak v meritvah, ki jih nakazujejo izredno veliki popravki po izravnavi. Slaba stran metode SVD pa je, da zahteva več računskega časa in bistveno več računalniškega pomnilnika za shranjevanje matrik \mathbf{B} , $\overline{\mathbf{U}}$, \mathbf{V} ter $\overline{\mathbf{W}}$ (Ambrožič, Turk, 1994).

3.2.3 Definiranje geodetskega datuma z minimalnim številom zunanjih opazovanj

Geodetski datum mora biti definiran tako, da datumski parametri ne vplivajo na notranjo geometrijo oziroma relativne koordinate točk matematičnega modela. To pomeni, da moramo definirati toliko datumskih parametrov, kolikor jih potrebujemo za enolično določitev lege, orientacije in merila matematičnega modela v izbranem koordinatnem sistemu oziroma toliko, kolikor je defekt datuma. Tak način definiranja geodetskega datuma zato imenujemo definiranje geodetskega datuma z minimalnim številom vezi oziroma zunanjih opazovanj (Marjetič, Stopar, 2007).

Geodetski datum definiramo z vzpostavitvijo vezi, ki jih morajo izpolniti zunanja opazovanja. V 2D-prostoru moramo za definiranje štirih datumskih parametrov zapisati štiri vezne enačbe, s katerimi bomo zagotovili:

- da se točka po izravnavi ne bo premaknila,
- da bo smer med dvema točkama ostala nespremenjena,
- da se dolžina med dvema točkama ne bo spremenila.

V nadaljevanju sledijo vezne enačbe za primer, ko je dana točka $T_1(y_1, x_1)$, orientacija matematičnega modela je dana s smernim kotom na točki $T_1(y_1, x_1)$ proti točki $T_2(y_2, x_2)$, merilo pa je dano z razdaljo med točko $T_1(y_1, x_1)$ in točko $T_2(y_2, x_2)$.

Vezni enačbi, ki zagotavljata, da ni premika točke T_1 , sta oblike:

$$\delta y_1 = 0, \delta x_1 = 0. \quad (59), (60)$$

Vezna enačba, ki zagotavlja, da ni spremembe smeri med točko T_1 in točko T_2 , je:

$$v_{v_1^2} = \mathbf{b}_{v_1^2}^T \delta \mathbf{p}_{12} = 0. \quad (61)$$

Vezna enačba, ki zagotavlja, da ni spremembe dolžine med točko T_1 in točko T_2 , je:

$$v_{s_{12}} = \mathbf{b}_{s_{12}}^T \delta \mathbf{p}_{12} = 0. \quad (62)$$

Za enačbe (59) – (62) velja:

$$\mathbf{b}_{v_1^2}^T = [-b_1 \quad -b_2 \quad b_1 \quad b_2] = \left[\frac{\Delta x_{12}^0}{(s_{12}^0)^2} \quad -\frac{\Delta y_{12}^0}{(s_{12}^0)^2} \quad -\frac{\Delta x_{12}^0}{(s_{12}^0)^2} \quad \frac{\Delta y_{12}^0}{(s_{12}^0)^2} \right],$$

$$\mathbf{b}_{s_{12}}^T = [-f_1 \quad -f_2 \quad f_1 \quad f_2] = \left[\frac{\Delta y_{12}^0}{s_{12}^0} \quad \frac{\Delta x_{12}^0}{s_{12}^0} \quad -\frac{\Delta y_{12}^0}{s_{12}^0} \quad -\frac{\Delta x_{12}^0}{s_{12}^0} \right],$$

$$\delta \mathbf{p}_{12} = [\delta y_1 \quad \delta x_1 \quad \delta y_2 \quad \delta x_2]^T,$$

$$\Delta y_{12}^0 = y_2^0 - y_1^0, \Delta x_{12}^0 = x_2^0 - x_1^0,$$

$$s_{12}^0 = \sqrt{(\Delta y_{12}^0)^2 + (\Delta x_{12}^0)^2}.$$

Ob upoštevanju enačb (59) – (62) lahko zaključimo, da nimamo veznih enačb oblike (40).

Enačbe (59) – (62) so povzete po Marjetič, Stopar, 2007.

Definiranje geodetskega datuma z minimalnim številom zunanjih opazovanj v 2D- prostoru, kjer imamo merjene dolžine, lahko izvedemo tudi tako, da privzamemo koordinati ene točke in eno koordinato druge točke kot dane in na ta način zagotovimo datumske parametre. Te koordinate v postopku izravnave ne dobijo popravkov, standardne deviacije koordinat pa so enake nič. Defekt

mreže je v tem primeru enak nič in matrika koeficientov normalnih enačb je regularna. Tako lahko rešitev izravnave izračunamo z običajnimi matričnimi operacijami.

3.2.4 Definiranje geodetskega datuma z dvema točkama ali več – predoločen datum

Geodetski datum mreže določimo tako, da privzamemo koordinati dveh ali več točk kot dane. Vrednosti teh koordinat ostanejo po izravnavi nespremenjene. Definiranje datuma se izvede tako, da se iz matrike **B** izbrišejo kolone, ki se nanašajo na koordinate točk, ki bodo definirale geodetski datum mreže. S tem odpravimo defekt datuma, matrika **B** in s tem tudi matrika normalnih enačb **N** postane regularna. Izravnavo izvedemo z običajnimi matričnimi operacijami po metodi najmanjših kvadratov brez dodatnih vezi med neznankami. V primeru, ko imamo v mreži dano večje število količin, ki zagotavljajo geodetski datum, kot bi jih glede na tip opazovanj in razsežnost koordinatnega sistema potrebovali, je datum predoločen. Kot je že bilo omenjeno, v tem primeru z danimi količinami posegamo v notranjo geometrijo mreže, česar pa ne želimo.

3.3 Transformacija S

Iz različnih razlogov se lahko zgodi, da se točke, ki definirajo geodetski datum v prvi in ponovljenih izmerah mreže, premaknejo ali uničijo. Pride do spremembe geodetskega datuma mreže in zato ne moremo primerjati rezultatov terminskih izravnav. Težavo rešimo z uporabo transformacije S, ki je podobnostna linearna transformacija. Omogoča, da rezultate izravnave ob izbranem geodetskem datumu transformiramo v nek drug geodetski datum. Ta tip transformacije lahko uporabimo zaradi dejstva, da se različni koordinatni sistemi med seboj le malo razlikujejo oziroma so med seboj diferencialno podobni. Pri transformaciji se ohranja oblika mreže (Marjetič, Stopar, 2007).

V nalogi smo za definiranje geodetskega datuma uporabili transformacijo S, s katero smo rezultate proste mreže transformirali na izbran geodetski datum.

Transformacijsko matriko S_i dobimo z enačbo:

$$S_i = I - H(H^T E_i H)^{-1} H^T E_i, \quad (63)$$

kjer je:

S_i ... matrika transformacije S velikosti $2m \times 2m$ (singularna, kvadratna, idempotentna, z defektom ranga d , enakem defektu datuma geodetske mreže),

\mathbf{E}_i ... matrika velikosti $2m \times 2m$, katere izvendiagonalni elementi so enaki 0, na diagonalni pa so vrednosti 1 samo na tistih mestih, ki pripadajo posamezni koordinatni komponenti, ki predstavlja dano količino za definiranje geodetskega datuma i ,

\mathbf{H} ... datumska matrika,

m ... število točk v geodetski mreži.

Enačba za transformacijo rešitve za vektor neznank $\mathbf{\Delta}$ iz enega v drugi enolično določen datum je dana z izrazom:

$$\mathbf{\Delta}_i = \mathbf{S}_i \mathbf{\Delta}_j, \quad (64)$$

kjer je:

$\mathbf{\Delta}_i$... vektor neznank oz. popravkov približnih vrednosti koordinatnih neznank v datumu i ,

\mathbf{S}_i ... matrika transformacije S , ki projicira poljubno rešitev v rešitev v datumu i ,

$\mathbf{\Delta}_j$... vektor neznank oz. popravkov približnih vrednosti koordinatnih neznank v datumu j .

Zanima nas tudi ocena natančnosti transformiranih koordinat. Z upoštevanjem zakona o prenosu varianc in kovarianc lahko matriko kofaktorjev in pripadajočo kovariančno matriko za transformirane neznanke zapišemo:

$$\mathbf{Q}_{\Delta_i \Delta_i} = \mathbf{S}_i \mathbf{Q}_{\Delta_j \Delta_j} \mathbf{S}_i^T \quad \text{in} \quad \mathbf{\Sigma}_{\Delta_i \Delta_i} = \mathbf{S}_i \mathbf{\Sigma}_{\Delta_j \Delta_j} \mathbf{S}_i^T. \quad (65)$$

V primeru enolično določenega geodetskega datuma so rezultati za ocenjene vrednosti koordinatnih neznank enaki, če se izvede transformacija S rezultatov izravnave proste mreže na izbran geodetski datum ali če se izravnavajo opazovanja po MNK v istem datumu. Torej se v primeru enolično določenega geodetskega datuma lahko s pomočjo transformacije S prehaja med različnimi rešitvami izravnave po MNK v različno izbranih geodetskih datumih. Pri predoločenem geodetskem datumu pa rezultati transformacije S niso več identični s tistimi, ki jih izračunamo kot rezultat izravnave po MNK. V tem primeru se pri transformaciji S pridobi za vektor neznank tako rešitev, ki minimizira drugo normo za vektor neznank, ki pripada koordinatnim komponentam danih točk: $\|\mathbf{\Delta}_k\|_2 = \mathbf{\Delta}_k^T \mathbf{\Delta}_k = \min.$, kjer je k – število danih količin. Torej vektor $\mathbf{\Delta}$ vsebuje tudi popravke za koordinate, ki se obravnavajo kot dane, medtem ko pri izravnavi po MNK pridobijo popravke samo točke, ki se obravnavajo kot nove. V primeru predoločenega datuma transformacija S ni več linearna (Marjetič, Stopar, 2007).

Z uporabo ustrezno določenih matrik transformacije S obstaja, poleg opisanega prehoda iz rezultatov izravnave proste mreže v nek drug izbran geodetski datum, povezljivost tudi med različnimi geodetskimi datumi.

3.4 Ocena kakovosti geodetske mreže posamezne terminske izmere

Ocena kakovosti geodetske mreže zajema (Savšek et al., 2010):

- analizo natančnosti,
- zanesljivosti in
- občutljivosti.

Za ocenjevanje kakovosti mreže se najpogosteje uporabljajo merila natančnosti. Celotna informacija o natančnosti ocenjenih položajev točk je zbrana v kovariančni matriki ocenjenih neznank $\Sigma_{\Delta\Delta}$, ki jo izračunamo z rešitvijo stohastičnega modela izravnave po MNK. V splošnem ločimo dve skupini meril natančnosti (Kogoj, Stopar, 2009):

- merila globalne natančnosti geodetske mreže in
- merila lokalne natančnosti geodetske mreže.

Med globalnimi merili, ki se nanašajo na celotno geodetsko mrežo, se običajno uporabljajo naslednje:

- standardni odklon enote uteži $\hat{\sigma}_0$,
- standardni odklon smeri $\hat{\sigma}_S$ (določen z a posteriori metodo ocene uteži po Ebnerju),
- standardni odklon dolžin $\hat{\sigma}_D$ (določen z a posteriori metodo ocene uteži po Ebnerju),
- srednji položajni pogrešek $\sigma_{P_{SR}}$.

Srednji položajni pogrešek izračunamo po enačbi:

$$\sigma_{P_{SR}} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \sqrt{\sigma_{x_i}^2 + \sigma_{y_i}^2}, \quad (66)$$

kjer je:

σ_{x_i} ... standardna deviacija izravnane koordinate v smeri osi x ,

σ_{y_i} ... standardna deviacija izravnane koordinate v smeri osi y ,

m ... število točk.

Poleg teh meril obstajajo še druga merila, ki so podana v obliki skalarnih funkcij elementov kovariančne matrike. Takšna merila so: norma, sled, determinanta, največja lastna vrednost

kovariančne matrike, srednja varianca, generalizirana varianca, merilo homogenosti mreže. Vsa omenjena merila so odvisna od geodetskega datuma mreže (Kogoj, Stopar, 2009).

Lokalna merila natančnosti se nanašajo na posamezne točke (neznanke) ali skupine točk (neznank) v mreži. Najpogosteje uporabljena merila so: natančnost posamezne koordinate, natančnost položaja točke ali skupine točk in standardne elipse pogreškov. Tudi lokalna merila natančnosti izračunamo iz kovariančne matrike $\Sigma_{\Delta\Delta}$. Standardne deviacije koordinat točke (σ_y, σ_x) so definirane kot pozitivni kvadratni koreni diagonalnih elementov matrike $\Sigma_{\Delta\Delta}$.

Natančnost položaja točke v dvodimenzionalnem prostoru je dana z (Kogoj, Stopar, 2009):

$$\sigma_P = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_x^2}. \quad (67)$$

Elemente standardne elipse pogreškov, velika polos a , mala polos b in smerni kot velike polosi θ , izračunamo po naslednjih enačbah (Ambrožič, Turk, 2000):

$$a^2 = \frac{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2}}{2}, \quad (68)$$

$$b^2 = \frac{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sqrt{(\sigma_x^2 - \sigma_y^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2}}{2}, \quad (69)$$

$$\tan 2\theta = \frac{2\sigma_{xy}}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}, \quad (70)$$

kjer je:

σ_x ... standardna deviacija izravnane koordinate v smeri osi x ,

σ_y ... standardna deviacija izravnane koordinate v smeri osi y ,

σ_{xy} ... kovarianca.

Standardna elipsa pogreškov predstavlja območje zaupanja, v katerem se nahaja pravi položaj točke z verjetnostjo 39,4 %. Pogosto se uporablja tudi 95-odstotno elipso pogreškov, kjer je verjetnost nahajanja izravnane točke znotraj elipse enaka 95 % (Ambrožič, Turk, 2000).

Natančnost ocenjenega položaja, standardne deviacije, elipse pogreškov je smiselno podajati samo ob podajanju datuma mreže, saj so merila datumsko odvisna. Ob običajnem definiranju datuma mreže z izbiro določenega števila točk kot danih, dane količine dobijo varianco enako nič, merila natančnosti

vseh drugih točk v mreži pa naraščajo z oddaljevanjem od težišča datumskih točk (Kogoj, Stopar, 2009).

Globalno zanesljivost vrednotimo z globalnim testom modela, s katerim ugotavljamo skladnost referenčne variance a posteriori $\hat{\sigma}_0^2$, ki jo dobimo z rešitvijo stohastičnega modela izravnave po MNK, z referenčno varianco a priori σ_0^2 . Z njim potrdimo ali ovržemo prisotnost grobo pogrešenih opazovanj v mreži ter ustreznost a priori ocenjene natančnosti opravljenih meritev. Če globalni test modela zavrne, je za ugotavljanje prisotnosti grobo pogrešenih opazovanj in njihovo lociranje predlaganih več postopkov. V primeru zanesljivo poznane a priori referenčne variance je najprimernejša Baardova metoda (angl. Data Snooping). Če a priori referenčna varianca ni zanesljivo znana, uporabimo Popeovo metodo (angl. Data Screening). Lahko pa grobe pogreške v opazovanjih odkrijemo tudi s t.i. dansko metodo, ki edina ne temelji ne na matematični statistiki, ne na predpostavkah (Savšek et al., 2010). Odkrivanju in izločanju grobo pogrešenih opazovanj moramo nameniti veliko pozornost, saj neodkriti grobi pogreški vplivajo na oceno neznanek in posredno na oceno premikov.

Občutljivost se nanaša na vpliv neodkritih grobih pogreškov v opazovanjih na ocenjene vrednosti neznanek. Mera za občutljivost opazovanja je število nadštevilnosti r_i (diagonalni element t.i. matrike nadštevilnosti \mathbf{R}). Vrednost r_i je odvisna od geometrije mreže, tipa opazovanj in predvidene natančnosti opazovanj ter neodvisna od datuma mreže. Števila nadštevilnosti zato lahko izračunamo pred terensko izmero, že v fazi načrtovanja mreže in s tem odkrijemo predele nizke občutljivosti v mreži. Mreže za ugotavljanje premikov in deformacij so praviloma slabše občutljive, kar izhaja iz omejitev pri projektiranju mreže v smislu geometrije (Stopar, 2010/2011, Savšek et al., 2010).

Število nadštevilnosti zavzema vrednosti med 0 in 1. Opazovanje z večjim številom nadštevilnosti ima večji vpliv na neznanke v mreži, zato je pri takšnem opazovanju tudi lažje odkriti grobi pogrešek. Globalna mera občutljivosti mreže je povprečno število nadštevilnosti opazovanj (Stopar, 2010/2011):

$$\bar{r} = \frac{r}{n}, \quad (71)$$

kjer je:

r ... vsota števil nadštevilnosti vseh opazovanj v mreži in predstavlja število nadštevilnih opazovanj,

n ... število vseh opazovanj v mreži.

4 UGOTAVLJANJE HORIZONTALNIH PREMİKOV TOČK MED TERMINSKIMI IZMERAMI V GEODETSKI MREŽI

Izravnavi in analizi kakovosti rezultatov posamezne terminske izmere sledi izračun premikov točk in natančnosti ocene premikov. V nadaljevanju bo opisan enostavni postopek testiranja premikov točk kot vmesna faza med izravnavo in podrobno deformacijsko analizo. Ocena razlike položajev točk med dvema terminskima izmerama daje popolnoma zadovoljive informacije o premikih za mnoge inženirske naloge. To velja v primeru zadostnega števila stabilnih točk ali če so premiki nekajkrat večji od natančnosti premika. Pri zahtevnejših inženirskih delih pa je potrebna podrobna deformacijska analiza po eni izmed znanih metod (Savšek-Safić et al., 2003).

4.1 Izračun premikov točk in ocena natančnosti premikov

Osnova za ugotavljanje stabilnosti zgrajenega objekta ali naravnega dela zemeljskega površja je določitev spremembe položajev točk objekta. Premike točk v geodetski mreži ugotavljamo na podlagi primerjave koordinat identičnih točk v dveh terminskih izmerah. Poleg koordinat točk pa moramo za določitev natančnosti ocene premikov točk poznati tudi kovariančno matriko koordinat točk za posamezno terminsko izmero. Kadar so ocenjeni premiki nekajkrat večji od natančnosti le-teh, lahko iz razlike položajev točk sklepamo na verjetne premike (Savšek-Safić et al., 2003).

Naj bo $T_t(y_t, x_t)$ položaj točke T v času t in Σ_t pripadajoča kovariančna matrika ter $T_{t+\Delta t}(y_{t+\Delta t}, x_{t+\Delta t})$ položaj točke T v času $t + \Delta t$ in $\Sigma_{t+\Delta t}$ pripadajoča kovariančna matrika.

Kovariančni matriki sta oblike:

$$\Sigma_t = \begin{bmatrix} \sigma_{y_t}^2 & \sigma_{y_t x_t} \\ \sigma_{y_t x_t} & \sigma_{x_t}^2 \end{bmatrix} \quad \text{in} \quad \Sigma_{t+\Delta t} = \begin{bmatrix} \sigma_{y_{t+\Delta t}}^2 & \sigma_{y_{t+\Delta t} x_{t+\Delta t}} \\ \sigma_{y_{t+\Delta t} x_{t+\Delta t}} & \sigma_{x_{t+\Delta t}}^2 \end{bmatrix}. \quad (72) \text{ in } (73)$$

Ob predpostavki, da so koordinate v času t nekorelirane s koordinatami v času $t + \Delta t$, lahko kovariančno matriko koordinat točke T v dveh časovno neodvisnih izmerah zapišemo:

$$\Sigma_{T_t T_{t+\Delta t}} = \begin{bmatrix} \sigma_{y_t}^2 & \sigma_{y_t x_t} & 0 & 0 \\ \sigma_{y_t x_t} & \sigma_{x_t}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{y_{t+\Delta t}}^2 & \sigma_{y_{t+\Delta t} x_{t+\Delta t}} \\ 0 & 0 & \sigma_{y_{t+\Delta t} x_{t+\Delta t}} & \sigma_{x_{t+\Delta t}}^2 \end{bmatrix}. \quad (74)$$

Premik točke T v ravnini med dvema terminskima izmerama izračunamo po enačbi:

$$d = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2} = \sqrt{(y_{t+\Delta t} - y_t)^2 + (x_{t+\Delta t} - x_t)^2}. \quad (75)$$

Z upoštevanjem zakona o prenosu varianc in kovarianc, varianco premika d zapišemo:

$$\sigma_d^2 = \mathbf{J}_d \boldsymbol{\Sigma}_{T_t T_{t+\Delta t}} \mathbf{J}_d^T, \quad (76)$$

kjer je Jacobijeva matrika \mathbf{J}_d enaka:

$$\mathbf{J}_d = \begin{bmatrix} \frac{\partial d}{\partial y_t} & \frac{\partial d}{\partial x_t} & \frac{\partial d}{\partial y_{t+\Delta t}} & \frac{\partial d}{\partial x_{t+\Delta t}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{\Delta y}{d} & -\frac{\Delta x}{d} & \frac{\Delta y}{d} & \frac{\Delta x}{d} \end{bmatrix}. \quad (77)$$

Če enačbi (74) in (77) vstavimo v enačbo (76), lahko izraz za varianco premika točke T zapišemo tudi kot:

$$\sigma_d^2 = \left(\frac{\Delta y}{d}\right)^2 (\sigma_{y_t}^2 + \sigma_{y_{t+\Delta t}}^2) + 2 \frac{\Delta y \Delta x}{d^2} (\sigma_{y_t x_t} + \sigma_{y_{t+\Delta t} x_{t+\Delta t}}) + \left(\frac{\Delta x}{d}\right)^2 (\sigma_{x_t}^2 + \sigma_{x_{t+\Delta t}}^2). \quad (78)$$

Enačbe (72) – (78) so povzete po Savšek-Safić et al., 2003.

4.2 Določitev porazdelitvene funkcije testne statistike

Po izravnavi najmanj dveh terminskih izmer lahko izračunamo premik točke d po enačbi (75) ter standardno deviacijo premika σ_d po enačbi (78). Ti dve količini lahko izračunamo pred podrobno deformacijsko analizo, zato ju je smiselno uporabiti v statističnem testu.

Izračunamo testno statistiko:

$$T = \frac{d}{\sigma_d}. \quad (79)$$

To statistiko nato primerjamo z izračunano kritično vrednostjo glede na izbrano stopnjo značilnosti testa α . Premike točk je mogoče z zadostno verjetnostjo odkriti šele tedaj, ko so premiki statistično značilno večji od natančnosti določitve premikov (Savšek-Safić et al., 2003).

Ob predpostavki, da so pogreški opazovanj normalno porazdeljeni, sta tudi Δy in Δx normalno porazdeljeni, saj ju izračunamo kot razliko dveh normalno porazdeljenih slučajnih spremenljivk. Premik točke d pa je nelinearna funkcija Δy in Δx , zato je težavno analitično določiti obliko in tip

porazdelitvene funkcije. Porazdelitveno funkcijo za testno statistiko za posamezno točko zato določimo s simulacijami (Savšek-Safić et al., 2003).

Variančno kovariančno matriko koordinatnih razlik zapišemo:

$$\mathbf{\Sigma}_{\Delta y \Delta x} = \begin{bmatrix} \sigma_{\Delta y}^2 & \sigma_{\Delta y \Delta x} \\ \sigma_{\Delta y \Delta x} & \sigma_{\Delta x}^2 \end{bmatrix}, \quad (80)$$

kjer so vrednosti standardnih deviacij in kovarianc izračunane po enačbah:

$$\sigma_{\Delta y} = \sqrt{\sigma_{y_t}^2 + \sigma_{y_{t+\Delta t}}^2}, \quad (81)$$

$$\sigma_{\Delta x} = \sqrt{\sigma_{x_t}^2 + \sigma_{x_{t+\Delta t}}^2}, \quad (82)$$

$$\sigma_{\Delta y \Delta x} = \sigma_{y_t x_t} + \sigma_{y_{t+\Delta t} x_{t+\Delta t}}. \quad (83)$$

Najprej generiramo vzorec neodvisnih normalno porazdeljenih slučajnih spremenljivk in nato z uporabo linearne transformacije dobimo vzorec odvisnih slučajnih spremenljivk.

Za generiranje vzorca normalno porazdeljene slučajne spremenljivke uporabimo metodo Box in Müller. Naj bosta u_{1i} in u_{2i} , $i = 1, \dots, n$ dva vzorca slučajnih spremenljivk U_1 in U_2 , ki sta neodvisni in enakomerno porazdeljeni na intervalu $(0,1)$, in n število simulacij. Vzorec dveh neodvisnih normalno porazdeljenih slučajnih spremenljivk z_1 in z_2 izračunamo:

$$\mathbf{z}_i = \begin{bmatrix} z_{1i} \\ z_{2i} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{-2 \ln u_{1i}} \sin(2\pi u_{2i}) \\ \sqrt{-2 \ln u_{1i}} \cos(2\pi u_{2i}) \end{bmatrix}, i = 1, \dots, n. \quad (84)$$

Z algoritmom Cholesky razstavimo variančno kovariančno matriko koordinatnih razlik, tako da velja:

$$\mathbf{\Sigma}_{\Delta y \Delta x} = \mathbf{U}^T \mathbf{U}. \quad (85)$$

Matrika \mathbf{U} je oblike:

$$\mathbf{U} = \begin{bmatrix} \sigma_{\Delta y} & \frac{\sigma_{\Delta y \Delta x}}{\sigma_{\Delta y}} \\ 0 & \sigma_{\Delta x} \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{\Delta y \Delta x}}{\sigma_{\Delta y} \sigma_{\Delta x}} \right)^2} \end{bmatrix}. \quad (86)$$

Z uporabo linearne transformacije transformiramo vzorec neodvisnih normalno porazdeljenih slučajnih spremenljivk v vzorec odvisnih slučajnih spremenljivk:

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{U}^T \mathbf{z}_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (87)$$

Vzorec koordinatnih razlik generiramo po enačbah:

$$\Delta y_i = z_{1i} \sigma_{\Delta y}, \quad (88)$$

$$\Delta x_i = z_{1i} \frac{\sigma_{\Delta y \Delta x}}{\sigma_{\Delta y}} + z_{2i} \sigma_{\Delta x} \sqrt{1 - \left(\frac{\sigma_{\Delta y \Delta x}}{\sigma_{\Delta y} \sigma_{\Delta x}} \right)^2}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (89)$$

kjer predpostavimo, da je pričakovana vrednost koordinatnih razlik enaka nič.

Enačbe (80) – (89) so povzete po Savšek-Safić et al., 2006.

Standardne deviacije koordinat točk v posamezni termiski izmeri so za različne točke različne. Zato se spreminja tudi porazdelitvena funkcija testne statistike (79) za vsako točko v posamezni termiski izmeri. S simuliranimi normalno porazdeljenimi slučajnimi spremenljivkami (88) in (89) lahko izračunamo d po enačbi (75) in σ_d po enačbi (78). S simulacijo v n ponovitvah določimo porazdelitveno funkcijo testne statistike (79) za posamezno točko in pripadajočo kritično vrednost glede na izbrano stopnjo značilnosti testa α .

Testno statistiko testiramo glede na postavljeno ničelno in alternativno hipotezo:

$H_0: d = 0$; točka miruje in

$H_a: d \neq 0$; točka se je premaknila.

Testno statistiko primerjamo glede na kritično vrednost, ki jo izračunamo na podlagi simulirane porazdelitvene funkcije. V primeru, da je vrednost testne statistike manjša od kritične vrednosti ob izbrani stopnji značilnosti testa α , je tveganje za zavrnitev ničelne hipoteze preveliko, zato zaključimo, da premik točke ni statistično značilen. Če je testna statistika večja od kritične vrednosti, je tveganje za zavrnitev ničelne hipoteze manjše od izbrane stopnje značilnosti testa α . Tako lahko upravičeno zavrnemo ničelno hipotezo in potrdimo, da je obravnavani premik statistično značilen. Za lažjo odločitev lahko izračunamo dejansko tveganje za zavrnitev ničelne hipoteze. Dejansko tveganje α_T izračunamo iz simulirane porazdelitvene funkcije pri izračunani vrednosti testne statistike. Dejansko tveganje za zavrnitev ničelne hipoteze primerjamo s stopnjo značilnosti testa α . Obravnavamo dva primera:

$\alpha_T < \alpha$: zavrnilno ničelno hipotezo; premik točke je statistično značilen ali

$\alpha_T > \alpha$: ne zavrnilno ničelne hipoteze; premik točke ni statistično značilen.

Glede na dejansko tveganje in posledice, ki jih lahko povzroči napačna odločitev, se uporabnik odloči, ali je tveganje zanj še sprejemljivo ali ne. Za pravilno oceno premika je pomembno, da je kritična vrednost določena glede na dejansko porazdelitveno funkcijo testne statistike pri izbrani stopnji značilnosti testa. S tem natančneje določimo faktor, ki se v praksi pogosto uporablja le približno, npr. $3\sigma_d$. Z opisanim enostavnim postopkom testiranja premikov točk dobimo prvo oceno dogajanja v obravnavani geodetski mreži (Savšek-Safić et al., 2003).

V nalogi smo za ugotavljanje horizontalnih premikov točk uporabili program Premik ver. 2.0, ki deluje po zgoraj opisanem postopku. Sestavili smo vhodno datoteko *.PRE. Datoteke *.KOO, ki vsebujejo podatke o izravnanih koordinatah in pripadajočih elementih kovariančne matrike, smo dobili z izravnavo s programom Gem3. Odločili smo se za stopnjo značilnosti testa $\alpha = 5\%$. Število iteracij za izračun porazdelitvene funkcije smo nastavili na 9999, za začetno vrednost za generator slučajnih spremenljivk pa smo izbrali 0,5. Program rezultate zapiše v izhodno datoteko *.SEZ. Ta vsebuje podatke o koordinatnih razlikah posameznih točk med terminskima izmerama, premikih in smernih kotih premikov, natančnosti ocene premikov, vrednostih testne statistike, kritičnih vrednostih testne statistike pri izbrani stopnji značilnosti testa, o dejanskem tveganju pri izračunani vrednosti testne statistike. Kjer so premiki trikrat večji od njihove natančnosti, program označi značilen premik.

5 IZRAČUN PREMIKOV V ODVISNOSTI OD IZBRANEGA GEODETSKEGA DATUMA

Pri ugotavljanju premikov je zelo pomembno, da pravilno izberemo geodetski datum mreže. Ta mora biti določen z referenčnimi točkami, ki so stabilne skozi celotno obdobje spremljanja stabilnosti obravnavanega objekta. V nasprotnem primeru pride do spremembe datumskih parametrov geodetske mreže med terminskimi izmerami in le-te med seboj niso več primerljive. Posledično ugotovljeni premiki med izmerami ne ustrezajo dejanskim premikom. Stabilne točke geodetske mreže določi geodet skupaj z geologom in gradbenikom.

Leta 2004 je bilo pridobljeno geološko mnenje o stabilnosti posameznih betonskih stebrov v položajni geodetski mreži HE Formin. Na podlagi tega mnenja je bil v mreži določen nov geodetski datum, ki ga od takrat naprej določajo tri dane domnevno stabilne točke O4, O5 in O6, locirane izven vplivnega območja hidroelektrarne. Po mnenju geologa so ti opazovalni stebri postavljeni na uravnoteženo in stabilizirano geogeno podlago, kar zagotavlja stabilnost teh točk. V nalogi na podlagi opravljenih geodetskih meritev v letih 2008 do 2012 preverjamo stabilnost teh točk in s tem ustreznost izbire teh točk za določitev geodetskega datuma.

Podatke opravljenih meritev, ki so že predhodno obdelani, smo prevzeli od UL FGG, Katedre za geodezijo, ki izvaja kontrolne meritve na HE Formin od leta 1978. Ti podatki so zapisani v digitalni obliki v vhodnih datotekah *.POD programa za izravnavo položajnih geodetskih mrež Gem3. V postopku definiranja geodetskega datuma izberemo vse možnosti med točkami O4, O5 in O6. V odvisnosti od izbranega geodetskega datuma spremljamo premike na teh točkah in dogajanje na ostalih referenčnih točkah geodetske mreže. Posamezni izbrani geodetski datum uporabimo v vseh terminskih izmerah, s čimer dobimo kontinuiran vpogled v dogajanje v mreži.

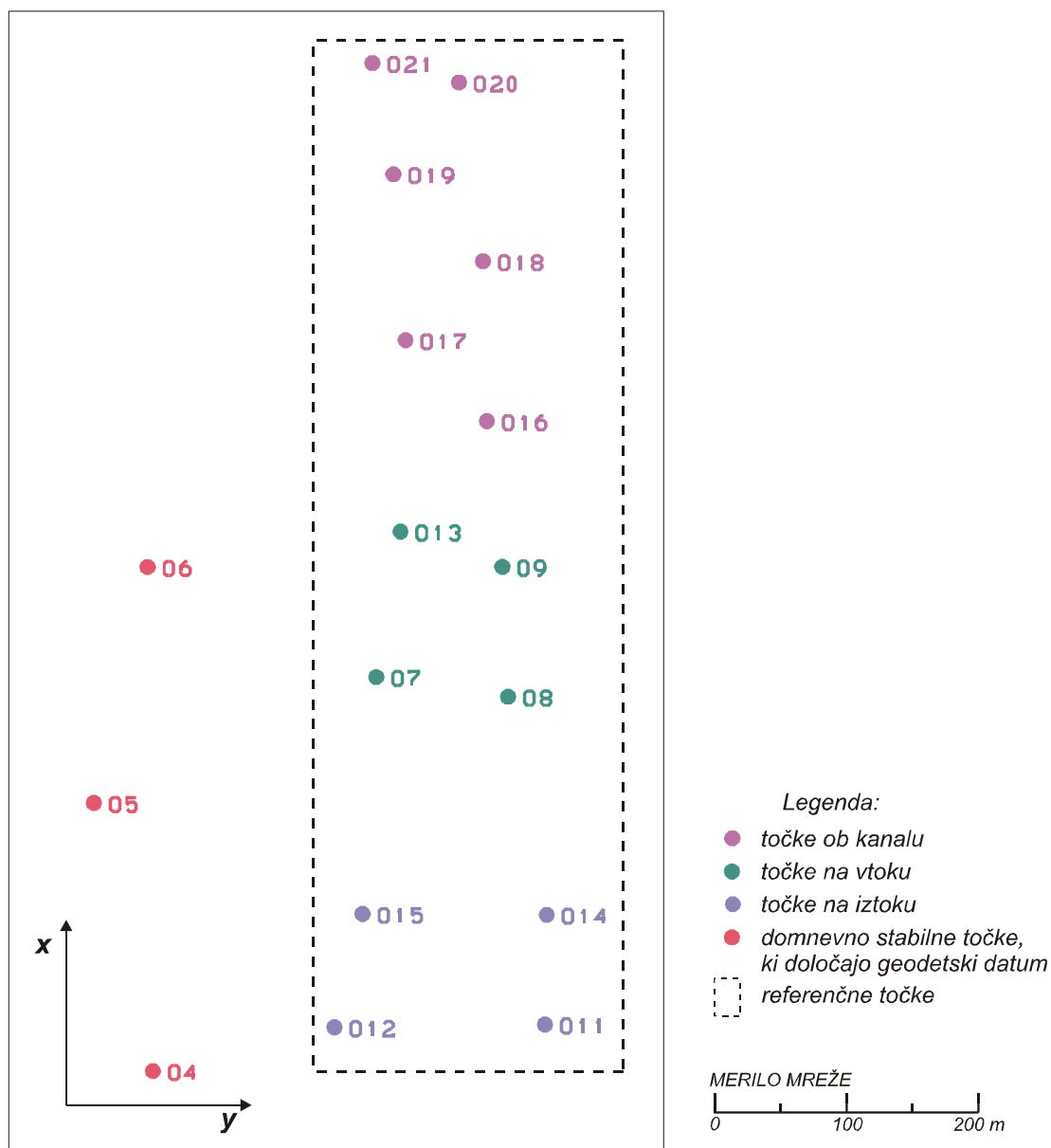
V preglednici 7 so podane približne koordinate domnevno stabilnih referenčnih točk, ki smo jih privzeli skupaj s podatki o meritvah. Z izravnavo smo ugotovili, da so popravki približnih vrednosti koordinat veliki. Prav tako smo pri izravnavi vpete mreže dobili velik popravek merjene dolžine med danima točkama. Razlog za to so lahko slabe približne koordinate danih točk ali dejanski premik danih točk. Zato smo približne koordinate vseh točk geodetske mreže določili ponovno. Nove približne koordinate smo določili z izravnavo proste mreže druge terminske izmere iz leta 2008. V tej izmeri so bila namreč opazovanja prvič opravljena z instrumentom Leica Geosystems TCRP 1201, ki omogoča avtomatsko prepoznavanje tarč in merjenje dolžin. S tem se je povečalo tudi število girusov opazovanih smeri na sedem. Nove približne koordinate točk so v preglednici 7.

Preglednica 7: Približne koordinate domnevno stabilnih referenčnih točk

Točka	Privzete koordinate		Nove koordinate	
	y [m]	x [m]	y [m]	x [m]
O4	841,0102	880,8773	841,0132	880,8740
O5	796,3006	1084,1168	796,3027	1084,1126
O6	836,9821	1263,0187	836,9823	1263,0200
O7	1010,2201	1179,5875	1010,2209	1179,5861
O8	1110,4827	1164,7063	1110,4763	1164,6992
O9	1105,9050	1263,2074	1105,9044	1263,2001
O11	1138,3529	916,1482	1138,3503	916,1489
O12	978,5568	914,0549	978,5585	914,0576
O13	1028,6807	1289,8533	1028,6851	1289,8447
O14	1139,6421	999,3529	1139,6404	999,3516
O15	999,9842	999,9993	999,9839	999,9995
O16	1094,3632	1373,7003	1094,3622	1373,6974
O17	1032,5145	1435,0696	1032,5145	1435,0768
O18	1091,1779	1494,8629	1091,1784	1494,8639
O19	1023,3148	1560,8568	1023,3141	1560,8644
O20	1072,9127	1630,4123	1072,9140	1630,4188
O21	1007,4854	1645,1486	1007,4847	1645,1574

Iz preglednice lahko razberemo, da se nove koordinate y domnevno stabilnih referenčnih točk glede na privzete razlikujejo od 0,0 pa do 6,4 mm. Koordinati y sta identični za točko O17. Največja razlika v koordinati y pa je pri točki O8. Pri osmih točkah je sprememba koordinate manjša od 1 mm. Sprememba koordinat x znaša od 0,2 do 8,8 mm. Najmanjša razlika je na referenčni točki O15, največjo razliko v smeri koordinatne osi x pa ima točka O21. Od sedemnajstih točk ima devet točk razliko v koordinati x večjo od 3 mm. Večje spremembe koordinat lahko torej opazimo v smeri koordinatne osi x.

Slika 5 prikazuje mrežo točk, ki je definirana v lokalnem koordinatnem sistemu na nivoju 200 m. Z barvami so označene posamezne skupine točk, ki tvorijo mrežo. V nalogi obravnavamo le točke, stabilizirane s stebri – referenčne točke in zato smo kontrolne točke izključili iz izravnave.



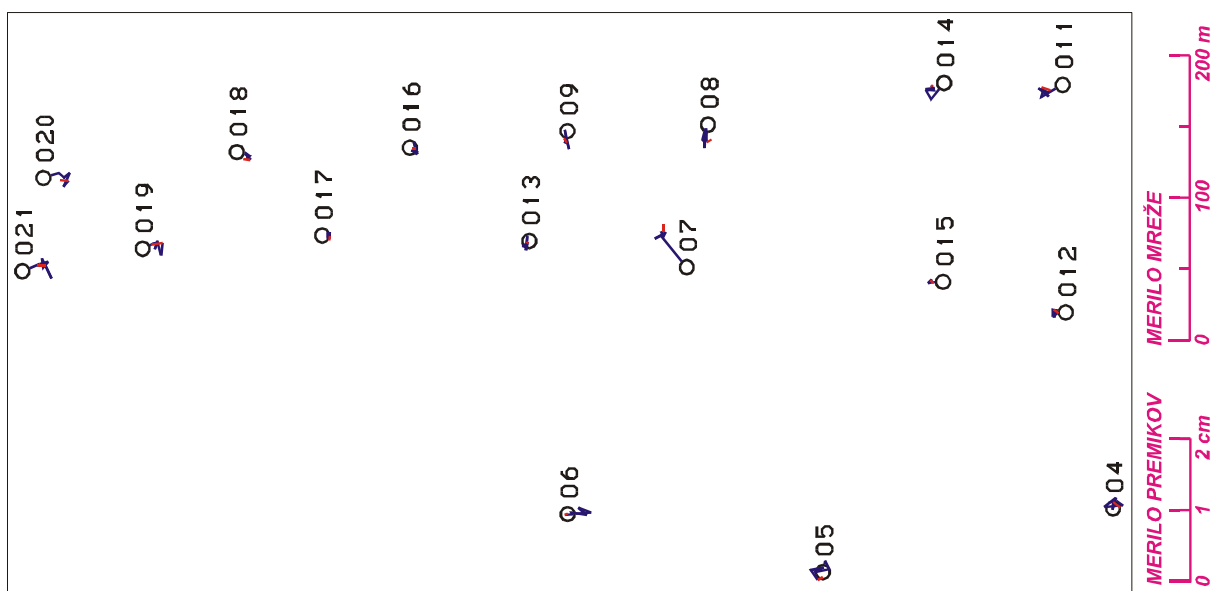
Slika 5: Mreža domnevno stabilnih referenčnih točk

V poglavjih 5.1 in 5.2 so v odvisnosti od izbranega geodetskega datuma grafično prikazani izračunani relativni premiki referenčnih točk med terminskimi izmerami v letih od 2008 do 2012. Premike smo izrisali v programu AutoCAD v merilu 1 : 1. Zaradi že omenjene poškodbe opazovalnega stebra O7, zaznani premiki ne ustrezajo dejanskim premikom referenčne točke, zato jih pri analizi ne obravnavamo.

5.1 Premiki, dobljeni iz rezultatov izravnave po MNK

5.1.1 Geodetski datum določajo vse točke

Mrežo izravnamo kot prosto. Za rešitev singularnega sistema normalnih enačb sestavimo datumsko matriko \mathbf{H}^T , kot je opisano v poglavju 3.2.1. S tem dobimo regularni sistem normalnih enačb in izvedemo izravnavo po metodi najmanjših kvadratov z običajnimi matričnimi operacijami, ki so navedene v poglavju 3.1 (enačbe (16) – (23)). Na osnovi rezultatov izravnave lahko ugotovimo horizontalne premike točk med terminskimi izmerami in izračunamo natančnosti premikov po enačbah, ki so navedene v poglavju 4. Premike točk, ko geodetski datum določajo vse točke, prikazuje slika 6.



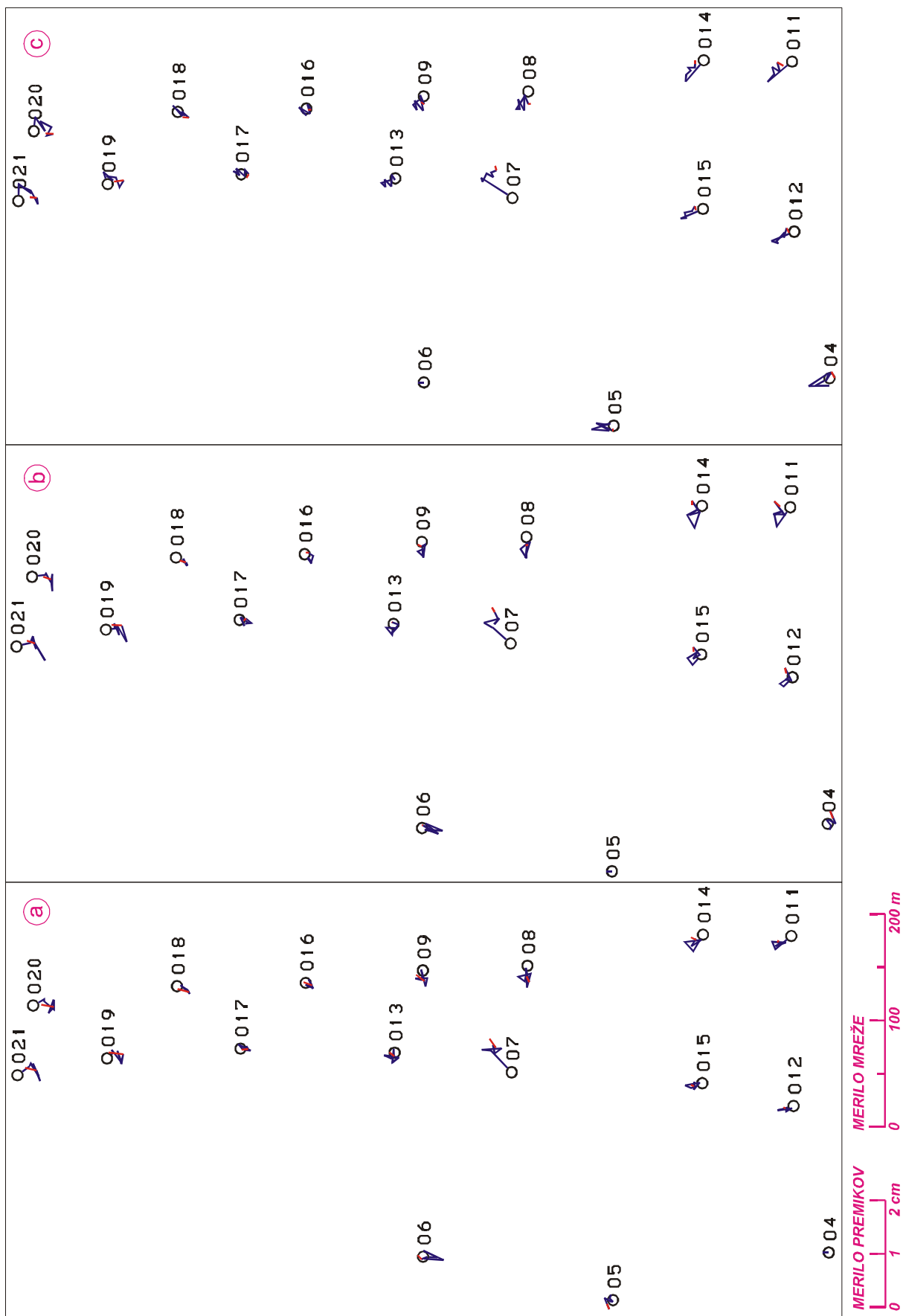
Slika 6: Premiki točk, ko geodetski datum določajo vse točke.

Na sliki 6 lahko vidimo, da so premiki domnevno stabilnih referenčnih točk, ki določajo geodetski datum, kakor tudi ostalih referenčnih točk, majhni.

Če mrežo izravnamo kot prosto, so dobljene količine neodvisne od geodetskega datuma in so zato ocenljive. V vseh obravnavanih terminskih izmerah so uporabljene identične približne koordinate referenčnih točk. Za izračun premikov točk geodetske mreže pa način določitve geodetskega datuma, kot ga zagotavlja prosta mreža, ni primeren, saj ne more zagotoviti smeri dejanskega premika točke in njegove natančnosti.

5.1.2 Geodetski datum, določen z eno dano točko

V postopku izravnave posameznih terminskih izmer geodetski datum določimo z eno dano točko, katere koordinati ostaneta po izravnavi nespremenjeni. Najprej za dano vzamemo točko O4. Ker na ta način geodetskega datuma ne definiramo v celoti, je matrika normalnih enačb singularna. Rešitev singularnega sistema enačb zato izračunamo z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov z razcepom po singularnih vrednostih, kot je opisano v poglavju 3.2.2. Dobljene rezultate (izravnane koordinate in pripadajoče elemente kovariančne matrike) uporabimo pri izračunu horizontalnih premikov točk med terminskimi izmerami (poglavje 4). Na enak način izračunamo tudi premike točk v primerih, ko geodetski datum definiramo s točko O5 oziroma O6. Premike točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko, prikazuje slika 7.



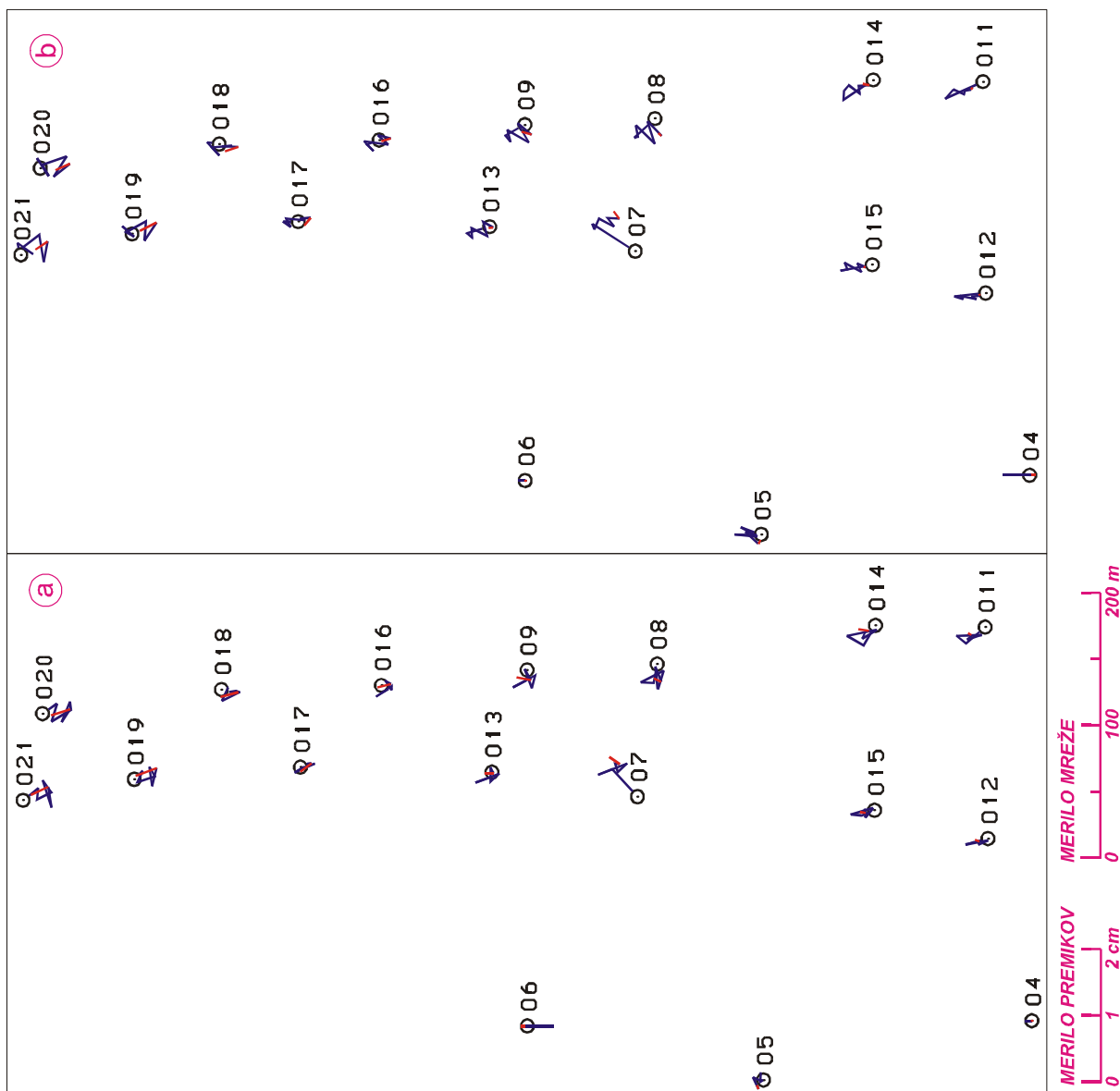
Slika 7: Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko: a) točka O4, b) točka O5, c) točka O6.

Na sliki 7a lahko vidimo, da so v primeru, ko geodetski datum določa dana točka O4, premiki na točki O5 majhni, na točki O6 pa nekoliko večji. Če je dana točka O5 (slika 7b), so premiki na točki O4 prav tako majhni in zopet večji na točki O6. Če primerjamo premike točke O6 na slikah 7a in 7b, opazimo, da imajo premiki enako smer, in sicer negativno smer osi x koordinatnega sistema. Ti premiki so podobni tudi po velikosti. V primeru, da geodetski datum določa točka O6 na sliki 7c, so premiki na točkah O4 in O5 večji in usmerjeni vzdolž osi x, a v nasprotni smeri, kot prej omenjeni premiki točke O6. Na ostalih referenčnih točkah so premiki na vseh treh primerih slike 7 zelo podobni, kar pripisujemo majhnim premikom na danih točkah. Na osnovi teh ugotovitev lahko predvidevamo, da največji premik izkazuje točka O6.

Cilj določitve geodetskega datuma je, da ta ni poddoločen, zato ta primer nima praktičnega pomena.

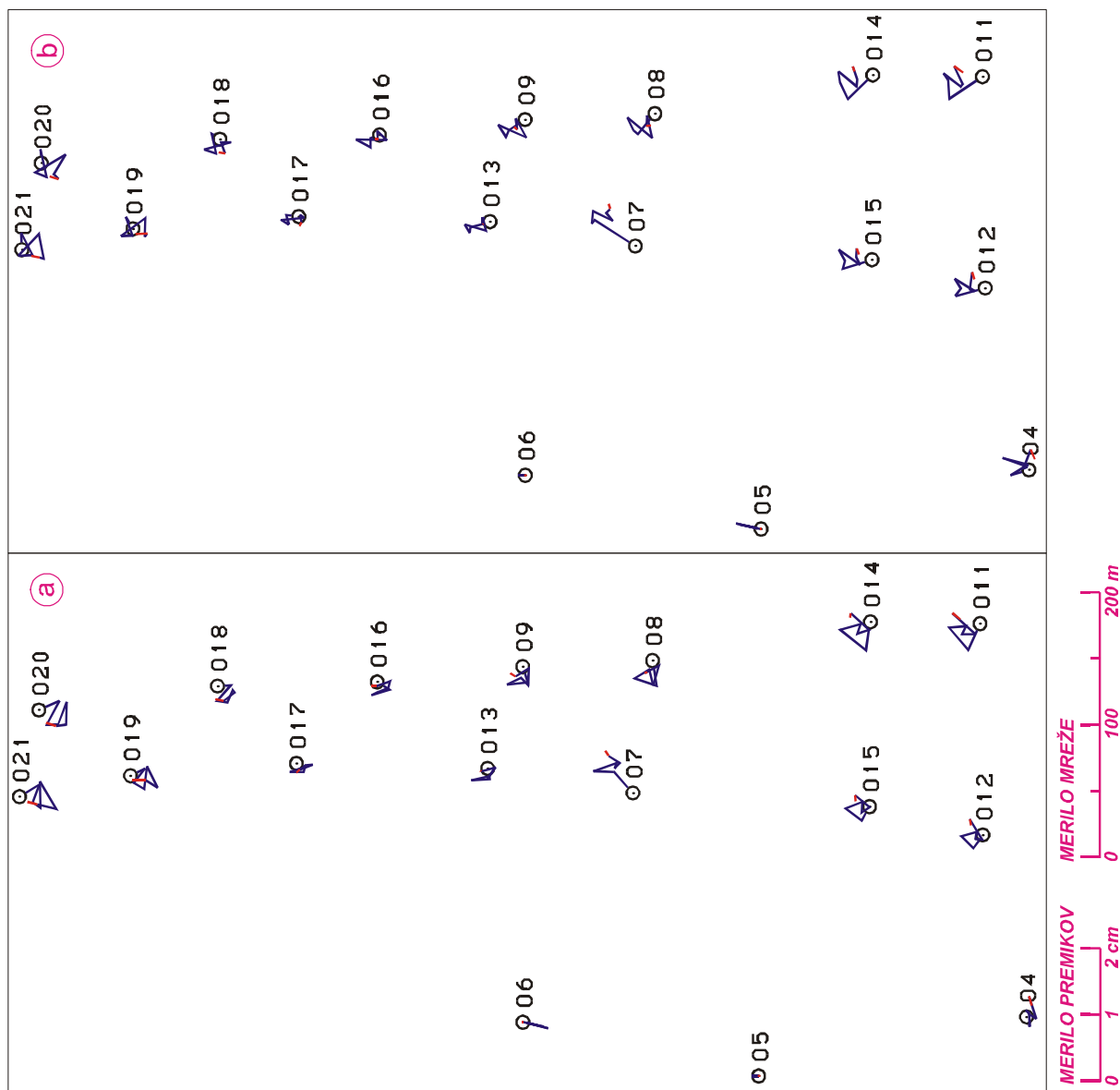
5.1.3 Geodetski datum, določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki

Geodetski datum najprej definiramo s točko O4 in s smerjo proti točki O6. S tem zagotovimo tri datumske parametre, ki jih potrebujemo za enolično določen geodetski datum. Termenske izmere izravnamo po metodi najmanjših kvadratov z normalnimi enačbami (poglavje 3.1) ter rezultate uporabimo za ugotavljanje stabilnosti točk med terminskimi izmerami v geodetski mreži, kot je razloženo v poglavju 4. Omenjene postopke izračuna uporabimo še v naslednjih primerih izbire geodetskega datuma: dana točka O6 in smer proti točki O4, dana točka O5 in smer proti točki O6, dana točka O6 in smer proti točki O5, dana točka O4 in smer proti točki O5 in dana točka O5 in smer proti točki O4. Izračunani premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki, so prikazani na slikah 8–11.



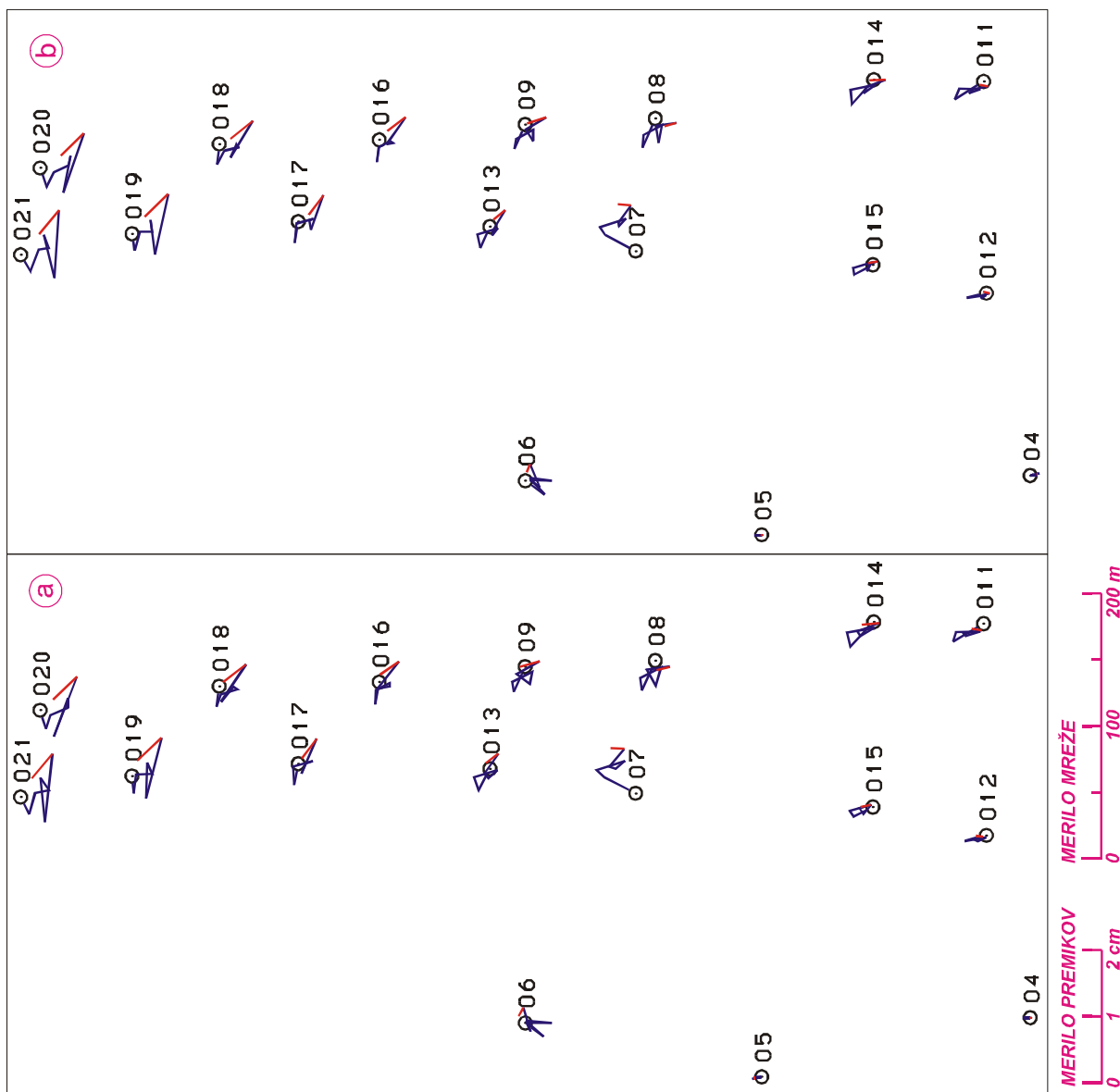
Slika 8: Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O4 in smer proti točki O6, b) točka O6 in smer proti točki O4.

Ko je geodetski datum določen s točko O4 in s smerjo s te točke proti točki O6, so premiki točke O5 majhni, na točki O6 pa so večji in usmerjeni v smeri osi x koordinatnega sistema (slika 8a). Na sliki 8b, ki prikazuje primer definiranja geodetskega datuma z dano točko O6 in s smerjo proti točki O4, pa lahko vidimo, da so premiki na točkah O4 in O5 večji in nasprotni smeri kot je premik točke O6 na sliki 8a. Ostale referenčne točke na sliki 8a in 8b kažejo zelo podobne premike v obeh primerih.



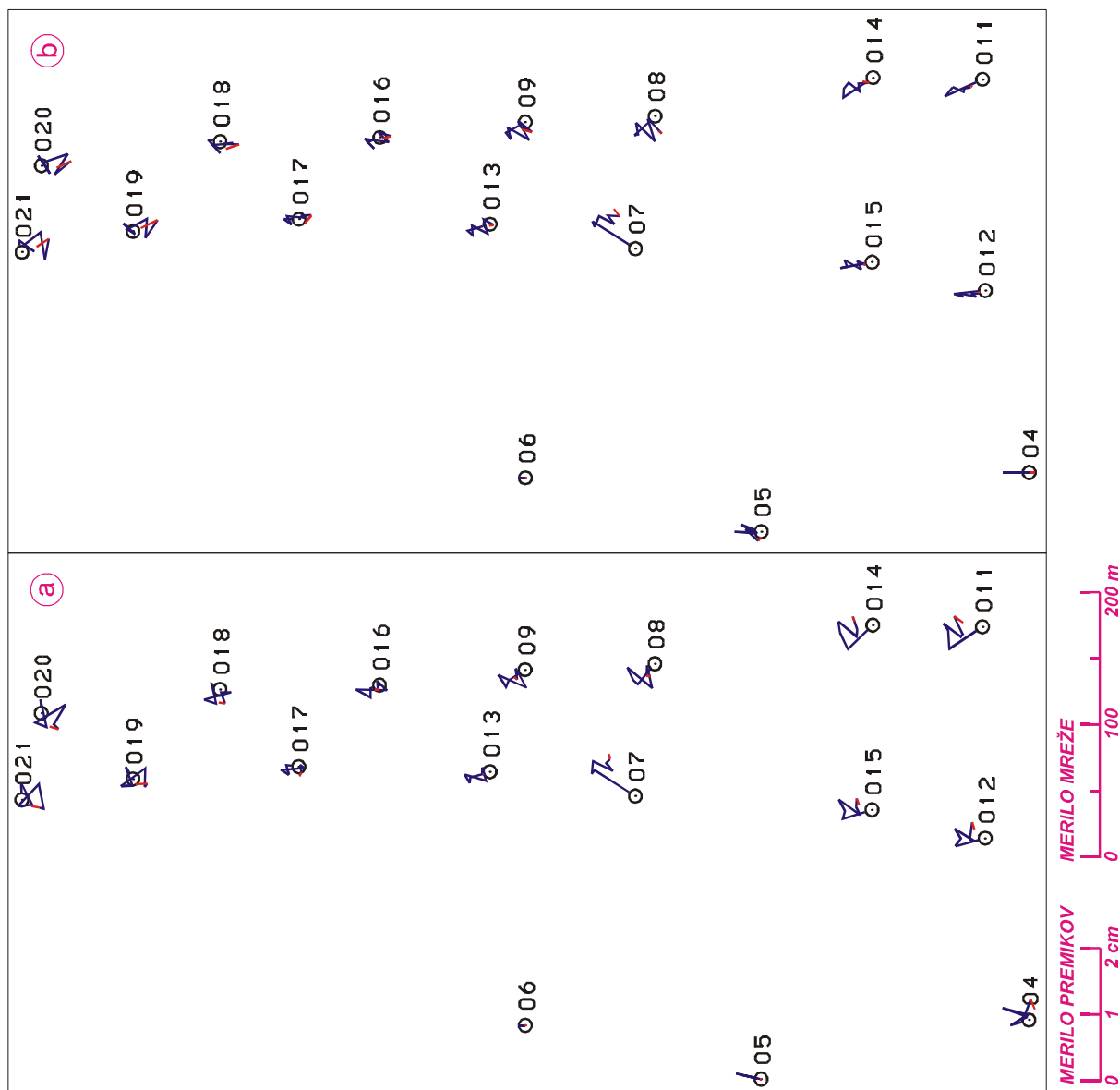
Slika 9: Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O5 in smer proti točki O6, b) točka O6 in smer proti točki O5.

Na podlagi slike 9 lahko pridemo do podobnih ugotovitev kot pri sliki 8. Torej, če je dana točka O5 in smer proti točki O6, so premiki na točki O4 majhni, premiki točke O6 pa večji (slika 9a). Ko za določitev geodetskega datuma izberemo točko O6 in smer proti točki O5 (slika 9b), so premiki točk O4 in O5 večji in imajo nasprotno smer glede na premike točke O6 na sliki 9a. Ostale referenčne točke izkazujejo podobne premike v obeh primerih.



Slika 10: Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dane točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O4 in smer proti točki O5, b) točka O5 in smer proti točki O4.

Na sliki 10a, ko geodetski datum določata točka O4 in smer proti točki O5, opazimo majhen premik točke O5 in večji premik točke O6. V primeru, da za datum izberemo točko O5 in smer proti točki O4, prav tako vidimo, da je premik točke O4 majhen in zopet večji na točki O6 (slika 10b). Če primerjamo še premike ostalih referenčnih točk s slike 10a in 10b, vidimo, da so premiki zelo podobni, vendar glede na prejšnje primere definiranja geodetskega datuma nekoliko večji na točkah ob kanalu (zaradi oddaljenosti od točk, ki določajo geodetski datum).



Slika 11: Premiki točk, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki: a) točka O6 in smer proti točki O5, b) točka O6 in smer proti točki O4.

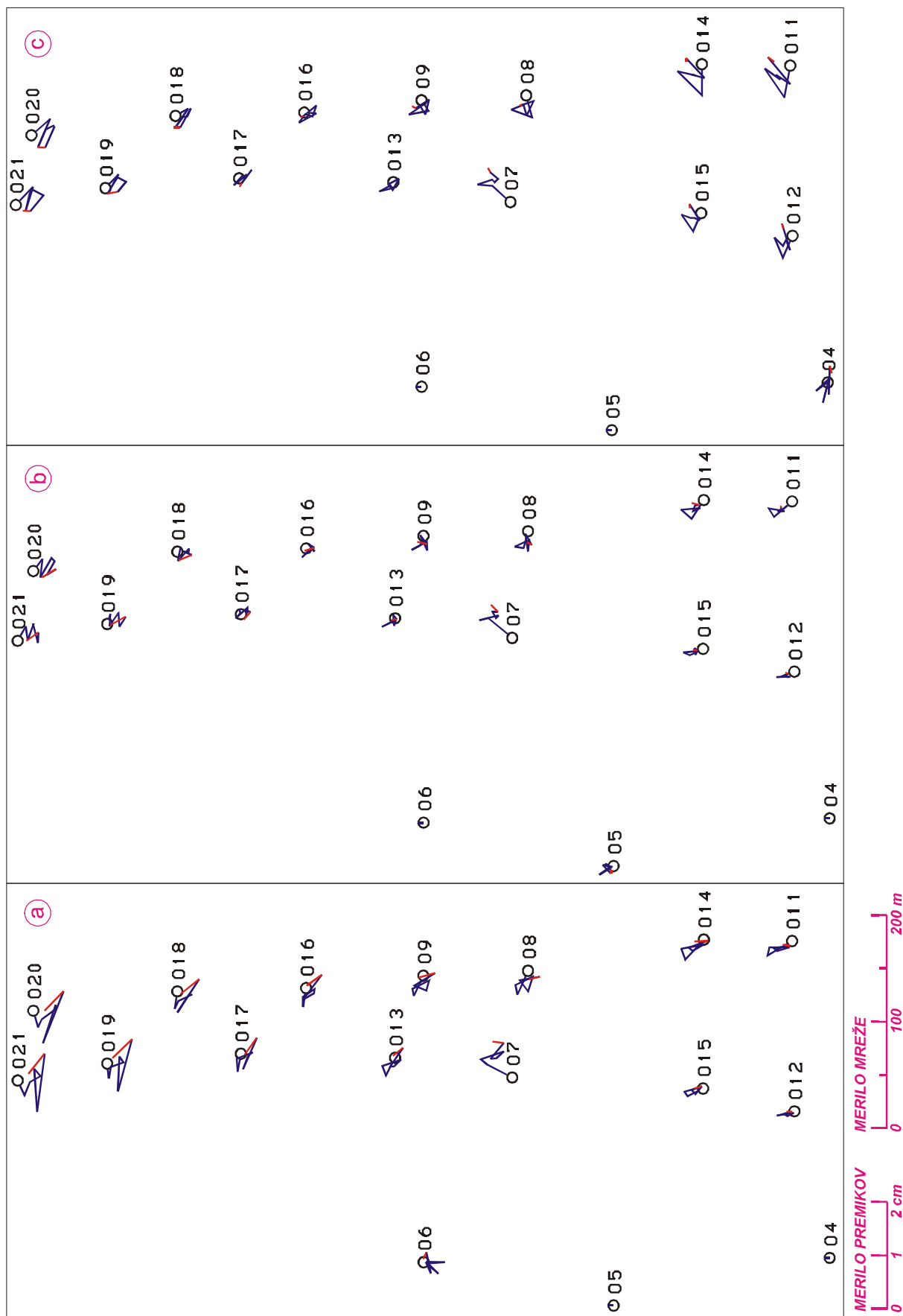
Na sliki 11 primerjamo še premike točk, ko je geodetski datum določen s točko O6 in s smerjo proti točki O5 (slika 11a) oziroma proti točki O4 (slika 11b). Vidimo lahko, da so premiki na točkah O4 in O5 skoraj enaki. Podobno veliki so tudi premiki ostalih referenčnih točk geodetske mreže.

Na podlagi vseh ugotovitev v primeru določitve geodetskega datuma z eno dano točko in s smerjo z dane točke proti drugi točki lahko zaključimo, da je mogoče zaznati večji premik točke O6, medtem ko so premiki točk O4 in O5 manjši.

5.1.4 Geodetski datum, določen z dvema danima točkama

V postopku izravnave posameznih terminskih izmer geodetski datum določimo z dvema danima točkama. Koordinati teh dveh točk v postopku izravnave ne dobijo popravkov, standardne deviacije so enake nič. Za dani vzamemo točki O4 in O5. Posamezne terminske izmere tudi v tem primeru izravnamo po metodi najmanjših kvadratov z normalnimi enačbami, kot je opisano v poglavju 3.1. Izračunane definitivne vrednosti koordinat s pripadajočimi natančnostmi nam služijo za izračun horizontalnih premikov in oceno natančnosti premikov (poglavje 4). Geodetski datum nato določimo še z danima točkama O4 in O6 ter O5 in O6. Premike točk, ko je geodetski datum določen z dvema danima točkama, prikazuje slika 12.

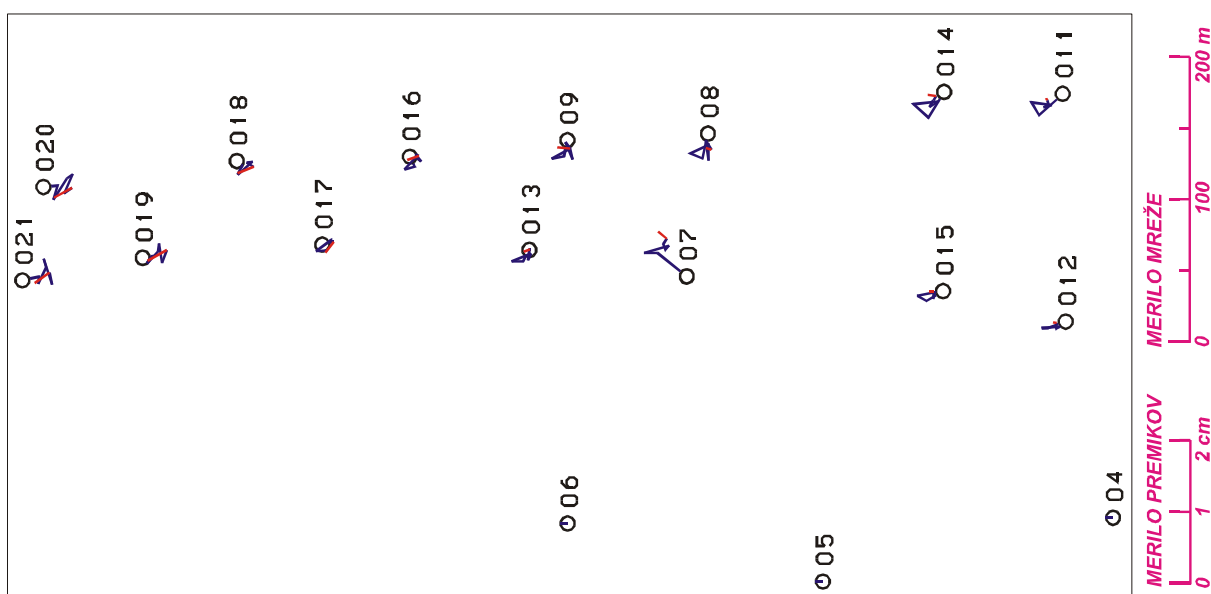
S slike 12 je razvidno, da ne glede na to, katero kombinacijo dveh danih domnevno stabilnih točk vzamemo za določitev geodetskega datuma, dobimo podoben premik tretje točke. Zato je težko predvideti, katera izmed teh točk je bolj ali manj stabilna. V primeru definiranja geodetskega datuma z danima točkama O4 in O5 na sliki 12a vidimo, da premiki ostalih referenčnih točk naraščajo z oddaljevanjem od dvojice točk, ki določata geodetski datum. Premiki točk ob kanalu in točk na vtoku so tako večji, saj so točke bolj oddaljene od danih točk. Podobno velja tudi, če geodetski datum določata točki O4 in O6 (slika 12b). Premiki točk na iztoku so zaradi bližine točke O4 manjši, manjši pa so tudi premiki točk ob kanalu in točk na vtoku zaradi bližine točke O6. Odvisnost od oddaljenosti datumskih točk lahko opazimo tudi na sliki 12c, kjer geodetski datum določata točki O5 in O6, zato so na točkah na iztoku opazni nekoliko večji premiki. S primerjavo slik 12b in 12c pa ugotovimo, da so premiki posameznih referenčnih točk zelo podobni.



Slika 12: Premiki točk, ko je geodetski datum določen z dvema danima točkama: a) točki O4 in O5, b) točki O4 in O6, c) točki O5 in O6.

5.1.5 Geodetski datum, določen s tremi danimi točkami

Geodetski datum določimo še s tremi danimi točkami O4, O5 in O6, katerih koordinate ostanejo po izravnavi nespremenjene. Kot je že bilo omenjeno, so to točke – opazovalni stebri, ki so po mnenju geologa stabilni. Opazovanja izravnamo po MNK z normalnimi enačbami (poglavje 3.1) Iz dobljenih rezultatov izravnave izračunamo horizontalne premike točk med terminskimi izmerami in oceno natančnosti premikov po enačbah v poglavju 4. Premike točk, ko je geodetski datum določen s tremi danimi točkami, prikazuje slika 13.



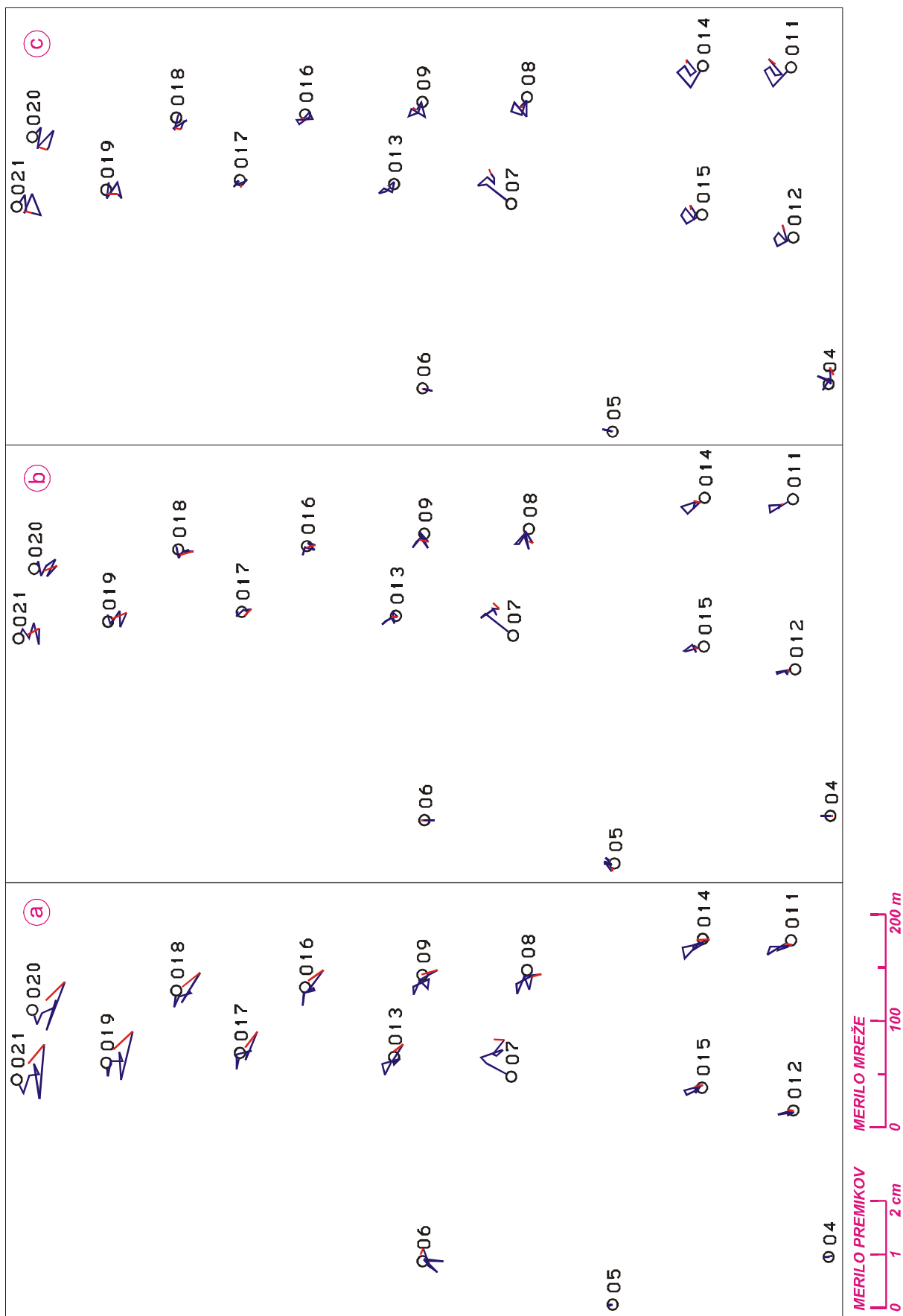
Slika 13: Premiki točk, ko je geodetski datum določen s tremi danimi točkami O4, O5 in O6.

Na podlagi slike 13 lahko ponovno potrdimo vpliv oddaljenosti datumskih (danih) točk na premike ostalih referenčnih točk. Ker so dane točke O4, O5 in O6, so premiki referenčnih točk ob kanalu, na vtoku in na iztoku, majhni. Glede na prikazane slike lahko sklepamo, da so v primeru, ko geodetski datum določajo vse tri točke, premiki ostalih referenčnih točk najmanjši. Ocenjujemo, da je to posledica zelo majhnih premikov danih točk, ki se prenesejo na ostale referenčne točke.

5.2 Premiki, dobljeni iz rezultatov transformacije S

5.2.1 Geodetski datum, določen z dvema danima točkama

Mrežo najprej izravnamo kot prosto. Sestavimo datumsko matriko \mathbf{H}^T (glej 3.2.1) in izvedemo izravnavo meritev po metodi najmanjših kvadratov z normalnimi enačbami, kot je opisano v poglavju 3.1 (enačbe (16) – (23)). Rezultate izravnave proste mreže nato s transformacijo S transformiramo v geodetski datum, ki ga določata dve dani točki. Zapisali smo že, da pri transformaciji S, v primeru predoločenega datuma, popravke koordinat pridobijo tudi točke, ki se obravnavajo kot dane. Za dani vzamemo točki O4 in O5, ki definirata matriko \mathbf{E} in s tem tudi transformacijsko matriko \mathbf{S} . Po enačbah v poglavju 3.3 dobimo izravnane vrednosti koordinat in natančnost transformiranih koordinat. Iz teh rezultatov transformacije S izračunamo horizontalne premike in oceno natančnosti premikov (poglavje 4). Na enak način rezultate izravnave proste mreže transformiramo še v geodetski datum, določen s točkama O4 in O6 ter O5 in O6. Premike točk, dobljene iz rezultatov transformacije S rezultatov proste mreže na geodetski datum, določen z dvema danima točkama, prikazuje slika 14.

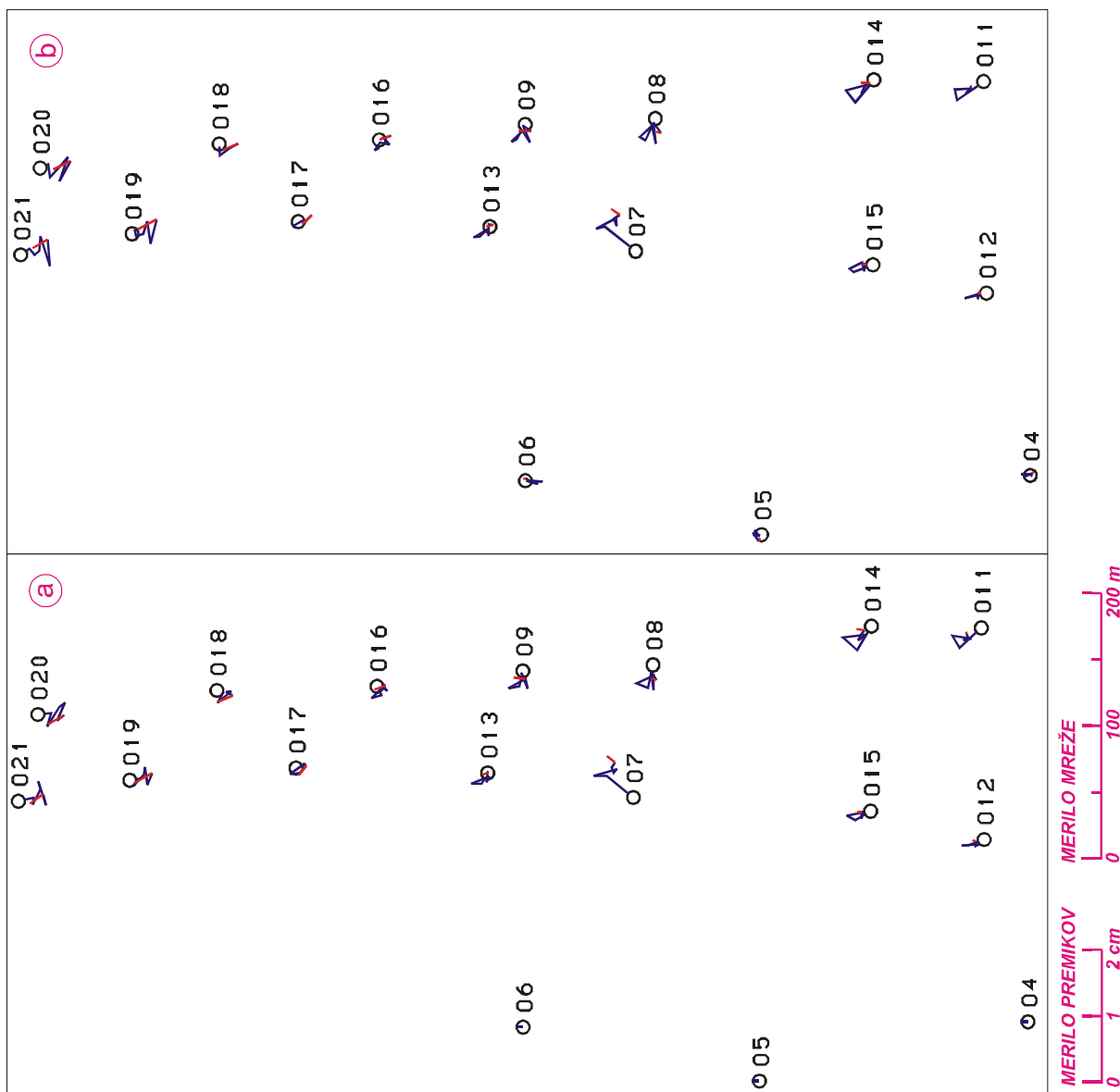


Slika 14: Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z dvema danima točkama: a) točki O4 in O5, b) točki O4 in O6, c) točki O5 in O6.

Na sliki 14 vidimo, da so v vseh treh primerih določitve geodetskega datuma z dvema danima točkama premiki referenčnih točk zelo podobni premikom na sliki 12. Predvidevamo, da je takšna podobnost posledica majhnih premikov na danih točkah. V primeru, da bi bili premiki danih točk večji, bi bila razlika v premikih, dobljenih iz rezultatov transformacije S , in premikih, dobljenih iz rezultatov izravnave po MNK, večja. Kot smo omenili, popravke koordinat dobijo tudi točke, ki se obravnavajo kot dane, zato na sliki 14 lahko opazimo majhne premike na danih točkah.

5.2.2 Geodetski datum, določen s tremi danimi točkami

Enako kot v prejšnjem primeru mrežo najprej izravnamo kot prosto, zato sestavimo datumsko matriko H^T (glej 3.2.1) in izvedemo izravnavo meritev po metodi najmanjših kvadratov z normalnimi enačbami (poglavje 3.1, enačbe (16) – (23)). Rezultate izravnave proste mreže nato s transformacijo S transformiramo v geodetski datum, ki ga določajo tri dane točke O4, O5 in O6. Te točke pri transformaciji S prav tako dobijo popravke koordinat. Na osnovi danih količin določimo matriko E in transformacijsko matriko S . V skladu z enačbama (64) in (65) izračunamo definitivne vrednosti koordinat in pripadajoče natančnosti. Sledi ugotavljanje stabilnosti točk med terminskimi izmerami v geodetski mreži, kot je razloženo v poglavju 4. Premike točk, dobljene iz rezultatov transformacije S rezultatov proste mreže na geodetski datum, določen s tremi danimi točkami, prikazuje slika 15b.

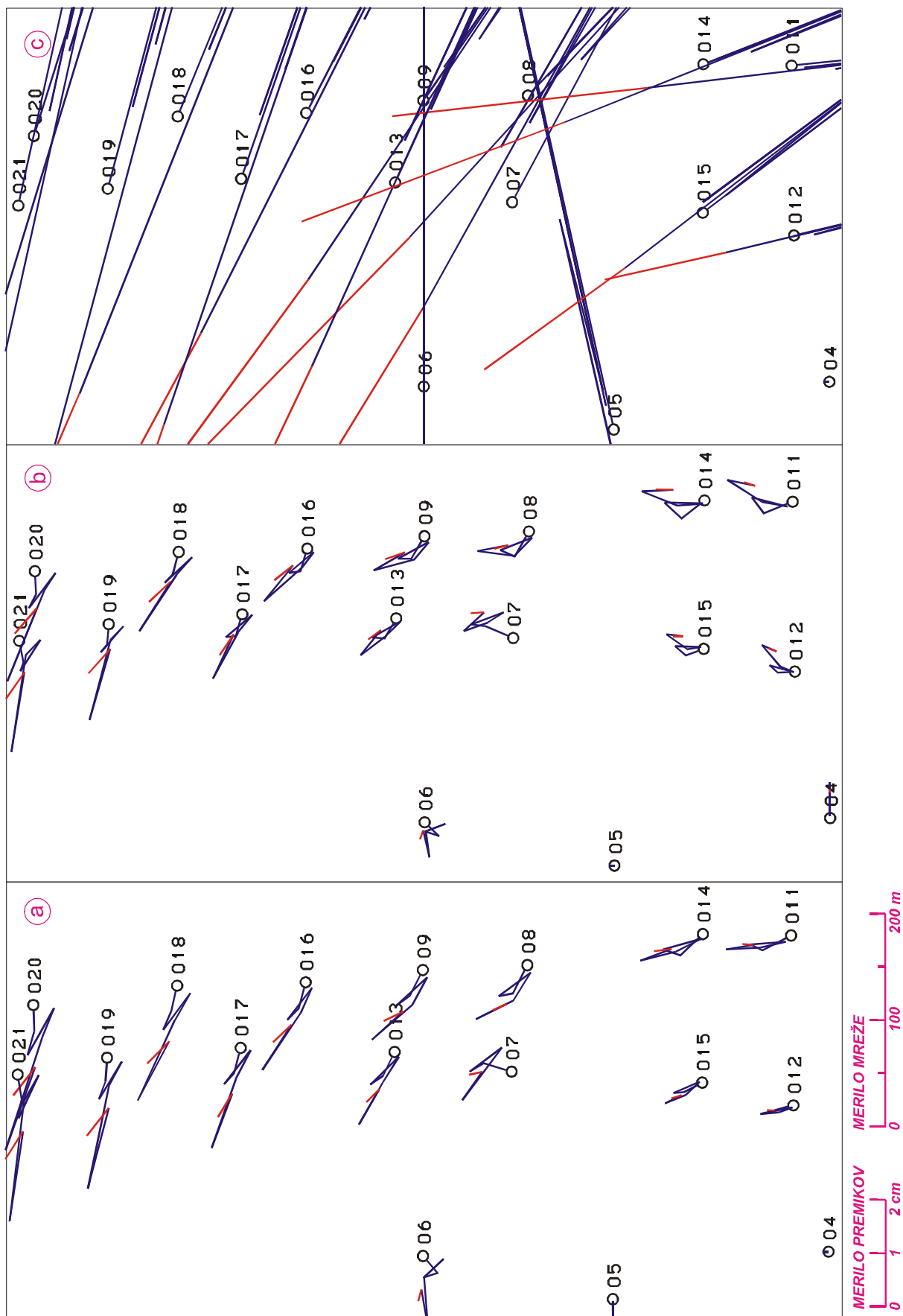


Slika 15: Premiki točk, ko je geodetski datum določen s tremi danimi točkami O4, O5 in O6: a) iz rezultatov izravnave po MNK, b) iz rezultatov transformacije S.

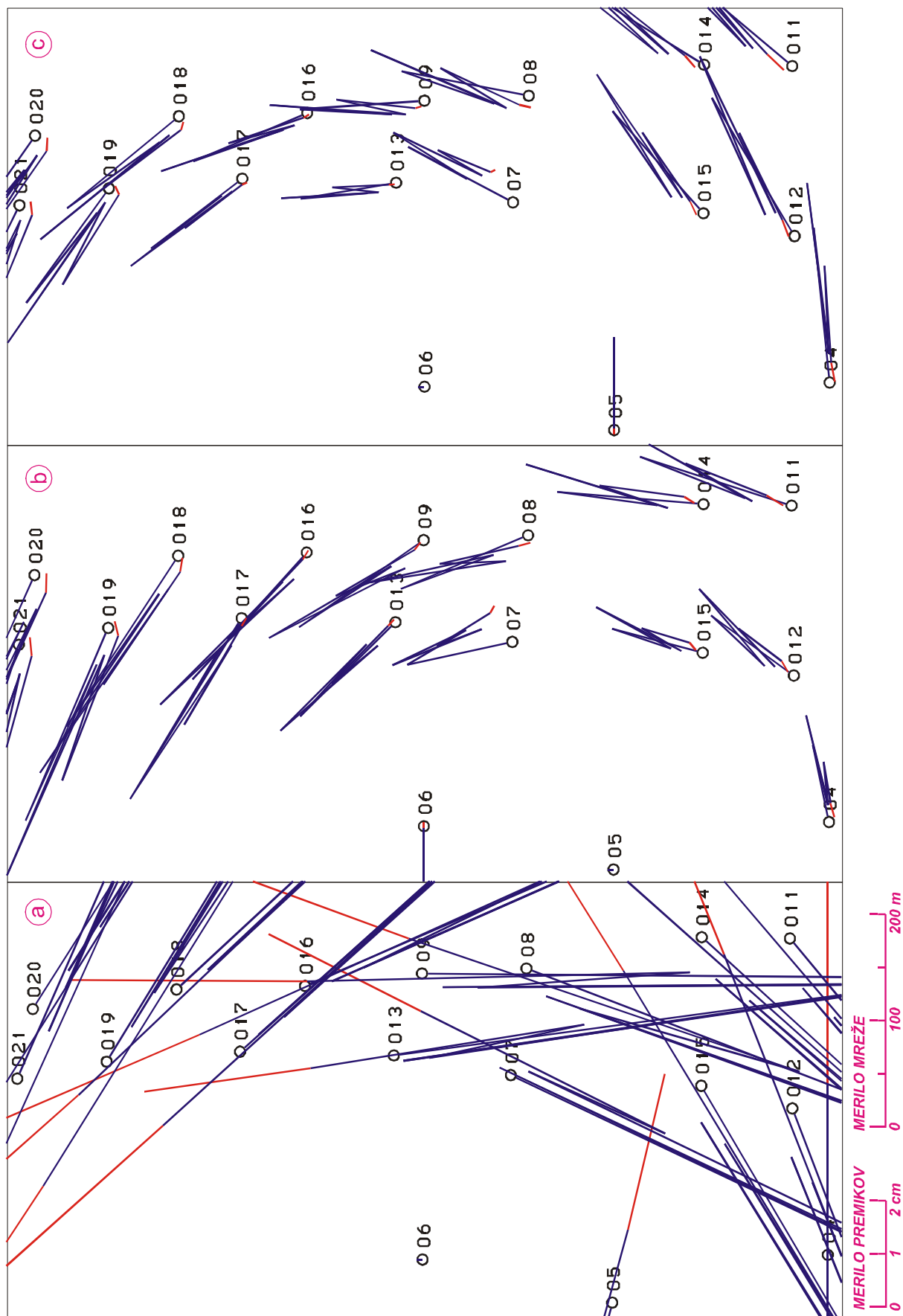
Na sliki 15 primerjamo premike, dobljene iz rezultatov izravnave po MNK (15a) in premike, dobljene iz rezultatov transformacije S (15b), ko je geodetski datum določen s tremi danimi točkami O4, O5 in O6. Pridemo do enakih ugotovitev kot v prejšnjem primeru. Ker so premiki danih točk majhni, so premiki ostalih referenčnih točk na sliki 15a zelo podobni premikom ostalih referenčnih točk na sliki 15b. Zaključimo lahko, da je v primeru, ko dane točke izkazujejo zelo majhne premike, učinek transformacije S neznaten.

5.2.3 Geodetski datum, določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke

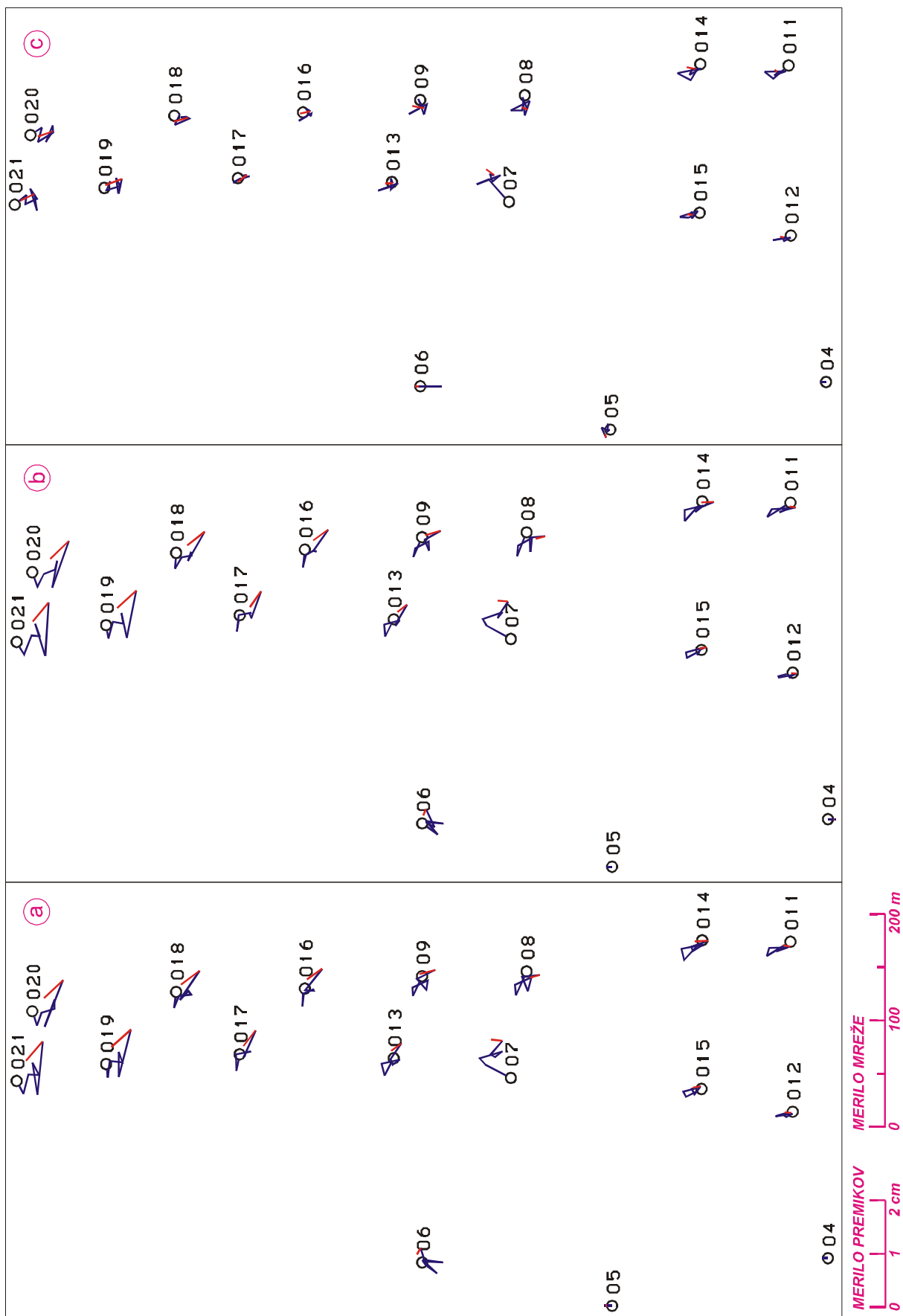
Kot v primeru 5.2.1 in 5.2.2 izravnamo opazovanja v prosti mreži. Nato izvedemo transformacijo S rezultatov izravnave proste mreže na geodetski datum, določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke. Ker je s tem datum enolično določen, dane koordinate po transformaciji S ne dobijo popravkov. Za dane koordinate vzamemo koordinati točke $O4$ in koordinato x točke $O5$. Te dane količine definirajo matriko E in pripadajočo transformacijsko matriko S . Po enačbah (64) in (65) dobljene rezultate transformacije S (izravnane koordinate in pripadajoče elemente kovariančne matrike) uporabimo za izračun horizontalnih premikov točk med terminskimi izmerami (poglavje 4). Omenjene postopke izračuna uporabimo še v naslednjih primerih izbire geodetskega datuma: dana točka $O5$ in koordinata x točke $O4$, dana točka $O4$ in koordinata x točke $O6$, dana točka $O6$ in koordinata x točke $O4$, dana točka $O5$ in koordinata x točke $O6$, dana točka $O6$ in koordinata x točke $O5$, dana točka $O4$ in koordinata y točke $O5$, dana točka $O5$ in koordinata y točke $O4$, dana točka $O4$ in koordinata y točke $O6$, dana točka $O6$ in koordinata y točke $O4$, dana točka $O5$ in koordinata y točke $O6$, dana točka $O6$ in koordinata y točke $O5$. Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S rezultatov proste mreže na geodetski datum, določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke, so prikazani na slikah 16–19.



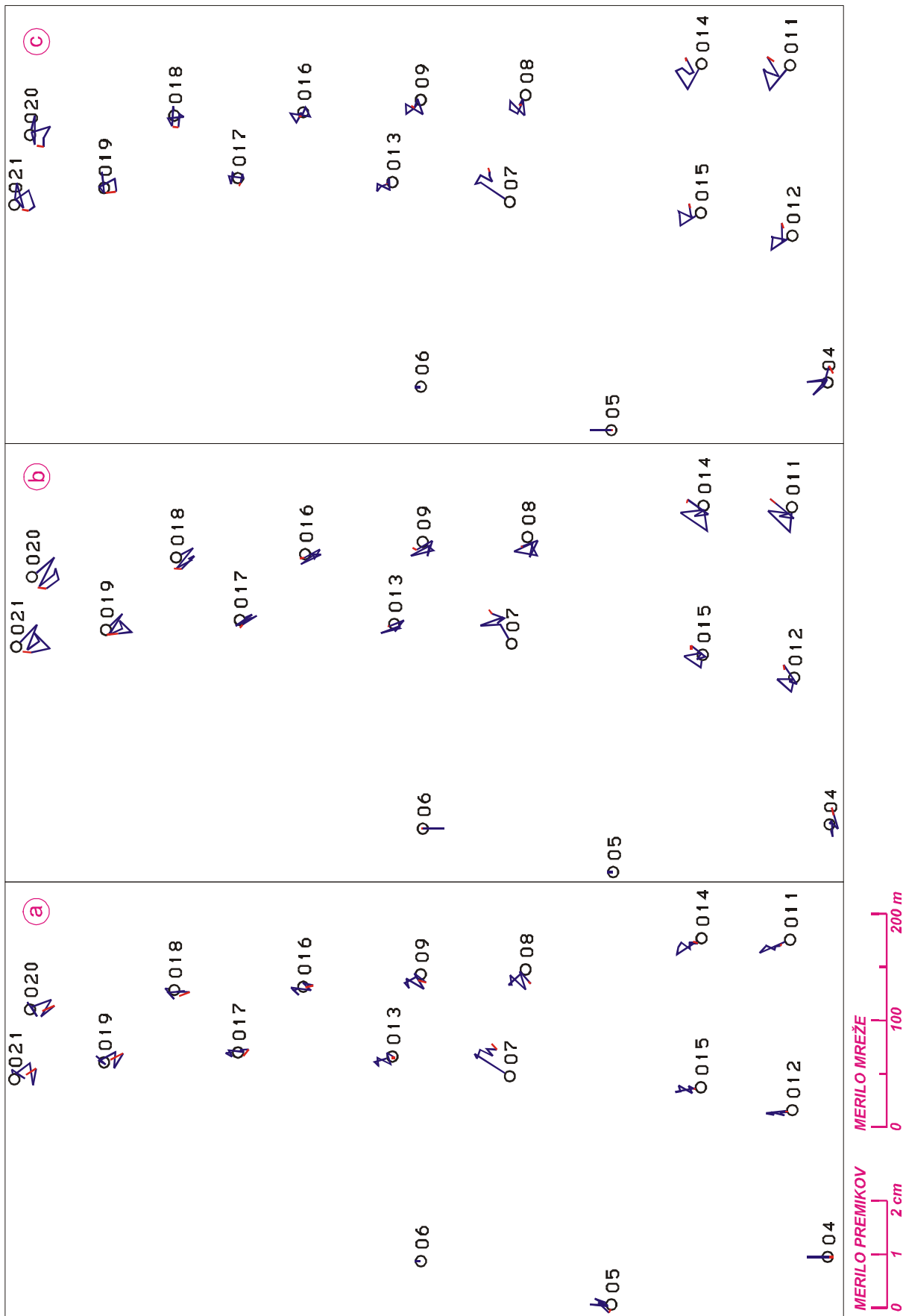
Slika 16: Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O4 in x O5, b) O5 in x O4, c) O4 in x O6.



Slika 17: Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O6 in x O4, b) O5 in x O6, c) O6 in x O5.



Slika 18: Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O4 in y O5, b) O5 in y O4, c) O4 in y O6.



Slika 19: Premiki točk, dobljeni iz rezultatov transformacije S, ko je geodetski datum določen z eno dano točko in eno koordinato druge točke: a) O6 in y O4, b) O5 in y O6, c) O6 in y O5.

Na osnovi slik 16–19 lahko ugotovimo, da so premiki domnevno stabilnih (danih) točk in ostalih referenčnih točk majhni, če za dano vzamemo poleg ene točke še koordinato y ene izmed domnevno stabilnih točk (slika 18 in slika 19). V nasprotnem primeru so premiki, prikazani na sliki 16 in sliki 17 veliko večji, ker smo poleg ene točke za dano privzeli še koordinato x druge točke. Na osnovi tega predvidevamo, da se večina premikov zgodi v smeri osi x koordinatnega sistema. Primerjajmo še sliki 16 in 17. Na slikah 16c, 17a, 17b in 17c, kjer je med danimi količinami, ki določajo geodetski datum, tudi koordinata x točke O6, ugotovimo bistveno večje premike vseh referenčnih točk.

Na podlagi vseh zgornjih ugotovitev lahko zaključimo, da se je najverjetneje premaknila domnevno stabilna točka O6, in sicer v smeri osi x koordinatnega sistema.

5.3 Izbira najverjetnejšega geodetskega datuma in podrobnejša analiza

Zapisali smo že, da je za točke, ki določajo geodetski datum mreže, nujna njihova stabilnost. Na osnovi opravljene analize v poglavju 5 smo prišli do zaključka, da se je med domnevno stabilnimi točkami O4, O5 in O6 najverjetneje premaknila točka O6. Zato lahko sklepamo, da dosedanji geodetski datum v mreži Formin, ki ga določajo točke O4, O5 in O6, ni ustrezen, saj premiki ostalih točk zaradi nestabilnosti točke O6 ne ustrezajo dejanskim premikom. Zato za določitev optimalnega geodetskega datuma izberemo točki O4 in O5. Koordinati teh dveh točk v postopku izravnave ne dobiva popravkov, standardne deviacije so enake nič. Vključeno horizontalno mrežo izravnamo po metodi najmanjših kvadratov z normalnimi enačbami, kot je opisano v poglavju 3.1. Ker ugotavljamo premike tudi kontrolnih točk na objektu HE Formin, je smiselno, da v izravnavo vključimo tudi kontrolne točke obravnavanega objekta.

V preglednici 8 je za posamezno terminsko izmero podano skupno število koordinatnih in orientacijskih neznank, število opazovanih smeri in dolžin v posamezni terminski izmeri ter število nadštevilnih opazovanj. Število neznank je za vse terminske izmere enako 95, medtem ko se število opravljenih meritev spreminja in je največje pri drugi terminski izmeri leta 2010.

Preglednica 8: Število neznank, nadštevilnih opazovanj in enačb popravkov v posamezni terminski izmeri

Terminska izmera	2008	2009		2010		2011		2012
	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.
Št. neznank	95	95	95	95	95	95	95	95
Št. nadšt. opazovanj	115	113	120	112	122	106	118	119
	Število enačb popravkov							
Skupaj	210	208	215	207	217	201	213	214
Za smeri	92	90	94	89	95	87	93	93
Za dolžine	118	118	121	118	122	114	120	121

Rezultati izravnave posamezne terminske izmere so definitivne horizontalne koordinate referenčnih in kontrolnih točk, ocena natančnosti določitve položaja novih točk – natančnost v smeri koordinatnih osi in elementi elips pogreškov (a, b, θ). Ti rezultati so predstavljeni v prilogi A. V preglednici 9 pa je za posamezno terminsko izmero predstavljena natančnost opravljenih meritev in natančnost določitve položaja točk geodetske mreže.

Preglednica 9: Natančnost meritev in določitve položaja točk v posamezni terminski izmeri

Terminska izmera	2008	2009		2010		2011		2012
	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.
Natančnost meritev								
$\hat{\sigma}_S$ ["]	1,21	0,86	1,01	0,87	0,82	0,84	0,87	0,99
$\hat{\sigma}_D$ [mm]	0,60	0,51	0,54	0,38	0,61	0,33	0,58	0,60
Natančnost določitve položaja točk								
$\sigma_{P_{MAX}}$ [mm]	2,3	1,5	1,9	1,6	1,6	1,4	1,7	1,8
$\sigma_{P_{MIN}}$ [mm]	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,6
$\sigma_{P_{SR}}$ [mm]	1,1	1,0	1,0	0,8	1,0	0,8	1,0	1,1

Natančnost določitve iskanih vrednosti, torej koordinat točk, je odvisna od natančnosti opazovanj, vrste opazovanj in oblike mreže. Natančnost merjenja horizontalnih smeri in dolžin je bila ocenjena z Ebnerjevo metodo a posteriori ocene uteži iz rezultatov izravnave. Podana je s standardno deviacijo posamezne količine (Savšek et al., 2011). Iz preglednice lahko razberemo, da je bila glede na uporabljen instrument dosežena ustrezna natančnost merjenih smeri in dolžin. Za večino terminskih izmer znaša vrednost standardne deviacije smeri manj od 1". Le za drugo terminsko izmero leta 2008 znaša standardna deviacija smeri 1,20" in 1,01" za drugo terminsko izmero leta 2009. V vseh terminskih izmerah je dosežena tudi odlična dolžinska natančnost, ki v povprečju znaša 0,5 mm. Prav tako pomembno globalno merilo natančnosti, srednji položajni pogrešek, se v vseh terminskih izmerah giblje okrog 1 mm. Največji položajni pogrešek znaša 2,3 mm, in sicer na kontrolni točki H15 v drugi terminski izmeri leta 2008, ki zaradi položaja dvigala ni bila dostopna iz predvidenih stojišč. Vrednost položajnega pogreška pa je najmanjša (0,4 mm) v prvi terminski izmeri leta 2010 in 2011, in sicer na referenčni točki O12.

Na osnovi rezultatov izravnave druge terminske izmere leta 2011 in prve terminske izmere leta 2012 izračunamo horizontalne premike točk med terminskima izmerama in oceno natančnosti premikov po postopku, ki je opisan v poglavju 4. Spremembe koordinat (dy in dx) referenčnih in kontrolnih točk ter izračunani premiki (d) in njihova natančnost (σ_d) so podani v preglednici 10.

Preglednica 10: Horizontalni premiki točk v mreži HE Formin med terminskima izmerama 2011/2 in 2012/1

Točka	dy [m]	dx [m]	d [m]	σ_d [m]
O4	Dana točka			
O5	Dana točka			
O6	-0,0011	0,0006	0,0013	0,0008
O7	0,0002	0,0020	0,0020	0,0006
O8	-0,0005	0,0018	0,0019	0,0010
O9	-0,0009	0,0027	0,0028	0,0011
O11	0,0003	0,0013	0,0013	0,0010
O12	0,0003	0,0010	0,0010	0,0006
O13	-0,0013	0,0016	0,0021	0,0010
O14	-0,0001	0,0024	0,0024	0,0010
O15	-0,0002	0,0014	0,0014	0,0007
O16	-0,0019	0,0026	0,0032	0,0014
O17	-0,0028	0,0020	0,0034	0,0014
O18	-0,0024	0,0031	0,0039	0,0016
O19	-0,0029	0,0035	0,0045	0,0016
O20	-0,0028	0,0033	0,0043	0,0020
O21	-0,0030	0,0030	0,0042	0,0019
H1	-0,0015	0,0026	0,0030	0,0009
H2	-0,0020	0,0017	0,0026	0,0010
H3	-0,0013	0,0021	0,0025	0,0010
H4	0,0013	0,0035	0,0037	0,0009
H5	0,0006	0,0016	0,0017	0,0009
H6	0,0013	0,0024	0,0027	0,0009
H7	-0,0021	0,0013	0,0025	0,0010
H8	0,0002	0,0009	0,0009	0,0009
H10	-0,0033	-0,0001	0,0033	0,0007
H11	-0,0001	-0,0002	0,0002	0,0007
H12	0,0027	0,0002	0,0027	0,0008
H13	-0,0024	-0,0001	0,0024	0,0008
H14	-0,0013	0,0002	0,0013	0,0016
H15	0,0023	0,0000	0,0023	0,0016
H16	-0,0014	-0,0002	0,0014	0,0008
H17	-0,0032	0,0028	0,0043	0,0013
H18	-0,0036	0,0023	0,0043	0,0012
H19	0,0033	0,0006	0,0034	0,0012
H20	0,0040	-0,0017	0,0043	0,0011
H21	0,0019	0,0030	0,0036	0,0008
H22	0,0024	-0,0002	0,0024	0,0010
H23	0,0008	0,0027	0,0028	0,0010
H25	0,0026	0,0000	0,0026	0,0010
H26	-0,0003	0,0017	0,0017	0,0010

Iz zgornje preglednice je razvidno, da med omenjenima izmerama obstajajo razlike v položajnih koordinatah kontrolnih in referenčnih točk v mreži HE Formin. Spremembe koordinat referenčnih točk ob kanalu (O16–O21) znašajo od 2 do 3 mm. Spremembe koordinat referenčnih točk ob kanalu deloma lahko pripišemo tudi oddaljenosti točk od geodetskega datuma. Pri ostalih referenčnih točkah lahko opazimo večje razlike v smeri osi x. Gibljejo se od 1 do 2 mm. Izračunane velikosti premikov referenčnih točk znašajo od 1 do 4,5 mm, njihove standardne deviacije pa od 0,6 do 2 mm. Največje spremembe koordinat kontrolnih točk (2–4 mm) zaznamo pri točkah H17–H21 na dovodnem kanalu.

Na kontrolnih točkah H10 in H12 na strehi strojnice in na kontrolni točki H25 na iztoku so spremembe koordinat večje v smeri osi y (3 mm). Podobne spremembe koordinat imamo na kontrolnih točkah H1, H4 in H23 na odvodnem kanalu v smeri osi x . Ostale spremembe koordinat se gibljejo od 0 do 2 mm. Velikosti premikov znašajo od 0,2 do 4,3 mm, njihove natančnosti pa od 0,7 do 1,6 mm. Na večini kontrolnih točk je zaznan premik od 2 do 3 mm.

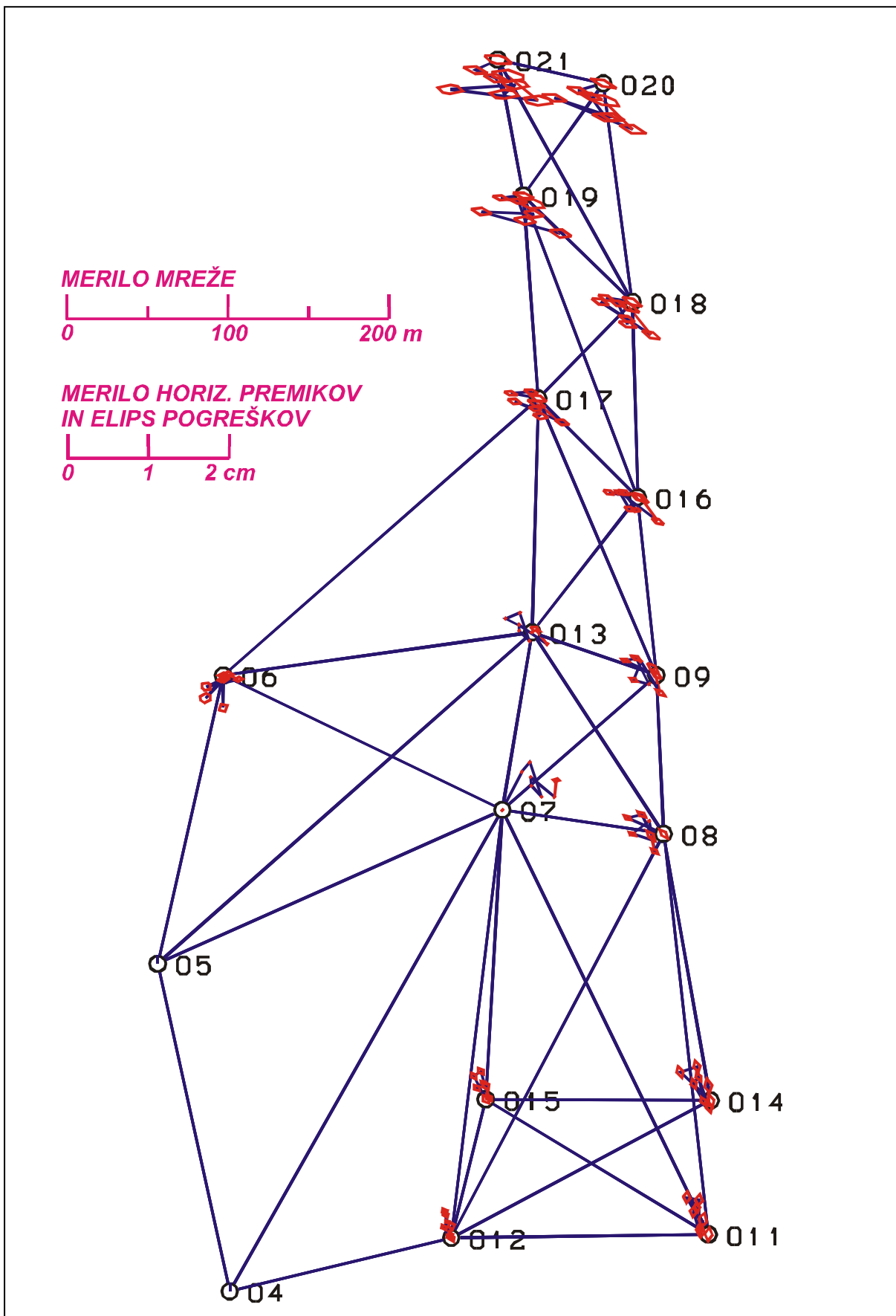
Izračunamo še kumulativne premike točk med prvo in zadnjo terminsko izmero, obravnavano v tej diplomski nalogi, torej med drugo terminsko izmero leta 2008 in prvo terminsko izmero leta 2012. Koordinatne razlike (dy in dx) posameznih točk, premiki (d) in ocena natančnosti premika (σ_d) so predstavljeni v preglednici 11.

V preglednici 11 vidimo, da izmed referenčnih točk največje razlike v koordinatah izkazuje točka O7 na vtoku. Premik te točke znaša 7,8 mm, kar je posledica poškodbe stebra (slika 3). Na ostalih referenčnih točkah se spremembe koordinat gibljejo od 0 do 2 mm. Nekoliko večja je še sprememba koordinat točk O20 in O21 ob kanalu, in sicer znaša približno 3 mm v smeri osi x . Izračunane velikosti premikov referenčnih točk se gibljejo od 0,3 pa do 3,4 mm (izjema je točka O7), njihove standardne deviacije pa od 0,4 do 1,9 mm. Spremembe koordinat večine kontrolnih točk znašajo od 0 do 2 mm. Največje spremembe koordinat kontrolnih točk (3–5 mm) zaznamo pri točkah H16, H18 in H19 na vtoku, H12 na strehi strojnice in H6, H22 in H25 na iztoku. Velikosti premikov se gibljejo od 0,7 do 5 mm. Njihove standardne deviacije znašajo od 0,8 do 1,3 mm. Največji premik izkazujeta kontrolni točki H6 (4,5 mm) in H16 (5 mm), za kateri lahko zanesljivo potrdimo statistično značilen premik v obdobju od novembra 2008 do junija 2012.

Preglednica 11: Horizontalni premiki točk v mreži HE Formin med terminsko izmero 2008/2 in terminsko izmero 2012/1

Točka	dy [m]	dx [m]	d [m]	σ_d [m]
O4	Dana točka			
O5	Dana točka			
O6	0,0014	-0,0002	0,0014	0,0009
O7	0,0072	0,0031	0,0078	0,0004
O8	-0,0012	-0,0012	0,0017	0,0005
O9	0,0003	-0,0001	0,0003	0,0011
O11	-0,0005	0,0008	0,0009	0,0009
O12	0,0002	0,0010	0,0010	0,0007
O13	0,0012	-0,0003	0,0012	0,0010
O14	0,0000	0,0006	0,0006	0,0011
O15	0,0000	0,0011	0,0011	0,0007
O16	0,0014	-0,0009	0,0017	0,0015
O17	0,0008	-0,0015	0,0017	0,0013
O18	0,0005	-0,0014	0,0015	0,0015
O19	0,0020	-0,0018	0,0027	0,0019
O20	0,0010	-0,0028	0,0030	0,0016
O21	0,0021	-0,0027	0,0034	0,0019
H1	0,0000	0,0019	0,0019	0,0010
H2	-0,0015	0,0013	0,0020	0,0010
H3	0,0001	0,0019	0,0019	0,0010
H4	0,0005	0,0019	0,0020	0,0010
H5	-0,0002	0,0010	0,0010	0,0012
H6	0,0031	0,0033	0,0045	0,0008
H7	-0,0007	0,0002	0,0007	0,0011
H8	0,0011	-0,0002	0,0011	0,0010
H10	0,0002	-0,0010	0,0010	0,0010
H11	0,0006	-0,0005	0,0008	0,0011
H12	0,0035	-0,0001	0,0035	0,0009
H13	-0,0015	-0,0011	0,0019	0,0008
H14	0,0004	-0,0006	0,0007	0,0011
H15	0,0004	-0,0016	0,0016	0,0012
H16	-0,0001	-0,0050	0,0050	0,0013
H17	-0,0007	-0,0024	0,0025	0,0009
H18	-0,0027	0,0006	0,0028	0,0011
H19	0,0033	-0,0014	0,0036	0,0012
H20	0,0008	-0,0017	0,0019	0,0012
H21	-0,0007	0,0019	0,0020	0,0012
H22	0,0027	-0,0006	0,0028	0,0011
H23	0,0002	0,0012	0,0012	0,0011
H25	0,0028	-0,0009	0,0029	0,0010
H26	0,0014	0,0024	0,0028	0,0010

Celotni rezultati ugotavljanja horizontalnih premikov točk med posameznimi terminskimi izmerami v obdobju od leta 2008 do leta 2012 so v prilogi B. Na sliki 20 pa so prikazani relativni premiki referenčnih točk in elipse pogreškov v mreži HE Formin. Vidimo, da premiki in elipse pogreškov naraščajo z oddaljevanjem od danih točk O4 in O5. V mreži ni dosežena homogena natančnost.



Slika 20: Premiki točk in elipse pogreškov v mreži HE Formin, kjer optimalni geodetski datum določata dani točki O4 in O5.

6 ZAKLJUČEK

Spremljanje stabilnosti strateško pomembnih objektov, kot je pregrada hidroelektrarne Formin, je nujno predvsem iz varnostnih razlogov. Zato se za ugotavljanje stabilnosti uporabljajo številne fizikalne oziroma negeodetske metode meritev. Dvakrat letno pa se v skladu s priporočili za geotehnična opazovanja opravijo tudi geodetske kontrolne meritve v mikro trigonometrični mreži HE Formin. Vzpostavljeno geodetsko mrežo tvorijo kontrolne točke na obravnavanem objektu in referenčne točke v okolici hidroelektrarne.

Za zanesljivo določitev velikosti in smeri premikov kontrolnih točk na obravnavanem objektu je potrebno v mreži definirati stabilne referenčne točke, ki določajo geodetski datum v vseh terminskih izmerah. Od leta 2004 geodetski datum v položajni geodetski mreži HE Formin določajo tri dane domnevno stabilne točke O4, O5 in O6, locirane izven vplivnega območja hidroelektrarne. V diplomski nalogi smo preverili stabilnost teh točk na osnovi opravljenih meritev v letih od 2008 do 2012, s ciljem določitve optimalnega geodetskega datuma.

Meritve posamezne terminske izmere smo izravnali s posredno metodo izravnave po metodi najmanjših kvadratov. Uporabili smo tudi transformacijo S, s katero smo rezultate izravnave proste mreže transformirali na izbran geodetski datum. V postopku definiranja geodetskega datuma smo izbrali vse možnosti med domnevno stabilnimi točkami O4, O5 in O6. Z izravnavo proste mreže druge terminske izmere iz leta 2008 smo določili nove približne koordinate referenčnih točk, ki smo jih uporabili v vseh obravnavanih terminskih izmerah. Glede na privzete koordinate smo večje spremembe koordinat opazili v smeri koordinatne osi x.

Za ugotavljanje horizontalnih premikov točk smo uporabili programsko orodje Premik. V odvisnosti od izbranega geodetskega datuma smo spremljali njegov vpliv na premike domnevno stabilnih točk, ki določajo geodetski datum in dogajanje na ostalih referenčnih točkah geodetske mreže. Analiza grafično prikazanih relativnih premikov je potrdila vpliv oddaljenosti točk, ki določajo geodetski datum, na premike ostalih referenčnih točk. Z oddaljevanjem od danih točk se je položajna natančnost točk in s tem tudi natančnost premika manjšala, premiki so bili večji. Iz primerjave premikov, dobljenih iz rezultatov izravnave po MNK in premikov, dobljenih iz rezultatov transformacije S, smo zaključili, da je v primeru zelo majhnih premikov na danih točkah, učinek transformacije S neznaten. V večini primerov prikazanih premikov smo lahko med domnevno stabilnimi točkami, ki določajo geodetski datum, zaznali večji premik točke O6. Premiki vseh referenčnih točk so bili bistveno večji v primeru, ko smo poleg ene točke za dano privzeli še koordinato x druge točke. Na podlagi tega se opredelimo do hipotez, navedenih v začetku naloge.

Hipoteza 1, ki pravi, da so opazovalni stebri O4, O5 in O6 stabilni, zaradi ugotovljenih najverjetnejših premikov točke O6 ne velja v celoti, zato jo zavrnamo. Ne moremo pa zavrniti alternativne hipoteze, ki kot stabilna obravnava opazovalna stebra O4 in O5. Posledično geodetski datum v položajni geodetski mreži, določen s koordinatami točk O4, O5 in O6, ne zagotavlja zanesljivega ugotavljanja statistično značilnih horizontalnih premikov kontrolnih točk, zato zavrnamo tudi hipotezo 2. Najverjetnejše premike referenčnih in kontrolnih točk zato v zaključku naloge izračunamo na osnovi optimalnega geodetskega datuma, ki ga določata opazovalna stebra O4 in O5.

Cilj diplomske naloge je bil določitev optimalnega geodetskega datuma. Določili smo, da optimalni geodetski datum v položajni geodetski mreži HE Formin določata točki O4 in O5. S tako določenim geodetskim datumom smo izračunali premike referenčnih in kontrolnih točk geodetske mreže. Rezultati izravnave so pokazali, da so bile meritve izvedene kakovostno in da je bila dosežena ustrezna natančnost določitve položaja točk mreže. S pregledom izračunanih relativnih in kumulativnih premikov med terminskimi izmerami smo ugotovili nekaj statistično značilnih premikov kontrolnih točk. Izračunani premiki referenčne točke O6 med zaporednima terminskima izmerama kažejo na statistično značilne premike, saj velja $d > 3\sigma_d$. Smiselno bi bilo, da bi stabilnost točk preverili še z drugimi znanimi metodami deformacijske analize.

Geodetske meritve ugotavljanja premikov spadajo med najzahtevnejše naloge geodetske stroke. Zahtevana je visoka položajna natančnost in zanesljivost rezultatov. Zato je pomembna zagotovitev nadštevilnih opazovanj ter skrbna in strokovna izvedba zajemanja in obdelave podatkov. V postopku določitve statistično značilnih premikov kontrolnih točk obravnavanega objekta je temeljnega pomena stabilnost točk, ki določajo geodetski datum. Napačni zaključki o stabilnosti točk, ki določajo geodetski datum, imajo z vidika varnega delovanja ali porušitve lahko uničujoče posledice.

VIRI

Ambrožič, T., Turk, G. 1994. Izravnava geodetskih mrež z razcepom po singularnih vrednostih. Geodetski vestnik 38, 2: 67–73.

Ambrožič, T., Turk, G. 2000. Analiza natančnosti določitve koordinat točk v ravninski mreži z metodo Monte Carlo. Geodetski vestnik 44, 1 & 2: 11–22.

Ambrožič, T., Turk, G. 2007. Program Gem3 ver. 4.0. Ljubljana, UL FGG.

Dravske elektrarne Maribor. 2012.

<http://www.dem.si/slo/elektrarneinproizvodnja/19> (Pridobljeno 3. 12. 2012.)

Geoservis. 2013.

<http://www.geoservis.si/produkti/64-tahimetri-za-geodezijo-in-inzenirsko-geodezijo/42-leica-ts30>
(Pridobljeno 13. 2. 2013.)

Grigillo, D., Stopar, B. 2003. Metode odkrivanja grobih pogreškov v geodetskih opazovanjih. Geodetski vestnik 47, 4: 387–403.

Kogoj, D., Stopar, B. 2009. Geodetska izmera: 36 str.

http://www.izs.si/fileadmin/dokumenti/strokovni_izpiti/msgeo/Geodetska_izmera_2009.pdf
(Pridobljeno 8. 11. 2012.)

Koler, B., Savšek, S., Ambrožič, T., Sterle, O., Stopar, B., Kogoj, D. 2010. Realizacija geodezije v geotehniki. Geodetski vestnik 54, 3: 450–468.

Marjetič, A., Stopar, B. 2007. Geodetski datum in S-transformacija. Geodetski vestnik 51, 3: 549–564.

Pravilnik o tehničnem opazovanju visokih jezov. Uradni list SFRJ št. 7/1966: 128–129.

<http://prostor.gov.si/isgp/izpis.jsp?id=118> (Pridobljeno 18. 10. 2012.)

Prnaver, A. 2010. Tehnično opazovanje gradbenih objektov-monitoring hidroelektrarn na reki Dravi. V: Sedej, A. (ur.), Širca, A. (ur.), Ravnikar Turk, M. (ur.). 12. posvetovanje SLOCOLD: Varnost pregrad v Sloveniji, zbornik prispevkov. Krško, marec 2010. Ljubljana, SLOCOLD – Slovenski nacionalni komite za velike pregrade: str. 45–52.

http://www.slocold.si/zbornik/Z_12.pdf (Pridobljeno 3. 12. 2012.)

Savšek-Safić, S. 2002. Optimalna metoda določanja stabilnih točk v deformacijski analizi. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba S. Savšek-Safić): 211 str.

Savšek-Safić, S., Ambrožič, T., Stopar, B., Turk, G. 2003. Ugotavljanje premikov točk v geodetski mreži. Geodetski vestnik 47, 1 & 2: 7–17.

Savšek-Safić, S., Kogoj, D., Jaklič, S., Marjetič, A., Stegenšek, B., Mencin, A. 2004. 44. izmera HC Formin in jezovne zgradbe v Markovcih. Geodetska izmera horizontalnih in vertikalnih premikov geodetskih točk. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo: 27 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.

<http://gsgc.gzhu.edu.cn/gpsgd/UploadFile/2009426231151729.pdf> (Pridobljeno 8. 11. 2012.)

Savšek, S., Ambrožič, T., Kogoj, D., Koler, B., Sterle, O., Stopar, B. 2010. Geodezija v geotehniki. Geodetski vestnik 54, 1: 31–45.

Savšek, S., Kogoj, D., Marjetič, A., Jaklič, S., Stegenšek, B., Mencin, A. 2011. 58. izmera HC Formin in jezovne zgradbe v Markovcih. Geodetska izmera horizontalnih in vertikalnih premikov geodetskih točk. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za geodezijo: 55 str.

SLOCOLD, Slovenski nacionalni komite za velike pregrade. 2013.

<http://www.slocold.si/galerija/formin/formin.htm> (Pridobljeno 13. 2. 2013.)

Stopar, B. 2010/2011. Izravnalni račun 3. Zapiski iz predavanj. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: loč. pag.

Stopar, B., Koler, B., Kuhar, M. Osnovni geodetski sistem. Programska zasnova in priprava gradiv za izvedbo strokovnega dela izpita iz geodetske stroke.

http://e-prostor.gov.si/fileadmin/ogs/OSNOVNI_GEO_SISTEM.pdf (Pridobljeno 5. 11. 2012.)

Topo Cad Vest. 2013.

<http://www.topocadvest.ro/archives/650> (Pridobljeno 13. 2. 2013.)

SEZNAM PRILOG

**PRILOGA A: REZULTATI IZRAVNAVE POSAMEZNE TERMINSKE IZMERE, KJER
 GEODETSKI DATUM DOLOČATA DVE DANI TOČKI O4 IN O5**

Priloga A.1:	Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2008	A1
Priloga A.2:	Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2009	A2
Priloga A.3:	Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2009	A3
Priloga A.4:	Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2010	A4
Priloga A.5:	Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2010	A5
Priloga A.6:	Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2011	A6
Priloga A.7:	Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2011	A7
Priloga A.8:	Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2012	A8

**PRILOGA B: REZULTATI UGOTAVLJANJA HORIZONTALNIH PREMİKOV B1
 TOČK MED POSAMEZNIMI TERMINSKIMI IZMERAMI V OBDOBJU
 OD LETA 2008 DO LETA 2012**

Ta stran je namenoma prazna.

PRILOGE

PRILOGA A: REZULTATI IZRAVNAVE POSAMEZNE TERMINSKE IZMERE, KJER GEODETSKI DATUM DOLOČATA DVE DANI TOČKI O4 IN O5

A.1: Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2008

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
O6	836.9820	1263.0200	0.0006	0.0004	0.0007	0.0007	0.0004	101.
O7	1010.2207	1179.5865	0.0005	0.0005	0.0007	0.0007	0.0002	138.
O8	1110.4763	1164.6997	0.0005	0.0007	0.0009	0.0008	0.0003	148.
O9	1105.9041	1263.2008	0.0006	0.0007	0.0010	0.0009	0.0003	140.
O11	1138.3503	916.1495	0.0005	0.0008	0.0009	0.0008	0.0005	13.
O12	978.5584	914.0579	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	170.
O13	1028.6847	1289.8452	0.0007	0.0006	0.0009	0.0008	0.0003	131.
O14	1139.6404	999.3524	0.0004	0.0008	0.0009	0.0008	0.0004	173.
O15	999.9841	999.9999	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	156.
O16	1094.3615	1373.6980	0.0009	0.0008	0.0012	0.0011	0.0003	130.
O17	1032.5138	1435.0773	0.0010	0.0006	0.0012	0.0011	0.0004	118.
O18	1091.1776	1494.8644	0.0012	0.0008	0.0014	0.0014	0.0004	121.
O19	1023.3134	1560.8650	0.0014	0.0006	0.0015	0.0015	0.0004	111.
O20	1072.9133	1630.4194	0.0016	0.0008	0.0018	0.0017	0.0004	113.
O21	1007.4840	1645.1580	0.0017	0.0007	0.0018	0.0017	0.0005	105.
H1	1012.5694	1057.2409	0.0007	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	36.
H2	1033.4632	1062.6465	0.0007	0.0008	0.0010	0.0008	0.0007	161.
H26	1038.4625	1065.7935	0.0007	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	154.
H25	1039.2466	1066.4723	0.0007	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	153.
H3	1045.8917	1079.0370	0.0008	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	120.
H4	1088.4278	1080.3586	0.0008	0.0008	0.0011	0.0010	0.0006	139.
H23	1093.2512	1069.5584	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	144.
H22	1093.9634	1068.7975	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	144.
H5	1100.0332	1064.1790	0.0007	0.0009	0.0011	0.0010	0.0006	147.
H6	1122.9977	1059.0872	0.0007	0.0009	0.0012	0.0010	0.0006	148.
H7	1043.3999	1082.3001	0.0008	0.0007	0.0011	0.0008	0.0007	110.
H8	1067.2860	1082.5703	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	134.
H10	1043.0035	1099.8363	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	140.
H11	1067.0424	1100.1036	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	142.
H12	1097.5620	1100.4490	0.0007	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	146.
H13	1043.3920	1154.1519	0.0008	0.0006	0.0010	0.0008	0.0006	115.
H14	1065.6976	1154.3823	0.0008	0.0008	0.0011	0.0008	0.0007	133.
H15	1090.2501	1154.6602	0.0021	0.0008	0.0023	0.0021	0.0008	89.
H16	1044.1257	1168.4376	0.0006	0.0009	0.0011	0.0010	0.0005	158.
H17	1032.5907	1185.1761	0.0008	0.0008	0.0011	0.0010	0.0005	137.
H18	1015.8997	1201.4845	0.0007	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	137.
H19	1088.2349	1168.7414	0.0009	0.0011	0.0014	0.0011	0.0008	15.
H20	1099.9270	1186.5507	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	146.
H21	1116.0386	1202.9598	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	143.

A.2: Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2009

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
06	836.9801	1263.0173	0.0006	0.0006	0.0009	0.0006	0.0006	99.
07	1010.2232	1179.5909	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006	0.0002	134.
08	1110.4719	1164.7011	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0003	145.
09	1105.9006	1263.2021	0.0006	0.0006	0.0009	0.0008	0.0002	136.
011	1138.3476	916.1534	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	11.
012	978.5578	914.0604	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	171.
013	1028.6818	1289.8466	0.0006	0.0005	0.0008	0.0008	0.0002	126.
014	1139.6368	999.3550	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	171.
015	999.9825	1000.0022	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	155.
016	1094.3586	1373.6982	0.0008	0.0006	0.0010	0.0010	0.0003	127.
017	1032.5110	1435.0775	0.0009	0.0005	0.0011	0.0010	0.0003	116.
018	1091.1749	1494.8645	0.0010	0.0007	0.0012	0.0012	0.0003	120.
019	1023.3111	1560.8643	0.0012	0.0005	0.0013	0.0013	0.0003	111.
020	1072.9107	1630.4182	0.0014	0.0006	0.0015	0.0015	0.0004	112.
021	1007.4816	1645.1563	0.0014	0.0006	0.0015	0.0015	0.0004	105.
H1	1012.5656	1057.2445	0.0006	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	43.
H2	1033.4584	1062.6494	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	151.
H26	1038.4609	1065.7972	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	145.
H25	1039.2440	1066.4766	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	144.
H3	1045.8878	1079.0426	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	118.
H4	1088.4245	1080.3631	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	138.
H23	1093.2456	1069.5621	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	143.
H22	1093.9639	1068.8009	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	143.
H5	1100.0302	1064.1820	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	146.
H6	1122.9980	1059.0923	0.0006	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	147.
H7	1043.3955	1082.3022	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	110.
H8	1067.2834	1082.5715	0.0006	0.0006	0.0009	0.0007	0.0005	133.
H10	1043.0012	1099.8357	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	140.
H11	1067.0399	1100.1039	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	143.
H12	1097.5618	1100.4481	0.0005	0.0007	0.0009	0.0007	0.0004	147.
H13	1043.3869	1154.1529	0.0006	0.0005	0.0008	0.0007	0.0004	131.
H14	1065.6951	1154.3854	0.0007	0.0006	0.0009	0.0008	0.0006	129.
H15	1090.2473	1154.6608	0.0012	0.0007	0.0013	0.0012	0.0006	108.
H16	1044.1232	1168.4379	0.0007	0.0009	0.0011	0.0010	0.0005	146.
H17	1032.5861	1185.1764	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0004	134.
H18	1015.8953	1201.4879	0.0007	0.0006	0.0009	0.0008	0.0004	134.
H19	1088.2324	1168.7422	0.0008	0.0009	0.0012	0.0009	0.0008	15.
H20	1099.9221	1186.5510	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	140.
H21	1116.0334	1202.9630	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	139.

A.3: Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2009

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
O6	836.9823	1263.0195	0.0006	0.0003	0.0006	0.0006	0.0003	98.
O7	1010.2243	1179.5921	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0002	134.
O8	1110.4738	1164.7015	0.0004	0.0006	0.0007	0.0007	0.0003	145.
O9	1105.9020	1263.2024	0.0006	0.0006	0.0008	0.0008	0.0003	135.
O11	1138.3491	916.1532	0.0004	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	16.
O12	978.5577	914.0608	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	161.
O13	1028.6835	1289.8473	0.0006	0.0004	0.0007	0.0007	0.0002	124.
O14	1139.6390	999.3556	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	173.
O15	999.9832	1000.0029	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	151.
O16	1094.3605	1373.6982	0.0008	0.0006	0.0010	0.0009	0.0003	126.
O17	1032.5135	1435.0777	0.0009	0.0005	0.0010	0.0009	0.0003	115.
O18	1091.1765	1494.8638	0.0010	0.0006	0.0012	0.0011	0.0003	119.
O19	1023.3134	1560.8639	0.0011	0.0005	0.0012	0.0012	0.0003	110.
O20	1072.9122	1630.4175	0.0013	0.0006	0.0015	0.0014	0.0004	111.
O21	1007.4842	1645.1553	0.0014	0.0005	0.0015	0.0014	0.0004	103.
H1	1012.5691	1057.2435	0.0006	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	51.
H2	1033.4604	1062.6500	0.0006	0.0006	0.0009	0.0006	0.0006	82.
H26	1038.4617	1065.7974	0.0006	0.0006	0.0009	0.0006	0.0006	109.
H25	1039.2460	1066.4765	0.0006	0.0006	0.0009	0.0006	0.0006	109.
H3	1045.8902	1079.0403	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	97.
H4	1088.4262	1080.3610	0.0007	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	135.
H23	1093.2497	1069.5609	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	141.
H22	1093.9645	1068.8029	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	141.
H5	1100.0321	1064.1834	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	144.
H6	1122.9986	1059.0933	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	145.
H7	1043.3992	1082.3025	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	92.
H8	1067.2846	1082.5724	0.0006	0.0006	0.0009	0.0007	0.0005	128.
H10	1043.0041	1099.8382	0.0005	0.0005	0.0008	0.0006	0.0004	136.
H11	1067.0412	1100.1061	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	139.
H12	1097.5613	1100.4517	0.0006	0.0006	0.0008	0.0007	0.0005	143.
H13	1043.3907	1154.1547	0.0006	0.0005	0.0008	0.0006	0.0004	128.
H14	1065.6960	1154.3854	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	123.
H15	1090.2465	1154.6626	0.0018	0.0006	0.0019	0.0018	0.0006	86.
H16	1044.1240	1168.4359	0.0005	0.0008	0.0009	0.0008	0.0005	157.
H17	1032.5876	1185.1780	0.0007	0.0006	0.0009	0.0008	0.0004	134.
H18	1015.8983	1201.4838	0.0006	0.0006	0.0009	0.0008	0.0004	134.
H19	1088.2331	1168.7426	0.0008	0.0009	0.0012	0.0009	0.0007	23.
H20	1099.9242	1186.5527	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0005	139.
H21	1116.0361	1202.9623	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	139.

A.4: Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2010

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
06	836.9824	1263.0161	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	42.
07	1010.2259	1179.5877	0.0003	0.0003	0.0005	0.0005	0.0002	136.
08	1110.4756	1164.6981	0.0004	0.0005	0.0006	0.0006	0.0002	147.
09	1105.9038	1263.1990	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0002	137.
011	1138.3492	916.1492	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	10.
012	978.5583	914.0575	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0002	165.
013	1028.6849	1289.8436	0.0005	0.0004	0.0006	0.0006	0.0002	127.
014	1139.6398	999.3513	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	170.
015	999.9842	999.9997	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0002	153.
016	1094.3621	1373.6958	0.0007	0.0005	0.0008	0.0008	0.0002	125.
017	1032.5148	1435.0746	0.0008	0.0004	0.0009	0.0009	0.0003	109.
018	1091.1778	1494.8611	0.0010	0.0005	0.0011	0.0011	0.0003	113.
019	1023.3142	1560.8614	0.0012	0.0004	0.0013	0.0012	0.0004	97.
020	1072.9141	1630.4147	0.0015	0.0005	0.0016	0.0015	0.0004	102.
021	1007.4854	1645.1532	0.0015	0.0005	0.0016	0.0015	0.0005	91.
H1	1012.5683	1057.2410	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	15.
H2	1033.4633	1062.6461	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	152.
H26	1038.4648	1065.7912	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	148.
H25	1039.2474	1066.4722	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	148.
H3	1045.8914	1079.0370	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	130.
H4	1088.4271	1080.3594	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	140.
H23	1093.2495	1069.5568	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	144.
H22	1093.9628	1068.7974	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	145.
H5	1100.0355	1064.1800	0.0005	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	147.
H6	1123.0003	1059.0891	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	148.
H7	1043.3988	1082.2985	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	123.
H8	1067.2868	1082.5680	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	135.
H10	1043.0040	1099.8342	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	138.
H11	1067.0424	1100.1017	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	141.
H12	1097.5648	1100.4477	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	144.
H13	1043.3896	1154.1502	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	135.
H14	1065.6982	1154.3819	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	134.
H15	1090.2503	1154.6581	0.0008	0.0005	0.0009	0.0008	0.0004	108.
H16	1044.1245	1168.4335	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	155.
H17	1032.5890	1185.1736	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	136.
H18	1015.8982	1201.4822	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	135.
H19	1088.2357	1168.7399	0.0006	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	8.
H20	1099.9270	1186.5482	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	144.
H21	1116.0378	1202.9610	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	142.

A.5: Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2010

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
O6	836.9824	1263.0191	0.0005	0.0003	0.0006	0.0005	0.0003	96.
O7	1010.2249	1179.5889	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0002	136.
O8	1110.4729	1164.6988	0.0004	0.0006	0.0007	0.0007	0.0003	148.
O9	1105.9021	1263.1993	0.0005	0.0006	0.0008	0.0008	0.0003	137.
O11	1138.3485	916.1513	0.0004	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	21.
O12	978.5575	914.0587	0.0004	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	22.
O13	1028.6839	1289.8448	0.0006	0.0005	0.0007	0.0007	0.0002	127.
O14	1139.6387	999.3532	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	178.
O15	999.9829	1000.0007	0.0003	0.0004	0.0006	0.0004	0.0003	161.
O16	1094.3616	1373.6957	0.0007	0.0006	0.0010	0.0009	0.0003	127.
O17	1032.5144	1435.0753	0.0009	0.0005	0.0010	0.0010	0.0003	115.
O18	1091.1779	1494.8616	0.0010	0.0006	0.0012	0.0012	0.0004	118.
O19	1023.3155	1560.8619	0.0012	0.0005	0.0013	0.0013	0.0005	104.
O20	1072.9150	1630.4145	0.0015	0.0006	0.0016	0.0015	0.0005	107.
O21	1007.4868	1645.1541	0.0015	0.0006	0.0016	0.0015	0.0005	98.
H1	1012.5688	1057.2425	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	49.
H2	1033.4600	1062.6470	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0006	46.
H26	1038.4622	1065.7947	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	51.
H25	1039.2452	1066.4735	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	53.
H3	1045.8907	1079.0371	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	75.
H4	1088.4257	1080.3589	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0006	134.
H23	1093.2496	1069.5593	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	141.
H22	1093.9649	1068.8004	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	141.
H5	1100.0310	1064.1803	0.0007	0.0008	0.0010	0.0008	0.0005	144.
H6	1122.9975	1059.0861	0.0007	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	146.
H7	1043.3986	1082.3003	0.0008	0.0007	0.0010	0.0008	0.0007	75.
H8	1067.2847	1082.5710	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0006	124.
H10	1043.0032	1099.8360	0.0005	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	145.
H11	1067.0406	1100.1037	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	147.
H12	1097.5616	1100.4493	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	152.
H13	1043.3903	1154.1511	0.0006	0.0005	0.0008	0.0007	0.0005	127.
H14	1065.6958	1154.3825	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0006	115.
H15	1090.2462	1154.6594	0.0012	0.0006	0.0013	0.0012	0.0006	100.
H16	1044.1239	1168.4339	0.0006	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	161.
H17	1032.5889	1185.1738	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0005	135.
H18	1015.8984	1201.4817	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	136.
H19	1088.2334	1168.7407	0.0008	0.0010	0.0013	0.0010	0.0008	27.
H20	1099.9207	1186.5510	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0006	140.
H21	1116.0334	1202.9599	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	139.

A.6: Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2011

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
06	836.9802	1263.0189	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0005	155.
07	1010.2244	1179.5903	0.0003	0.0004	0.0005	0.0005	0.0001	138.
08	1110.4745	1164.7008	0.0003	0.0005	0.0006	0.0006	0.0002	147.
09	1105.9026	1263.2020	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0002	139.
011	1138.3488	916.1523	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	5.
012	978.5579	914.0598	0.0002	0.0003	0.0004	0.0003	0.0002	166.
013	1028.6834	1289.8459	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006	0.0002	132.
014	1139.6391	999.3544	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0002	168.
015	999.9835	1000.0017	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0002	155.
016	1094.3599	1373.6982	0.0006	0.0005	0.0008	0.0008	0.0002	128.
017	1032.5115	1435.0766	0.0007	0.0004	0.0009	0.0008	0.0003	114.
018	1091.1742	1494.8641	0.0009	0.0005	0.0010	0.0010	0.0003	116.
019	1023.3087	1560.8626	0.0011	0.0005	0.0012	0.0011	0.0004	101.
020	1072.9077	1630.4173	0.0013	0.0005	0.0014	0.0014	0.0004	104.
021	1007.4785	1645.1540	0.0014	0.0005	0.0014	0.0014	0.0005	93.
H1	1012.5670	1057.2429	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	162.
H2	1033.4603	1062.6476	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	152.
H26	1038.4633	1065.7976	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	151.
H25	1039.2483	1066.4715	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	150.
H3	1045.8904	1079.0398	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	141.
H4	1088.4246	1080.3634	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	142.
H23	1093.2514	1069.5605	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	146.
H22	1093.9615	1068.8005	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	147.
H5	1100.0318	1064.1801	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	149.
H6	1123.0005	1059.0916	0.0004	0.0006	0.0007	0.0006	0.0003	150.
H7	1043.3977	1082.2996	0.0005	0.0005	0.0007	0.0005	0.0004	138.
H8	1067.2856	1082.5699	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	139.
H10	1043.0024	1099.8356	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	140.
H11	1067.0415	1100.1034	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	143.
H12	1097.5647	1100.4497	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	145.
H13	1043.3883	1154.1527	0.0004	0.0004	0.0006	0.0005	0.0003	140.
H14	1065.6969	1154.3841	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	139.
H15	1090.2492	1154.6606	0.0007	0.0005	0.0009	0.0008	0.0004	110.
H16	1044.1226	1168.4371	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0003	147.
H17	1032.5875	1185.1762	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	139.
H18	1015.8949	1201.4885	0.0005	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	137.
H19	1088.2350	1168.7416	0.0005	0.0007	0.0008	0.0007	0.0005	176.
H20	1099.9244	1186.5541	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0004	146.
H21	1116.0384	1202.9637	0.0004	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	144.

A.7: Rezultati izravnave druge terminske izmere leta 2011

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
O6	836.9845	1263.0192	0.0005	0.0003	0.0006	0.0005	0.0003	99.
O7	1010.2277	1179.5876	0.0004	0.0004	0.0006	0.0006	0.0002	137.
O8	1110.4756	1164.6967	0.0004	0.0006	0.0007	0.0007	0.0003	149.
O9	1105.9053	1263.1980	0.0006	0.0006	0.0008	0.0008	0.0003	139.
O11	1138.3495	916.1490	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	18.
O12	978.5583	914.0579	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0003	8.
O13	1028.6872	1289.8433	0.0006	0.0005	0.0008	0.0007	0.0002	130.
O14	1139.6405	999.3506	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	177.
O15	999.9843	999.9996	0.0003	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	161.
O16	1094.3648	1373.6945	0.0008	0.0006	0.0010	0.0009	0.0003	129.
O17	1032.5174	1435.0738	0.0009	0.0005	0.0010	0.0010	0.0003	116.
O18	1091.1805	1494.8599	0.0011	0.0007	0.0013	0.0012	0.0004	119.
O19	1023.3183	1560.8597	0.0013	0.0006	0.0014	0.0013	0.0005	105.
O20	1072.9171	1630.4133	0.0015	0.0007	0.0017	0.0016	0.0005	108.
O21	1007.4891	1645.1523	0.0016	0.0006	0.0017	0.0016	0.0006	98.
H1	1012.5709	1057.2402	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0006	45.
H2	1033.4637	1062.6461	0.0007	0.0007	0.0009	0.0007	0.0006	27.
H26	1038.4642	1065.7942	0.0007	0.0007	0.0009	0.0007	0.0007	26.
H25	1039.2468	1066.4714	0.0007	0.0007	0.0009	0.0007	0.0007	28.
H3	1045.8931	1079.0368	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	85.
H4	1088.4270	1080.3570	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	137.
H23	1093.2506	1069.5569	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	143.
H22	1093.9637	1068.7971	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	144.
H5	1100.0324	1064.1784	0.0006	0.0008	0.0010	0.0008	0.0005	146.
H6	1122.9995	1059.0881	0.0007	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	148.
H7	1043.4013	1082.2990	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	82.
H8	1067.2869	1082.5692	0.0007	0.0006	0.0009	0.0007	0.0005	130.
H10	1043.0070	1099.8354	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	145.
H11	1067.0431	1100.1033	0.0005	0.0006	0.0008	0.0007	0.0004	147.
H12	1097.5628	1100.4487	0.0005	0.0007	0.0009	0.0007	0.0005	151.
H13	1043.3929	1154.1509	0.0006	0.0006	0.0008	0.0007	0.0005	132.
H14	1065.6993	1154.3815	0.0014	0.0007	0.0016	0.0014	0.0007	98.
H15	1090.2482	1154.6586	0.0011	0.0006	0.0013	0.0012	0.0006	102.
H16	1044.1270	1168.4328	0.0006	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	160.
H17	1032.5932	1185.1709	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0005	137.
H18	1015.9006	1201.4828	0.0007	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	137.
H19	1088.2349	1168.7394	0.0008	0.0010	0.0013	0.0010	0.0008	21.
H20	1099.9238	1186.5507	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	145.
H21	1116.0360	1202.9587	0.0006	0.0007	0.0010	0.0008	0.0005	142.

A.8: Rezultati izravnave prve terminske izmere leta 2012

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
O6	836.9834	1263.0198	0.0006	0.0004	0.0007	0.0006	0.0003	100.
O7	1010.2279	1179.5896	0.0004	0.0005	0.0006	0.0006	0.0002	137.
O8	1110.4751	1164.6985	0.0005	0.0007	0.0008	0.0007	0.0003	149.
O9	1105.9044	1263.2007	0.0006	0.0007	0.0009	0.0009	0.0003	139.
O11	1138.3498	916.1503	0.0005	0.0007	0.0009	0.0007	0.0004	17.
O12	978.5586	914.0589	0.0004	0.0004	0.0006	0.0004	0.0004	180.
O13	1028.6859	1289.8449	0.0006	0.0005	0.0008	0.0008	0.0003	130.
O14	1139.6404	999.3530	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007	0.0004	176.
O15	999.9841	1000.0010	0.0004	0.0005	0.0006	0.0005	0.0003	160.
O16	1094.3629	1373.6971	0.0008	0.0007	0.0011	0.0010	0.0003	129.
O17	1032.5146	1435.0758	0.0010	0.0006	0.0011	0.0011	0.0004	117.
O18	1091.1781	1494.8630	0.0012	0.0007	0.0014	0.0013	0.0004	119.
O19	1023.3154	1560.8632	0.0014	0.0006	0.0015	0.0014	0.0005	105.
O20	1072.9143	1630.4166	0.0017	0.0007	0.0018	0.0017	0.0005	108.
O21	1007.4861	1645.1553	0.0017	0.0006	0.0018	0.0017	0.0006	98.
H1	1012.5694	1057.2428	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0007	43.
H2	1033.4617	1062.6478	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	12.
H26	1038.4639	1065.7959	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	3.
H25	1039.2494	1066.4714	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	1.
H3	1045.8918	1079.0389	0.0007	0.0007	0.0010	0.0007	0.0007	95.
H4	1088.4283	1080.3605	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	138.
H23	1093.2514	1069.5596	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	144.
H22	1093.9661	1068.7969	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	144.
H5	1100.0330	1064.1800	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0006	147.
H6	1123.0008	1059.0905	0.0007	0.0009	0.0011	0.0010	0.0006	148.
H7	1043.3992	1082.3003	0.0008	0.0007	0.0010	0.0008	0.0007	89.
H8	1067.2871	1082.5701	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0006	132.
H10	1043.0037	1099.8353	0.0006	0.0006	0.0008	0.0007	0.0005	143.
H11	1067.0430	1100.1031	0.0006	0.0006	0.0009	0.0007	0.0005	145.
H12	1097.5655	1100.4489	0.0006	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	150.
H13	1043.3905	1154.1508	0.0006	0.0006	0.0009	0.0007	0.0005	133.
H14	1065.6980	1154.3817	0.0007	0.0007	0.0010	0.0008	0.0007	128.
H15	1090.2505	1154.6586	0.0012	0.0007	0.0014	0.0012	0.0006	103.
H16	1044.1256	1168.4326	0.0006	0.0009	0.0011	0.0009	0.0005	160.
H17	1032.5900	1185.1737	0.0007	0.0008	0.0011	0.0009	0.0005	137.
H18	1015.8970	1201.4851	0.0007	0.0007	0.0010	0.0009	0.0005	137.
H19	1088.2382	1168.7400	0.0008	0.0010	0.0013	0.0011	0.0008	19.
H20	1099.9278	1186.5490	0.0007	0.0008	0.0010	0.0008	0.0006	145.
H21	1116.0379	1202.9617	0.0007	0.0008	0.0010	0.0009	0.0005	142.


```

H16      * * * * * * * *
H17      * * * * * * * *
H18      * * * * * * * *
H19      * * * * * * * *
H20      * * * * * * * *
H21      * * * * * * * *

```

Koordinatne razlike, smerni koti premikov in premiki posameznih točk.

Število iteracij za izračun porazdelitvene funkcije je 9999.

Stopnja značilnosti testa alfa je 0.050 (= 5.00%).

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 2.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
06	-0.0019	-0.0027	215.	0.0033	0.0007	4.5038	2.4126	0.00	*
07	0.0025	0.0044	30.	0.0051	0.0004	12.9226	2.1115	0.00	*
08	-0.0044	0.0014	288.	0.0046	0.0009	5.2415	2.1320	0.00	*
09	-0.0035	0.0013	290.	0.0037	0.0011	3.3423	2.0811	0.12	*
011	-0.0027	0.0039	325.	0.0047	0.0008	5.6217	2.3026	0.00	*
012	-0.0006	0.0025	347.	0.0026	0.0006	4.0134	2.4203	0.02	*
013	-0.0029	0.0014	296.	0.0032	0.0011	2.9076	2.0594	0.48	
014	-0.0036	0.0026	306.	0.0044	0.0008	5.3265	2.2803	0.00	*
015	-0.0016	0.0023	325.	0.0028	0.0007	3.7829	2.3607	0.04	*
016	-0.0029	0.0002	274.	0.0029	0.0012	2.3436	2.0655	2.34	
017	-0.0028	0.0002	274.	0.0028	0.0014	1.9763	2.0773	6.46	
018	-0.0027	0.0001	272.	0.0027	0.0016	1.6742	2.0504	12.29	
019	-0.0023	-0.0007	253.	0.0024	0.0015	1.5527	2.0296	14.80	
020	-0.0026	-0.0012	245.	0.0029	0.0016	1.7840	2.0311	9.38	
021	-0.0024	-0.0017	235.	0.0029	0.0015	1.9128	2.0608	7.54	
H1	-0.0038	0.0036	313.	0.0052	0.0010	5.4886	2.4515	0.00	*
H2	-0.0048	0.0029	301.	0.0056	0.0010	5.6854	2.4545	0.00	*
H26	-0.0016	0.0037	337.	0.0040	0.0010	3.9733	2.4538	0.03	*
H25	-0.0026	0.0043	329.	0.0050	0.0010	4.9413	2.4536	0.00	*
H3	-0.0039	0.0056	325.	0.0068	0.0010	6.5646	2.4500	0.00	*
H4	-0.0033	0.0045	324.	0.0056	0.0013	4.3960	2.3245	0.00	*
H23	-0.0056	0.0037	303.	0.0067	0.0012	5.5588	2.3231	0.00	*
H22	0.0005	0.0034	8.	0.0034	0.0010	3.3101	2.3239	0.27	*
H5	-0.0030	0.0030	315.	0.0042	0.0012	3.4053	2.3223	0.22	*
H6	0.0003	0.0051	3.	0.0051	0.0012	4.3590	2.3068	0.00	*
H7	-0.0044	0.0021	296.	0.0049	0.0011	4.5703	2.4485	0.00	*
H8	-0.0026	0.0012	295.	0.0029	0.0011	2.6728	2.3896	2.41	
H10	-0.0023	-0.0006	255.	0.0024	0.0007	3.2376	2.3716	0.43	*
H11	-0.0025	0.0003	277.	0.0025	0.0009	2.9045	2.3408	1.07	
H12	-0.0002	-0.0009	193.	0.0009	0.0009	0.9889	2.3373	58.39	
H13	-0.0051	0.0010	281.	0.0052	0.0010	5.0036	2.3711	0.00	*
H14	-0.0025	0.0031	321.	0.0040	0.0011	3.5519	2.4216	0.18	*
H15	-0.0028	0.0006	282.	0.0029	0.0024	1.1940	2.1632	39.29	
H16	-0.0025	0.0003	277.	0.0025	0.0010	2.5074	2.2963	2.91	
H17	-0.0046	0.0003	274.	0.0046	0.0011	4.3423	2.2196	0.00	*
H18	-0.0044	0.0034	308.	0.0056	0.0012	4.5702	2.2819	0.00	*
H19	-0.0025	0.0008	288.	0.0026	0.0011	2.3121	2.4227	6.41	
H20	-0.0049	0.0003	274.	0.0049	0.0010	4.9706	2.3945	0.00	*
H21	-0.0052	0.0032	302.	0.0061	0.0012	5.0907	2.3183	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 3.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
06	0.0003	-0.0005	149.	0.0006	0.0007	0.8703	2.2848	64.69	
07	0.0036	0.0056	33.	0.0067	0.0004	18.1904	2.1295	0.00	*
08	-0.0025	0.0018	306.	0.0031	0.0010	3.1283	2.1561	0.30	*
09	-0.0021	0.0016	307.	0.0026	0.0012	2.2353	2.0941	3.43	
011	-0.0012	0.0037	342.	0.0039	0.0009	4.2310	2.3228	0.00	*

o12	-0.0007	0.0029	346.	0.0030	0.0006	4.7322	2.4284	0.00	*
o13	-0.0012	0.0021	330.	0.0024	0.0010	2.3731	2.0805	2.19	
o14	-0.0014	0.0032	336.	0.0035	0.0010	3.5182	2.2928	0.11	*
o15	-0.0009	0.0030	343.	0.0031	0.0007	4.3101	2.3731	0.00	*
o16	-0.0010	0.0002	281.	0.0010	0.0013	0.7908	2.0830	59.49	
o17	-0.0003	0.0004	323.	0.0005	0.0013	0.3705	2.0830	88.86	
o18	-0.0011	-0.0006	241.	0.0013	0.0010	1.2494	2.0639	27.89	
o19	0.0000	-0.0011	180.	0.0011	0.0008	1.3822	2.0319	21.14	
o20	-0.0011	-0.0019	210.	0.0022	0.0006	3.4559	2.0343	0.07	*
o21	0.0002	-0.0027	176.	0.0027	0.0009	2.8628	2.0672	0.57	
H1	-0.0003	0.0026	353.	0.0026	0.0010	2.6821	2.4515	2.88	
H2	-0.0028	0.0035	321.	0.0045	0.0010	4.5596	2.4545	0.00	*
H26	-0.0008	0.0039	348.	0.0040	0.0010	4.0227	2.4542	0.03	*
H25	-0.0006	0.0042	352.	0.0042	0.0010	4.2930	2.4541	0.01	*
H3	-0.0015	0.0033	336.	0.0036	0.0010	3.6125	2.4490	0.16	*
H4	-0.0016	0.0024	326.	0.0029	0.0012	2.3185	2.3346	5.25	
H23	-0.0015	0.0025	329.	0.0029	0.0012	2.3697	2.3340	4.57	
H22	0.0011	0.0054	12.	0.0055	0.0010	5.5481	2.3346	0.00	*
H5	-0.0011	0.0044	346.	0.0045	0.0012	3.8089	2.3296	0.03	*
H6	0.0009	0.0061	8.	0.0062	0.0011	5.5791	2.3140	0.00	*
H7	-0.0007	0.0024	344.	0.0025	0.0010	2.5341	2.4478	4.12	
H8	-0.0014	0.0021	326.	0.0025	0.0011	2.3717	2.3989	5.27	
H10	0.0006	0.0019	18.	0.0020	0.0008	2.6071	2.3882	2.94	
H11	-0.0012	0.0025	334.	0.0028	0.0010	2.7528	2.3571	1.81	
H12	-0.0007	0.0027	345.	0.0028	0.0011	2.6152	2.3566	2.67	
H13	-0.0013	0.0028	335.	0.0031	0.0010	3.2191	2.3787	0.51	*
H14	-0.0016	0.0031	333.	0.0035	0.0011	3.2688	2.4314	0.52	*
H15	-0.0036	0.0024	304.	0.0043	0.0023	1.8540	2.1190	10.08	
H16	-0.0017	-0.0017	225.	0.0024	0.0008	2.9075	2.3146	0.93	
H17	-0.0031	0.0019	302.	0.0036	0.0013	2.8832	2.2322	0.87	
H18	-0.0014	-0.0007	243.	0.0016	0.0007	2.1076	2.2993	7.93	
H19	-0.0018	0.0012	304.	0.0022	0.0011	1.8990	2.4214	16.56	
H20	-0.0028	0.0020	306.	0.0034	0.0011	3.0894	2.4069	0.77	*
H21	-0.0025	0.0025	315.	0.0035	0.0012	2.9359	2.3351	0.98	

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 4.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0004	-0.0039	174.	0.0039	0.0006	6.3618	2.4112	0.00	*
o7	0.0052	0.0012	77.	0.0053	0.0005	11.4455	2.1139	0.00	*
o8	-0.0007	-0.0016	204.	0.0017	0.0006	2.7356	2.1454	1.09	
o9	-0.0003	-0.0018	189.	0.0018	0.0008	2.3757	2.0803	2.20	
o11	-0.0011	-0.0003	255.	0.0011	0.0007	1.7123	2.3076	19.94	
o12	-0.0001	-0.0004	194.	0.0004	0.0006	0.7164	2.4159	76.65	
o13	0.0002	-0.0016	173.	0.0016	0.0008	2.0752	2.0783	5.04	
o14	-0.0006	-0.0011	209.	0.0013	0.0008	1.5157	2.2825	25.50	
o15	0.0001	-0.0002	153.	0.0002	0.0007	0.3233	2.3549	94.78	
o16	0.0006	-0.0022	165.	0.0023	0.0011	2.0358	2.0812	5.46	
o17	0.0010	-0.0027	160.	0.0029	0.0011	2.6813	2.1121	1.10	
o18	0.0002	-0.0033	177.	0.0033	0.0010	3.2745	2.0738	0.11	*
o19	0.0008	-0.0036	167.	0.0037	0.0010	3.5653	2.0714	0.06	*
o20	0.0008	-0.0047	170.	0.0048	0.0012	3.9869	2.0476	0.01	*
o21	0.0014	-0.0048	164.	0.0050	0.0012	4.2446	2.0818	0.00	*
H1	-0.0011	0.0001	275.	0.0011	0.0009	1.2636	2.4512	44.89	
H2	0.0001	-0.0004	166.	0.0004	0.0009	0.4525	2.4536	90.42	
H26	0.0023	-0.0023	135.	0.0033	0.0009	3.5570	2.4522	0.19	*
H25	0.0008	-0.0001	97.	0.0008	0.0009	0.9206	2.4522	65.68	
H3	-0.0003	0.0000	270.	0.0003	0.0009	0.3238	2.4503	95.29	
H4	-0.0007	0.0008	319.	0.0011	0.0011	0.9262	2.3259	61.79	
H23	-0.0017	-0.0016	227.	0.0023	0.0007	3.4191	2.3216	0.20	*
H22	-0.0006	-0.0001	261.	0.0006	0.0008	0.7762	2.3214	71.16	
H5	0.0023	0.0010	67.	0.0025	0.0007	3.6517	2.3218	0.08	*
H6	0.0026	0.0019	54.	0.0032	0.0007	4.7856	2.3009	0.00	*
H7	-0.0011	-0.0016	215.	0.0019	0.0009	2.2024	2.4497	9.02	
H8	0.0008	-0.0023	161.	0.0024	0.0010	2.5026	2.3742	3.64	

H10	0.0005	-0.0021	167.	0.0022	0.0009	2.5221	2.3769	3.53	
H11	0.0000	-0.0019	180.	0.0019	0.0008	2.2670	2.3459	6.04	
H12	0.0028	-0.0013	115.	0.0031	0.0009	3.2500	2.3496	0.39	*
H13	-0.0024	-0.0017	235.	0.0029	0.0007	4.0121	2.3758	0.02	*
H14	0.0006	-0.0004	124.	0.0007	0.0010	0.7160	2.4200	76.75	
H15	0.0002	-0.0021	175.	0.0021	0.0010	2.1420	2.1569	5.26	
H16	-0.0012	-0.0041	196.	0.0043	0.0010	4.3631	2.2952	0.00	*
H17	-0.0017	-0.0025	214.	0.0030	0.0006	4.9433	2.2175	0.00	*
H18	-0.0015	-0.0023	213.	0.0027	0.0006	4.3126	2.2815	0.00	*
H19	0.0008	-0.0015	152.	0.0017	0.0012	1.4481	2.4191	34.37	
H20	0.0000	-0.0025	180.	0.0025	0.0010	2.5733	2.3898	3.22	
H21	-0.0008	0.0012	326.	0.0014	0.0011	1.2791	2.3106	39.34	

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 5.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
06	0.0004	-0.0009	156.	0.0010	0.0006	1.6015	2.2930	23.43	
07	0.0042	0.0024	60.	0.0048	0.0004	13.0403	2.1375	0.00	*
08	-0.0034	-0.0009	255.	0.0035	0.0005	6.9026	2.1595	0.00	*
09	-0.0020	-0.0015	233.	0.0025	0.0004	6.0338	2.1029	0.00	*
011	-0.0018	0.0018	315.	0.0025	0.0007	3.4448	2.3224	0.14	*
012	-0.0009	0.0008	312.	0.0012	0.0006	2.0956	2.4367	11.02	
013	-0.0008	-0.0004	243.	0.0009	0.0005	1.6433	2.0935	14.10	
014	-0.0017	0.0008	295.	0.0019	0.0007	2.6193	2.2882	2.14	
015	-0.0012	0.0008	304.	0.0014	0.0007	2.1849	2.3859	8.07	
016	0.0001	-0.0023	178.	0.0023	0.0010	2.2909	2.0957	2.79	
017	0.0006	-0.0020	163.	0.0021	0.0011	1.9223	2.0922	7.83	
018	0.0003	-0.0028	174.	0.0028	0.0011	2.4759	2.0761	1.66	
019	0.0021	-0.0031	146.	0.0037	0.0016	2.3916	2.0660	2.18	
020	0.0017	-0.0049	161.	0.0052	0.0015	3.3660	2.0527	0.09	*
021	0.0028	-0.0039	144.	0.0048	0.0018	2.7370	2.0860	0.84	
H1	-0.0006	0.0016	339.	0.0017	0.0010	1.7529	2.4464	21.78	
H2	-0.0032	0.0005	279.	0.0032	0.0010	3.2803	2.4536	0.59	*
H26	-0.0003	0.0012	346.	0.0012	0.0010	1.2207	2.4543	47.42	
H25	-0.0014	0.0012	311.	0.0018	0.0010	1.8309	2.4544	19.37	
H3	-0.0010	0.0001	276.	0.0010	0.0011	0.9373	2.4523	64.57	
H4	-0.0021	0.0003	278.	0.0021	0.0011	1.8946	2.3473	14.32	
H23	-0.0016	0.0009	299.	0.0018	0.0012	1.5275	2.3441	27.79	
H22	0.0015	0.0029	27.	0.0033	0.0009	3.6290	2.3445	0.09	*
H5	-0.0022	0.0013	301.	0.0026	0.0012	2.1363	2.3393	8.14	
H6	-0.0002	-0.0011	190.	0.0011	0.0011	0.9968	2.3228	56.82	
H7	-0.0013	0.0002	279.	0.0013	0.0011	1.2036	2.4502	48.16	
H8	-0.0013	0.0007	298.	0.0015	0.0011	1.3595	2.4082	38.30	
H10	-0.0003	-0.0003	225.	0.0004	0.0007	0.6264	2.3905	81.08	
H11	-0.0018	0.0001	273.	0.0018	0.0008	2.1964	2.3592	7.39	
H12	-0.0004	0.0003	307.	0.0005	0.0011	0.4722	2.3563	88.42	
H13	-0.0017	-0.0008	245.	0.0019	0.0009	2.1578	2.3871	8.72	
H14	-0.0018	0.0002	276.	0.0018	0.0011	1.6857	2.4392	23.93	
H15	-0.0039	-0.0008	258.	0.0040	0.0024	1.6726	2.1567	16.65	
H16	-0.0018	-0.0037	206.	0.0041	0.0010	3.9301	2.3176	0.01	*
H17	-0.0018	-0.0023	218.	0.0029	0.0007	4.2218	2.2408	0.00	*
H18	-0.0013	-0.0028	205.	0.0031	0.0008	3.8590	2.3138	0.02	*
H19	-0.0015	-0.0007	245.	0.0017	0.0013	1.2404	2.4171	44.99	
H20	-0.0063	0.0003	273.	0.0063	0.0010	6.3485	2.4167	0.00	*
H21	-0.0052	0.0001	271.	0.0052	0.0010	5.2891	2.3486	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 6.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
06	-0.0018	-0.0011	239.	0.0021	0.0007	2.9597	2.4106	1.13	
07	0.0037	0.0038	44.	0.0053	0.0003	18.7642	2.1082	0.00	*
08	-0.0018	0.0011	301.	0.0021	0.0009	2.3507	2.1375	2.94	
09	-0.0015	0.0012	309.	0.0019	0.0011	1.7331	2.0795	11.47	

o11	-0.0015	0.0028	332.	0.0032	0.0008	3.9022	2.2950	0.02	*
o12	-0.0005	0.0019	345.	0.0020	0.0006	3.2426	2.4093	0.53	*
o13	-0.0013	0.0007	298.	0.0015	0.0010	1.4744	2.0789	19.29	
o14	-0.0013	0.0020	327.	0.0024	0.0009	2.6566	2.2661	1.67	
o15	-0.0006	0.0018	342.	0.0019	0.0007	2.7358	2.3364	1.74	
o16	-0.0016	0.0002	277.	0.0016	0.0012	1.3950	2.0834	22.46	
o17	-0.0023	-0.0007	253.	0.0024	0.0011	2.2682	2.1000	3.14	
o18	-0.0034	-0.0003	265.	0.0034	0.0014	2.4139	2.0699	1.96	
o19	-0.0047	-0.0024	243.	0.0053	0.0013	3.9126	2.0691	0.01	*
o20	-0.0056	-0.0021	249.	0.0060	0.0017	3.4789	2.0453	0.07	*
o21	-0.0055	-0.0040	234.	0.0068	0.0016	4.2665	2.0883	0.00	*
H1	-0.0024	0.0020	310.	0.0031	0.0009	3.6538	2.4510	0.15	*
H2	-0.0029	0.0011	291.	0.0031	0.0009	3.5887	2.4520	0.18	*
H26	0.0008	0.0041	11.	0.0042	0.0009	4.7470	2.4508	0.00	*
H25	0.0017	-0.0008	115.	0.0019	0.0009	2.1214	2.4504	10.62	
H3	-0.0013	0.0028	335.	0.0031	0.0009	3.3317	2.4507	0.45	*
H4	-0.0032	0.0048	326.	0.0058	0.0011	5.1098	2.3202	0.00	*
H23	0.0002	0.0021	5.	0.0021	0.0009	2.2207	2.3179	6.33	
H22	-0.0019	0.0030	328.	0.0036	0.0011	3.1714	2.3179	0.43	*
H5	-0.0014	0.0011	308.	0.0018	0.0011	1.6403	2.3170	21.96	
H6	0.0028	0.0044	32.	0.0052	0.0008	6.6367	2.2947	0.00	*
H7	-0.0022	-0.0005	257.	0.0023	0.0009	2.4940	2.4494	4.52	
H8	-0.0004	-0.0004	225.	0.0006	0.0007	0.8337	2.3716	68.88	
H10	-0.0011	-0.0007	238.	0.0013	0.0006	2.1442	2.3702	8.45	
H11	-0.0009	-0.0002	257.	0.0009	0.0007	1.3781	2.3377	34.70	
H12	0.0027	0.0007	75.	0.0028	0.0007	4.0070	2.3399	0.00	*
H13	-0.0037	0.0008	282.	0.0038	0.0009	4.0077	2.3790	0.02	*
H14	-0.0007	0.0018	339.	0.0019	0.0010	1.9872	2.4154	13.52	
H15	-0.0009	0.0004	294.	0.0010	0.0021	0.4714	2.1599	85.89	
H16	-0.0031	-0.0005	261.	0.0031	0.0007	4.4514	2.2938	0.00	*
H17	-0.0032	0.0001	272.	0.0032	0.0009	3.5206	2.2066	0.11	*
H18	-0.0048	0.0040	310.	0.0062	0.0011	5.7719	2.2763	0.00	*
H19	0.0001	0.0002	27.	0.0002	0.0012	0.1804	2.4177	98.53	
H20	-0.0026	0.0034	323.	0.0043	0.0011	4.0283	2.3779	0.01	*
H21	-0.0002	0.0039	357.	0.0039	0.0010	3.9050	2.3026	0.01	*

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 7.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0025	-0.0008	108.	0.0026	0.0008	3.1117	2.2886	0.47	*
o7	0.0070	0.0011	81.	0.0071	0.0005	13.0200	2.1303	0.00	*
o8	-0.0007	-0.0030	193.	0.0031	0.0008	3.7724	2.1540	0.01	*
o9	0.0012	-0.0028	157.	0.0030	0.0012	2.6041	2.0982	1.31	
o11	-0.0008	-0.0005	238.	0.0009	0.0009	1.0785	2.3127	51.48	
o12	-0.0001	0.0000	270.	0.0001	0.0005	0.1927	2.4303	98.33	
o13	0.0025	-0.0019	127.	0.0031	0.0011	2.8425	2.0920	0.68	
o14	0.0001	-0.0018	177.	0.0018	0.0010	1.7241	2.2808	18.04	
o15	0.0002	-0.0003	146.	0.0004	0.0007	0.4939	2.3778	87.55	
o16	0.0033	-0.0035	137.	0.0048	0.0014	3.3314	2.0900	0.11	*
o17	0.0036	-0.0035	134.	0.0050	0.0015	3.4505	2.0892	0.09	*
o18	0.0029	-0.0045	147.	0.0054	0.0016	3.2668	2.0720	0.12	*
o19	0.0049	-0.0053	137.	0.0072	0.0017	4.1569	2.0655	0.00	*
o20	0.0038	-0.0061	148.	0.0072	0.0019	3.7929	2.0518	0.01	*
o21	0.0051	-0.0057	138.	0.0076	0.0019	3.9796	2.0842	0.01	*
H1	0.0015	-0.0007	115.	0.0017	0.0010	1.7229	2.4492	22.92	
H2	0.0005	-0.0004	129.	0.0006	0.0010	0.6460	2.4542	81.04	
H26	0.0017	0.0007	68.	0.0018	0.0010	1.8731	2.4545	17.99	
H25	0.0002	-0.0009	167.	0.0009	0.0010	0.9067	2.4545	66.57	
H3	0.0014	-0.0002	98.	0.0014	0.0011	1.3369	2.4514	40.85	
H4	-0.0008	-0.0016	207.	0.0018	0.0009	2.0498	2.3411	10.03	
H23	-0.0006	-0.0015	202.	0.0016	0.0009	1.7226	2.3417	20.01	
H22	0.0003	-0.0004	143.	0.0005	0.0013	0.3966	2.3405	91.70	
H5	-0.0008	-0.0006	233.	0.0010	0.0008	1.2870	2.3344	39.61	
H6	0.0018	0.0009	63.	0.0020	0.0008	2.5717	2.3200	2.67	
H7	0.0014	-0.0011	128.	0.0018	0.0011	1.6842	2.4505	24.53	

H8	0.0009	-0.0011	141.	0.0014	0.0011	1.2994	2.4065	41.20	
H10	0.0035	-0.0009	104.	0.0036	0.0009	4.1085	2.3858	0.00	*
H11	0.0007	-0.0003	113.	0.0008	0.0009	0.8028	2.3513	70.41	
H12	0.0008	-0.0003	111.	0.0009	0.0010	0.8650	2.3542	66.53	
H13	0.0009	-0.0010	138.	0.0013	0.0010	1.2872	2.3889	41.59	
H14	0.0017	-0.0008	115.	0.0019	0.0016	1.1818	2.3097	45.52	
H15	-0.0019	-0.0016	230.	0.0025	0.0019	1.2861	2.1638	33.53	
H16	0.0013	-0.0048	165.	0.0050	0.0013	3.8572	2.3128	0.01	*
H17	0.0025	-0.0052	154.	0.0058	0.0013	4.4799	2.2305	0.00	*
H18	0.0009	-0.0017	152.	0.0019	0.0012	1.6116	2.3069	23.11	
H19	0.0000	-0.0020	180.	0.0020	0.0014	1.3827	2.4163	37.35	
H20	-0.0032	0.0000	270.	0.0032	0.0010	3.3067	2.4096	0.42	*
H21	-0.0026	-0.0011	247.	0.0028	0.0008	3.5271	2.3394	0.13	*

Izračun med datotekama (dobama) 1 in 8.									
Točka	dy	dx	Sm. kot	Premik	m_premik	T	T_krit	alfa_dej	3*m_prem.
	(m)	(m)	(stop.)	(m)	(m)			%	
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	0.0014	-0.0002	98.	0.0014	0.0009	1.6079	2.2878	22.85	
O7	0.0072	0.0031	67.	0.0078	0.0004	18.2896	2.1295	0.00	*
O8	-0.0012	-0.0012	225.	0.0017	0.0005	3.3835	2.1529	0.15	*
O9	0.0003	-0.0001	108.	0.0003	0.0011	0.2859	2.0987	93.38	
O11	-0.0005	0.0008	328.	0.0009	0.0009	1.0768	2.3149	51.67	
O12	0.0002	0.0010	11.	0.0010	0.0007	1.5658	2.4280	28.68	
O13	0.0012	-0.0003	104.	0.0012	0.0010	1.1890	2.0908	32.79	
O14	0.0000	0.0006	0.	0.0006	0.0011	0.5562	2.2808	83.07	
O15	0.0000	0.0011	0.	0.0011	0.0007	1.4944	2.3760	29.92	
O16	0.0014	-0.0009	123.	0.0017	0.0015	1.1104	2.0901	37.54	
O17	0.0008	-0.0015	152.	0.0017	0.0013	1.2849	2.0883	28.09	
O18	0.0005	-0.0014	160.	0.0015	0.0015	1.0008	2.0721	43.78	
O19	0.0020	-0.0018	132.	0.0027	0.0019	1.4357	2.0684	21.01	
O20	0.0010	-0.0028	160.	0.0030	0.0016	1.8081	2.0487	9.47	
O21	0.0021	-0.0027	142.	0.0034	0.0019	1.7955	2.0857	10.69	
H1	0.0000	0.0019	0.	0.0019	0.0010	1.8175	2.4511	19.65	
H2	-0.0015	0.0013	311.	0.0020	0.0010	1.9387	2.4543	16.03	
H26	0.0014	0.0024	30.	0.0028	0.0010	2.7146	2.4545	2.70	
H25	0.0028	-0.0009	108.	0.0029	0.0010	2.8743	2.4545	1.76	
H3	0.0001	0.0019	3.	0.0019	0.0010	1.8421	2.4508	18.99	
H4	0.0005	0.0019	15.	0.0020	0.0010	1.9783	2.3388	11.77	
H23	0.0002	0.0012	9.	0.0012	0.0011	1.1352	2.3392	48.37	
H22	0.0027	-0.0006	103.	0.0028	0.0011	2.5000	2.3391	3.33	
H5	-0.0002	0.0010	349.	0.0010	0.0012	0.8188	2.3331	68.79	
H6	0.0031	0.0033	43.	0.0045	0.0008	5.3558	2.3164	0.00	*
H7	-0.0007	0.0002	286.	0.0007	0.0011	0.6580	2.4506	80.48	
H8	0.0011	-0.0002	100.	0.0011	0.0010	1.0649	2.4046	55.25	
H10	0.0002	-0.0010	169.	0.0010	0.0010	1.0646	2.3854	54.48	
H11	0.0006	-0.0005	130.	0.0008	0.0011	0.7429	2.3495	74.11	
H12	0.0035	-0.0001	92.	0.0035	0.0009	3.9248	2.3534	0.02	*
H13	-0.0015	-0.0011	234.	0.0019	0.0008	2.2718	2.3873	6.55	
H14	0.0004	-0.0006	146.	0.0007	0.0011	0.6318	2.4318	81.38	
H15	0.0004	-0.0016	166.	0.0016	0.0012	1.3444	2.1677	30.72	
H16	-0.0001	-0.0050	181.	0.0050	0.0013	3.9552	2.3080	0.01	*
H17	-0.0007	-0.0024	196.	0.0025	0.0009	2.7386	2.2273	1.37	
H18	-0.0027	0.0006	283.	0.0028	0.0011	2.4752	2.3062	3.13	
H19	0.0033	-0.0014	113.	0.0036	0.0012	3.0636	2.4164	0.86	*
H20	0.0008	-0.0017	155.	0.0019	0.0012	1.5653	2.4072	27.73	
H21	-0.0007	0.0019	340.	0.0020	0.0012	1.6256	2.3350	23.27	

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 3.									
Točka	dy	dx	Sm. kot	Premik	m_premik	T	T_krit	alfa_dej	3*m_prem.
	(m)	(m)	(stop.)	(m)	(m)			%	
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	0.0022	0.0022	45.	0.0031	0.0007	4.2225	2.4185	0.01	*
O7	0.0011	0.0012	43.	0.0016	0.0003	5.6822	2.1194	0.00	*

o8	0.0019	0.0004	78.	0.0019	0.0005	3.7578	2.1323	0.01	*
o9	0.0014	0.0003	78.	0.0014	0.0007	2.1444	2.0897	4.34	
o11	0.0015	-0.0002	98.	0.0015	0.0006	2.6132	2.3205	2.55	
o12	-0.0001	0.0004	346.	0.0004	0.0006	0.7331	2.4351	76.09	
o13	0.0017	0.0007	68.	0.0018	0.0006	3.0537	2.0539	0.31	*
o14	0.0022	0.0006	75.	0.0023	0.0005	4.3193	2.2916	0.01	*
o15	0.0007	0.0007	45.	0.0010	0.0005	2.1263	2.3666	8.78	
o16	0.0019	0.0000	90.	0.0019	0.0011	1.7330	2.0591	11.42	
o17	0.0025	0.0002	85.	0.0025	0.0012	2.0589	2.0706	5.12	
o18	0.0016	-0.0007	114.	0.0017	0.0016	1.0703	2.0550	37.35	
o19	0.0023	-0.0004	100.	0.0023	0.0017	1.3597	2.0310	21.79	
o20	0.0015	-0.0007	115.	0.0017	0.0021	0.8073	2.0311	53.99	
o21	0.0026	-0.0010	111.	0.0028	0.0020	1.3805	2.0626	23.10	
H1	0.0035	-0.0010	106.	0.0036	0.0009	4.0791	2.4516	0.02	*
H2	0.0020	0.0006	73.	0.0021	0.0009	2.3604	2.4544	6.17	
H26	0.0008	0.0002	76.	0.0008	0.0009	0.9255	2.4536	65.31	
H25	0.0020	-0.0001	93.	0.0020	0.0009	2.2155	2.4534	8.79	
H3	0.0024	-0.0023	134.	0.0033	0.0010	3.4785	2.4480	0.27	*
H4	0.0017	-0.0021	141.	0.0027	0.0012	2.3265	2.3311	5.08	
H23	0.0041	-0.0012	106.	0.0043	0.0010	4.2063	2.3303	0.00	*
H22	0.0006	0.0020	17.	0.0021	0.0009	2.3941	2.3294	4.39	
H5	0.0019	0.0014	54.	0.0024	0.0007	3.4191	2.3243	0.21	*
H6	0.0006	0.0010	31.	0.0012	0.0008	1.4316	2.3097	30.82	
H7	0.0037	0.0003	85.	0.0037	0.0010	3.7823	2.4460	0.05	*
H8	0.0012	0.0009	53.	0.0015	0.0007	2.0636	2.3914	10.79	
H10	0.0029	0.0025	49.	0.0038	0.0006	6.3629	2.3745	0.00	*
H11	0.0013	0.0022	31.	0.0026	0.0006	3.9761	2.3444	0.00	*
H12	-0.0005	0.0036	352.	0.0036	0.0010	3.8137	2.3432	0.03	*
H13	0.0038	0.0018	65.	0.0042	0.0007	6.3763	2.3497	0.00	*
H14	0.0009	0.0000	90.	0.0009	0.0010	0.9390	2.4262	63.80	
H15	-0.0008	0.0018	336.	0.0020	0.0013	1.5703	2.1577	20.04	
H16	0.0008	-0.0020	158.	0.0022	0.0013	1.7051	2.3072	19.05	
H17	0.0015	0.0016	43.	0.0022	0.0006	3.7682	2.2270	0.03	*
H18	0.0030	-0.0041	144.	0.0051	0.0011	4.5758	2.2947	0.00	*
H19	0.0007	0.0004	60.	0.0008	0.0012	0.6713	2.4295	79.23	
H20	0.0021	0.0017	51.	0.0027	0.0008	3.5181	2.4037	0.19	*
H21	0.0027	-0.0007	105.	0.0028	0.0010	2.7738	2.3324	1.58	

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 4.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0023	-0.0012	118.	0.0026	0.0008	3.3408	2.4544	0.45	*
o7	0.0027	-0.0032	140.	0.0042	0.0007	5.6380	2.1072	0.00	*
o8	0.0037	-0.0030	129.	0.0048	0.0009	5.4414	2.1246	0.00	*
o9	0.0032	-0.0031	134.	0.0045	0.0010	4.2649	2.0742	0.00	*
o11	0.0016	-0.0042	159.	0.0045	0.0008	5.7953	2.2985	0.00	*
o12	0.0005	-0.0029	170.	0.0029	0.0005	5.5611	2.4179	0.00	*
o13	0.0031	-0.0030	134.	0.0043	0.0009	4.5528	2.0508	0.00	*
o14	0.0030	-0.0037	141.	0.0048	0.0008	6.0395	2.2733	0.00	*
o15	0.0017	-0.0025	146.	0.0030	0.0006	4.9116	2.3482	0.00	*
o16	0.0035	-0.0024	124.	0.0042	0.0013	3.3717	2.0581	0.10	*
o17	0.0038	-0.0029	127.	0.0048	0.0013	3.6927	2.0951	0.04	*
o18	0.0029	-0.0034	140.	0.0045	0.0015	2.9946	2.0610	0.34	
o19	0.0031	-0.0029	133.	0.0042	0.0016	2.7151	2.0706	0.85	
o20	0.0034	-0.0035	136.	0.0049	0.0019	2.6022	2.0438	1.12	
o21	0.0038	-0.0031	129.	0.0049	0.0018	2.6603	2.0738	1.01	
H1	0.0027	-0.0035	142.	0.0044	0.0008	5.5956	2.4521	0.00	*
H2	0.0049	-0.0033	124.	0.0059	0.0008	7.2390	2.4523	0.00	*
H26	0.0039	-0.0060	147.	0.0072	0.0008	8.5425	2.4517	0.00	*
H25	0.0034	-0.0044	142.	0.0056	0.0008	6.6282	2.4517	0.00	*
H3	0.0036	-0.0056	147.	0.0067	0.0009	7.7747	2.4493	0.00	*
H4	0.0026	-0.0037	145.	0.0045	0.0010	4.3335	2.3191	0.00	*
H23	0.0039	-0.0053	144.	0.0066	0.0010	6.3653	2.3141	0.00	*
H22	-0.0011	-0.0035	197.	0.0037	0.0008	4.6889	2.3153	0.00	*
H5	0.0053	-0.0020	111.	0.0057	0.0009	6.1877	2.3177	0.00	*

H6	0.0023	-0.0032	144.	0.0039	0.0011	3.5833	2.2976	0.08	*
H7	0.0033	-0.0037	138.	0.0050	0.0009	5.7304	2.4473	0.00	*
H8	0.0034	-0.0035	136.	0.0049	0.0009	5.1589	2.3608	0.00	*
H10	0.0028	-0.0015	118.	0.0032	0.0008	4.0077	2.3555	0.00	*
H11	0.0025	-0.0022	131.	0.0033	0.0009	3.8800	2.3258	0.01	*
H12	0.0030	-0.0004	98.	0.0030	0.0008	4.0127	2.3301	0.00	*
H13	0.0027	-0.0027	135.	0.0038	0.0009	4.4756	2.3266	0.00	*
H14	0.0031	-0.0035	138.	0.0047	0.0009	4.9986	2.4150	0.00	*
H15	0.0030	-0.0027	132.	0.0040	0.0014	2.9714	2.2337	0.63	
H16	0.0013	-0.0044	164.	0.0046	0.0011	4.0090	2.2771	0.00	*
H17	0.0029	-0.0028	134.	0.0040	0.0011	3.7318	2.2083	0.03	*
H18	0.0029	-0.0057	153.	0.0064	0.0010	6.5425	2.2722	0.00	*
H19	0.0033	-0.0023	125.	0.0040	0.0010	4.1276	2.4271	0.02	*
H20	0.0049	-0.0028	120.	0.0056	0.0009	5.9862	2.3838	0.00	*
H21	0.0044	-0.0020	114.	0.0048	0.0010	4.9850	2.3039	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 5.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	0.0023	0.0018	52.	0.0029	0.0008	3.8768	2.4249	0.04	*
O7	0.0017	-0.0020	140.	0.0026	0.0008	3.3284	2.1342	0.12	*
O8	0.0010	-0.0023	157.	0.0025	0.0010	2.6120	2.1383	1.54	
O9	0.0015	-0.0028	152.	0.0032	0.0011	2.9402	2.0912	0.50	
O11	0.0009	-0.0021	157.	0.0023	0.0008	2.7965	2.3186	1.39	
O12	-0.0003	-0.0017	190.	0.0017	0.0006	3.1376	2.4407	0.75	*
O13	0.0021	-0.0018	131.	0.0028	0.0010	2.7171	2.0650	0.90	
O14	0.0019	-0.0018	133.	0.0026	0.0008	3.3022	2.2922	0.24	*
O15	0.0004	-0.0015	165.	0.0016	0.0007	2.3833	2.3882	5.03	
O16	0.0030	-0.0025	130.	0.0039	0.0013	2.9319	2.0706	0.43	
O17	0.0034	-0.0022	123.	0.0040	0.0014	2.9242	2.0825	0.46	
O18	0.0030	-0.0029	134.	0.0042	0.0016	2.5938	2.0729	1.25	
O19	0.0044	-0.0024	119.	0.0050	0.0018	2.8491	2.0680	0.60	
O20	0.0043	-0.0037	131.	0.0057	0.0020	2.8385	2.0476	0.59	
O21	0.0052	-0.0022	113.	0.0056	0.0021	2.7170	2.0830	0.87	
H1	0.0032	-0.0020	122.	0.0038	0.0009	4.2369	2.4450	0.01	*
H2	0.0016	-0.0024	146.	0.0029	0.0009	3.1158	2.4539	0.83	*
H26	0.0013	-0.0025	153.	0.0028	0.0009	3.0124	2.4545	1.15	*
H25	0.0012	-0.0031	159.	0.0033	0.0009	3.5487	2.4545	0.21	*
H3	0.0029	-0.0055	152.	0.0062	0.0009	6.5623	2.4508	0.00	*
H4	0.0012	-0.0042	164.	0.0044	0.0011	3.9280	2.3466	0.01	*
H23	0.0040	-0.0028	125.	0.0049	0.0011	4.2670	2.3438	0.00	*
H22	0.0010	-0.0005	117.	0.0011	0.0011	1.0118	2.3424	56.94	
H5	0.0008	-0.0017	155.	0.0019	0.0012	1.6074	2.3403	24.14	
H6	-0.0005	-0.0062	185.	0.0062	0.0011	5.7262	2.3192	0.00	*
H7	0.0031	-0.0019	122.	0.0036	0.0010	3.6535	2.4484	0.15	*
H8	0.0013	-0.0005	111.	0.0014	0.0010	1.3951	2.4067	36.36	
H10	0.0020	0.0003	81.	0.0020	0.0007	2.9879	2.3816	0.89	
H11	0.0007	-0.0002	106.	0.0007	0.0008	0.8923	2.3469	64.72	
H12	-0.0002	0.0012	351.	0.0012	0.0010	1.2528	2.3443	41.66	
H13	0.0034	-0.0018	118.	0.0038	0.0009	4.1365	2.3644	0.00	*
H14	0.0007	-0.0029	166.	0.0030	0.0010	3.0723	2.4352	0.88	*
H15	-0.0011	-0.0014	218.	0.0018	0.0010	1.7299	2.2244	16.60	
H16	0.0007	-0.0040	170.	0.0041	0.0013	3.2027	2.3117	0.39	*
H17	0.0028	-0.0026	133.	0.0038	0.0012	3.0771	2.2389	0.45	*
H18	0.0031	-0.0062	153.	0.0069	0.0011	6.2413	2.3089	0.00	*
H19	0.0010	-0.0015	146.	0.0018	0.0012	1.5292	2.4213	30.16	
H20	-0.0014	0.0000	270.	0.0014	0.0009	1.5030	2.4152	31.22	
H21	0.0000	-0.0031	180.	0.0031	0.0010	3.1406	2.3482	0.54	*

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 6.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	0.0001	0.0016	4.	0.0016	0.0008	2.0919	2.4519	11.42	

o7	0.0012	-0.0006	117.	0.0013	0.0007	1.8820	2.0990	8.68	
o8	0.0026	-0.0003	97.	0.0026	0.0006	4.0740	2.1156	0.00	*
o9	0.0020	-0.0001	93.	0.0020	0.0008	2.5816	2.0725	1.21	
o11	0.0012	-0.0011	133.	0.0016	0.0006	2.5970	2.2897	2.42	
o12	0.0001	-0.0006	171.	0.0006	0.0005	1.1371	2.4098	50.52	
o13	0.0016	-0.0007	114.	0.0017	0.0009	1.8857	2.0526	7.88	
o14	0.0023	-0.0006	105.	0.0024	0.0005	4.4081	2.2580	0.00	*
o15	0.0010	-0.0005	117.	0.0011	0.0005	2.0621	2.3281	9.44	
o16	0.0013	0.0000	90.	0.0013	0.0010	1.2914	2.0560	26.26	
o17	0.0005	-0.0009	151.	0.0010	0.0011	0.9512	2.0895	49.28	
o18	-0.0007	-0.0004	240.	0.0008	0.0009	0.8969	2.0627	50.22	
o19	-0.0024	-0.0017	235.	0.0029	0.0011	2.6433	2.0692	1.10	
o20	-0.0030	-0.0009	253.	0.0031	0.0017	1.8746	2.0456	8.00	
o21	-0.0031	-0.0023	233.	0.0039	0.0015	2.6329	2.0857	1.14	
H1	0.0014	-0.0016	139.	0.0021	0.0008	2.7164	2.4529	2.70	
H2	0.0019	-0.0018	133.	0.0026	0.0008	3.2084	2.4504	0.65	*
H26	0.0024	0.0004	81.	0.0024	0.0008	3.2320	2.4490	0.63	*
H25	0.0043	-0.0051	140.	0.0067	0.0008	8.0182	2.4485	0.00	*
H3	0.0026	-0.0028	137.	0.0038	0.0009	4.4555	2.4498	0.00	*
H4	0.0001	0.0003	18.	0.0003	0.0007	0.4290	2.3111	89.96	
H23	0.0058	-0.0016	105.	0.0060	0.0009	6.8733	2.3072	0.00	*
H22	-0.0024	-0.0004	261.	0.0024	0.0007	3.5291	2.3073	0.12	*
H5	0.0016	-0.0019	140.	0.0025	0.0010	2.4351	2.3116	3.65	
H6	0.0025	-0.0007	106.	0.0026	0.0009	2.9165	2.2862	0.87	
H7	0.0022	-0.0026	140.	0.0034	0.0009	3.9754	2.4473	0.03	*
H8	0.0022	-0.0016	126.	0.0027	0.0009	2.9504	2.3580	1.01	
H10	0.0012	-0.0001	95.	0.0012	0.0007	1.7603	2.3455	18.84	
H11	0.0016	-0.0005	107.	0.0017	0.0008	2.1931	2.3126	6.72	
H12	0.0029	0.0016	61.	0.0033	0.0006	5.9912	2.3191	0.00	*
H13	0.0014	-0.0002	98.	0.0014	0.0007	1.8899	2.3223	13.77	
H14	0.0018	-0.0013	126.	0.0022	0.0009	2.3954	2.4089	5.10	
H15	0.0019	-0.0002	96.	0.0019	0.0014	1.3634	2.2445	32.60	
H16	-0.0006	-0.0008	217.	0.0010	0.0007	1.4289	2.2404	28.69	
H17	0.0014	-0.0002	98.	0.0014	0.0009	1.5739	2.1953	20.81	
H18	-0.0004	0.0006	326.	0.0007	0.0010	0.7293	2.2582	72.55	
H19	0.0026	-0.0006	103.	0.0027	0.0009	2.8907	2.4262	1.55	
H20	0.0023	0.0031	37.	0.0039	0.0007	5.7284	2.3655	0.00	*
H21	0.0050	0.0007	82.	0.0050	0.0007	6.9803	2.2924	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 7.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0044	0.0019	67.	0.0048	0.0008	6.0473	2.4205	0.00	*
o7	0.0045	-0.0033	126.	0.0056	0.0008	6.9976	2.1222	0.00	*
o8	0.0037	-0.0044	140.	0.0057	0.0010	5.8194	2.1334	0.00	*
o9	0.0047	-0.0041	131.	0.0062	0.0011	5.5036	2.0848	0.00	*
o11	0.0019	-0.0044	157.	0.0048	0.0008	5.7294	2.3060	0.00	*
o12	0.0005	-0.0025	169.	0.0025	0.0006	4.4958	2.4349	0.00	*
o13	0.0054	-0.0033	121.	0.0063	0.0010	6.1121	2.0696	0.00	*
o14	0.0037	-0.0044	140.	0.0057	0.0009	6.7468	2.2810	0.00	*
o15	0.0018	-0.0026	145.	0.0032	0.0007	4.7730	2.3782	0.00	*
o16	0.0062	-0.0037	121.	0.0072	0.0014	5.3449	2.0696	0.00	*
o17	0.0064	-0.0037	120.	0.0074	0.0014	5.2186	2.0831	0.00	*
o18	0.0056	-0.0046	129.	0.0072	0.0017	4.3391	2.0684	0.00	*
o19	0.0072	-0.0046	123.	0.0085	0.0018	4.8299	2.0658	0.00	*
o20	0.0064	-0.0049	127.	0.0081	0.0021	3.8741	2.0468	0.01	*
o21	0.0075	-0.0040	118.	0.0085	0.0021	4.0893	2.0823	0.01	*
H1	0.0053	-0.0043	129.	0.0068	0.0009	7.7240	2.4488	0.00	*
H2	0.0053	-0.0033	122.	0.0062	0.0009	6.8000	2.4543	0.00	*
H26	0.0033	-0.0030	132.	0.0045	0.0009	4.7679	2.4545	0.00	*
H25	0.0028	-0.0052	152.	0.0059	0.0009	6.2729	2.4545	0.00	*
H3	0.0053	-0.0058	138.	0.0079	0.0010	8.1037	2.4505	0.00	*
H4	0.0025	-0.0061	158.	0.0066	0.0011	5.7569	2.3384	0.00	*
H23	0.0050	-0.0052	136.	0.0072	0.0012	6.1807	2.3389	0.00	*
H22	-0.0002	-0.0038	183.	0.0038	0.0010	3.7539	2.3394	0.04	*

H5	0.0022	-0.0036	149.	0.0042	0.0012	3.5851	2.3339	0.09	*
H6	0.0015	-0.0042	160.	0.0045	0.0012	3.6240	2.3154	0.08	*
H7	0.0058	-0.0032	119.	0.0066	0.0010	6.6608	2.4490	0.00	*
H8	0.0035	-0.0023	123.	0.0042	0.0010	4.1175	2.4036	0.01	*
H10	0.0058	-0.0003	93.	0.0058	0.0007	7.8150	2.3733	0.00	*
H11	0.0032	-0.0006	101.	0.0033	0.0008	4.0817	2.3424	0.00	*
H12	0.0010	0.0006	59.	0.0012	0.0006	1.8442	2.3411	15.69	
H13	0.0060	-0.0020	108.	0.0063	0.0009	6.9995	2.3566	0.00	*
H14	0.0042	-0.0039	133.	0.0057	0.0014	4.0196	2.2884	0.01	*
H15	0.0009	-0.0022	158.	0.0024	0.0012	1.9608	2.2345	10.41	
H16	0.0038	-0.0051	143.	0.0064	0.0013	4.8966	2.3048	0.00	*
H17	0.0071	-0.0055	128.	0.0090	0.0012	7.3004	2.2324	0.00	*
H18	0.0053	-0.0051	134.	0.0074	0.0011	6.4089	2.3014	0.00	*
H19	0.0025	-0.0028	138.	0.0038	0.0011	3.2772	2.4222	0.47	*
H20	0.0017	-0.0003	100.	0.0017	0.0010	1.7821	2.4079	19.68	
H21	0.0026	-0.0043	149.	0.0050	0.0011	4.3710	2.3386	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 2 in 8.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
06	0.0033	0.0025	53.	0.0041	0.0008	5.3511	2.4184	0.00	*
07	0.0047	-0.0013	105.	0.0049	0.0007	6.5672	2.1187	0.00	*
08	0.0032	-0.0026	129.	0.0041	0.0010	4.1500	2.1334	0.00	*
09	0.0038	-0.0014	110.	0.0040	0.0011	3.7855	2.0835	0.03	*
011	0.0022	-0.0031	145.	0.0038	0.0008	4.8095	2.3075	0.00	*
012	0.0008	-0.0015	152.	0.0017	0.0006	2.9182	2.4313	1.45	
013	0.0041	-0.0017	113.	0.0044	0.0010	4.2304	2.0688	0.00	*
014	0.0036	-0.0020	119.	0.0041	0.0007	5.6307	2.2819	0.00	*
015	0.0016	-0.0012	127.	0.0020	0.0007	3.0739	2.3742	0.64	*
016	0.0043	-0.0011	104.	0.0044	0.0013	3.3883	2.0696	0.09	*
017	0.0036	-0.0017	115.	0.0040	0.0015	2.6948	2.0829	0.95	
018	0.0032	-0.0015	115.	0.0035	0.0018	2.0034	2.0682	6.01	
019	0.0043	-0.0011	104.	0.0044	0.0019	2.3338	2.0710	2.55	
020	0.0036	-0.0016	114.	0.0039	0.0023	1.7311	2.0461	11.18	
021	0.0045	-0.0010	103.	0.0046	0.0023	2.0329	2.0859	5.81	
H1	0.0038	-0.0017	114.	0.0042	0.0009	4.4968	2.4503	0.00	*
H2	0.0033	-0.0016	116.	0.0037	0.0009	3.8745	2.4544	0.04	*
H26	0.0030	-0.0013	113.	0.0033	0.0010	3.4115	2.4545	0.35	*
H25	0.0054	-0.0052	134.	0.0075	0.0010	7.7101	2.4545	0.00	*
H3	0.0040	-0.0037	133.	0.0054	0.0010	5.3988	2.4498	0.00	*
H4	0.0038	-0.0026	124.	0.0046	0.0012	3.8046	2.3357	0.02	*
H23	0.0058	-0.0025	113.	0.0063	0.0011	5.6652	2.3355	0.00	*
H22	0.0022	-0.0040	151.	0.0046	0.0012	3.7825	2.3346	0.03	*
H5	0.0028	-0.0020	126.	0.0034	0.0012	2.9407	2.3309	0.96	
H6	0.0028	-0.0018	123.	0.0033	0.0012	2.7403	2.3124	1.59	
H7	0.0037	-0.0019	117.	0.0042	0.0010	4.0388	2.4491	0.02	*
H8	0.0037	-0.0014	111.	0.0040	0.0010	3.8667	2.4039	0.04	*
H10	0.0025	-0.0004	99.	0.0025	0.0008	3.1196	2.3739	0.61	*
H11	0.0031	-0.0008	104.	0.0032	0.0009	3.7280	2.3423	0.06	*
H12	0.0037	0.0008	78.	0.0038	0.0007	5.2558	2.3414	0.00	*
H13	0.0036	-0.0021	120.	0.0042	0.0010	4.2912	2.3520	0.00	*
H14	0.0029	-0.0037	142.	0.0047	0.0011	4.3492	2.4284	0.00	*
H15	0.0032	-0.0022	125.	0.0039	0.0016	2.3612	2.2360	3.57	
H16	0.0024	-0.0053	156.	0.0058	0.0013	4.3263	2.3047	0.00	*
H17	0.0039	-0.0027	125.	0.0047	0.0013	3.7554	2.2294	0.03	*
H18	0.0017	-0.0028	149.	0.0033	0.0012	2.8109	2.2942	1.35	
H19	0.0058	-0.0022	111.	0.0062	0.0011	5.6180	2.4231	0.00	*
H20	0.0057	-0.0020	109.	0.0060	0.0010	5.7658	2.4017	0.00	*
H21	0.0045	-0.0013	106.	0.0047	0.0011	4.3756	2.3303	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 3 in 4.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					

o6	0.0001	-0.0034	178.	0.0034	0.0006	5.9052	2.4186	0.00	*
o7	0.0016	-0.0044	160.	0.0047	0.0006	7.2687	2.1271	0.00	*
o8	0.0018	-0.0034	152.	0.0038	0.0009	4.5072	2.1491	0.00	*
o9	0.0018	-0.0034	152.	0.0038	0.0010	4.0127	2.0965	0.00	*
o11	0.0001	-0.0040	179.	0.0040	0.0008	4.9931	2.3259	0.00	*
o12	0.0006	-0.0033	170.	0.0034	0.0005	6.5005	2.4266	0.00	*
o13	0.0014	-0.0037	159.	0.0040	0.0008	5.1463	2.0668	0.00	*
o14	0.0008	-0.0043	169.	0.0044	0.0008	5.2665	2.3022	0.00	*
o15	0.0010	-0.0032	163.	0.0034	0.0006	5.6397	2.3628	0.00	*
o16	0.0016	-0.0024	146.	0.0029	0.0011	2.5409	2.0764	1.46	
o17	0.0013	-0.0031	157.	0.0034	0.0010	3.5023	2.1089	0.06	*
o18	0.0013	-0.0027	154.	0.0030	0.0013	2.3924	2.0731	2.13	
o19	0.0008	-0.0025	162.	0.0026	0.0010	2.6239	2.0785	1.18	
o20	0.0019	-0.0028	146.	0.0034	0.0016	2.0730	2.0503	4.58	
o21	0.0012	-0.0021	150.	0.0024	0.0013	1.7961	2.0768	10.52	
H1	-0.0008	-0.0025	198.	0.0026	0.0008	3.2027	2.4518	0.66	*
H2	0.0029	-0.0039	143.	0.0049	0.0008	6.0439	2.4544	0.00	*
H26	0.0031	-0.0062	153.	0.0069	0.0008	8.5481	2.4534	0.00	*
H25	0.0014	-0.0043	162.	0.0045	0.0008	5.5937	2.4532	0.00	*
H3	0.0012	-0.0033	160.	0.0035	0.0008	4.3206	2.4487	0.01	*
H4	0.0009	-0.0016	151.	0.0018	0.0010	1.8251	2.3290	16.12	
H23	-0.0002	-0.0041	183.	0.0041	0.0009	4.7653	2.3274	0.00	*
H22	-0.0017	-0.0055	197.	0.0058	0.0008	7.5207	2.3279	0.00	*
H5	0.0034	-0.0034	135.	0.0048	0.0010	4.7920	2.3234	0.00	*
H6	0.0017	-0.0042	158.	0.0045	0.0011	4.2746	2.3084	0.00	*
H7	-0.0004	-0.0040	186.	0.0040	0.0008	5.1282	2.4458	0.00	*
H8	0.0022	-0.0044	153.	0.0049	0.0009	5.5475	2.3752	0.00	*
H10	-0.0001	-0.0040	181.	0.0040	0.0007	5.8213	2.3804	0.00	*
H11	0.0012	-0.0044	165.	0.0046	0.0008	5.7424	2.3513	0.00	*
H12	0.0035	-0.0040	139.	0.0053	0.0009	5.8730	2.3554	0.00	*
H13	-0.0011	-0.0045	194.	0.0046	0.0006	7.7987	2.3521	0.00	*
H14	0.0022	-0.0035	148.	0.0041	0.0009	4.6752	2.4254	0.00	*
H15	0.0038	-0.0045	140.	0.0059	0.0014	4.2373	2.1433	0.01	*
H16	0.0005	-0.0024	168.	0.0025	0.0010	2.4434	2.3212	3.75	
H17	0.0014	-0.0044	162.	0.0046	0.0010	4.8081	2.2291	0.00	*
H18	-0.0001	-0.0016	184.	0.0016	0.0008	2.0961	2.2941	8.11	
H19	0.0026	-0.0027	136.	0.0037	0.0010	3.8564	2.4278	0.04	*
H20	0.0028	-0.0045	148.	0.0053	0.0009	5.6968	2.4024	0.00	*
H21	0.0017	-0.0013	127.	0.0021	0.0010	2.1906	2.3324	6.96	

Izračun med datotekama (dobama) 3 in 5.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0001	-0.0004	166.	0.0004	0.0005	0.8164	2.3010	68.67	
o7	0.0006	-0.0032	169.	0.0033	0.0006	5.0873	2.1604	0.00	*
o8	-0.0009	-0.0027	198.	0.0028	0.0006	4.3977	2.1660	0.00	*
o9	0.0001	-0.0031	178.	0.0031	0.0008	3.7184	2.1076	0.03	*
o11	-0.0006	-0.0019	198.	0.0020	0.0009	2.1829	2.3365	7.33	
o12	-0.0002	-0.0021	185.	0.0021	0.0005	3.9316	2.4497	0.03	*
o13	0.0004	-0.0025	171.	0.0025	0.0007	3.5110	2.0822	0.07	*
o14	-0.0003	-0.0024	187.	0.0024	0.0009	2.6948	2.3052	1.82	
o15	-0.0003	-0.0022	188.	0.0022	0.0006	3.7568	2.4055	0.06	*
o16	0.0011	-0.0025	156.	0.0027	0.0011	2.4057	2.1027	2.15	
o17	0.0009	-0.0024	159.	0.0026	0.0010	2.5384	2.0900	1.54	
o18	0.0014	-0.0022	148.	0.0026	0.0014	1.8310	2.0821	9.50	
o19	0.0021	-0.0020	134.	0.0029	0.0016	1.8474	2.0804	9.32	
o20	0.0028	-0.0030	137.	0.0041	0.0019	2.2113	2.0561	3.19	
o21	0.0026	-0.0012	115.	0.0029	0.0020	1.4253	2.0906	22.91	
H1	-0.0003	-0.0010	197.	0.0010	0.0010	1.0720	2.4409	56.12	
H2	-0.0004	-0.0030	188.	0.0030	0.0009	3.2640	2.4537	0.62	*
H26	0.0005	-0.0027	170.	0.0027	0.0009	2.9962	2.4544	1.21	
H25	-0.0008	-0.0030	195.	0.0031	0.0009	3.3430	2.4545	0.45	*
H3	0.0005	-0.0032	171.	0.0032	0.0009	3.5645	2.4500	0.19	*
H4	-0.0005	-0.0021	193.	0.0022	0.0009	2.4468	2.3495	3.83	
H23	-0.0001	-0.0016	184.	0.0016	0.0010	1.6303	2.3511	23.74	

H22	0.0004	-0.0025	171.	0.0025	0.0011	2.3748	2.3529	4.79	
H5	-0.0011	-0.0031	200.	0.0033	0.0009	3.6877	2.3488	0.09	*
H6	-0.0011	-0.0072	189.	0.0073	0.0010	7.0723	2.3246	0.00	*
H7	-0.0006	-0.0022	195.	0.0023	0.0009	2.4706	2.4471	4.67	
H8	0.0001	-0.0014	176.	0.0014	0.0009	1.6258	2.4133	25.62	
H10	-0.0009	-0.0022	202.	0.0024	0.0007	3.5133	2.4012	0.19	*
H11	-0.0006	-0.0024	194.	0.0025	0.0007	3.3575	2.3731	0.27	*
H12	0.0003	-0.0024	173.	0.0024	0.0009	2.5909	2.3644	2.81	
H13	-0.0004	-0.0036	186.	0.0036	0.0007	5.0909	2.3830	0.00	*
H14	-0.0002	-0.0029	184.	0.0029	0.0009	3.2506	2.4370	0.62	*
H15	-0.0003	-0.0032	185.	0.0032	0.0009	3.5356	2.1477	0.06	*
H16	-0.0001	-0.0020	183.	0.0020	0.0011	1.7884	2.3361	17.35	
H17	0.0013	-0.0042	163.	0.0044	0.0011	3.9562	2.2493	0.00	*
H18	0.0001	-0.0021	177.	0.0021	0.0009	2.2299	2.3264	6.19	
H19	0.0003	-0.0019	171.	0.0019	0.0013	1.4926	2.4177	31.67	
H20	-0.0035	-0.0017	244.	0.0039	0.0008	4.6467	2.4326	0.00	*
H21	-0.0027	-0.0024	228.	0.0036	0.0007	4.9460	2.3707	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 3 in 6.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	-0.0021	-0.0006	254.	0.0022	0.0007	3.1059	2.4209	0.77	*
O7	0.0001	-0.0018	177.	0.0018	0.0006	3.2403	2.1139	0.17	*
O8	0.0007	-0.0007	135.	0.0010	0.0008	1.1695	2.1363	38.05	
O9	0.0006	-0.0004	124.	0.0007	0.0010	0.7488	2.0907	63.28	
O11	-0.0003	-0.0009	198.	0.0009	0.0008	1.1734	2.3167	46.26	
O12	0.0002	-0.0010	169.	0.0010	0.0005	1.9526	2.4133	14.48	
O13	-0.0001	-0.0014	184.	0.0014	0.0005	2.5677	2.0712	1.34	
O14	0.0001	-0.0012	175.	0.0012	0.0008	1.4537	2.2890	28.77	
O15	0.0003	-0.0012	166.	0.0012	0.0006	2.0787	2.3512	9.49	
O16	-0.0006	0.0000	270.	0.0006	0.0010	0.6190	2.0781	72.17	
O17	-0.0020	-0.0011	241.	0.0023	0.0008	2.8076	2.1056	0.73	
O18	-0.0023	0.0003	277.	0.0023	0.0014	1.6499	2.0771	13.68	
O19	-0.0047	-0.0013	255.	0.0049	0.0014	3.4631	2.0812	0.07	*
O20	-0.0045	-0.0002	267.	0.0045	0.0018	2.4487	2.0504	1.70	
O21	-0.0057	-0.0013	257.	0.0058	0.0018	3.1897	2.0901	0.21	*
H1	-0.0021	-0.0006	254.	0.0022	0.0008	2.7582	2.4519	2.39	
H2	-0.0001	-0.0024	182.	0.0024	0.0008	3.0580	2.4540	0.96	*
H26	0.0016	0.0002	83.	0.0016	0.0008	2.1204	2.4526	10.76	
H25	0.0023	-0.0050	155.	0.0055	0.0008	6.8299	2.4524	0.00	*
H3	0.0002	-0.0005	158.	0.0005	0.0008	0.6647	2.4485	80.02	
H4	-0.0016	0.0024	326.	0.0029	0.0010	2.8801	2.3209	1.11	
H23	0.0017	-0.0004	103.	0.0017	0.0009	2.0462	2.3195	9.70	
H22	-0.0030	-0.0024	231.	0.0038	0.0006	6.5164	2.3194	0.00	*
H5	-0.0003	-0.0033	185.	0.0033	0.0009	3.8754	2.3177	0.01	*
H6	0.0019	-0.0017	132.	0.0025	0.0010	2.4696	2.3013	3.20	
H7	-0.0015	-0.0029	207.	0.0033	0.0008	4.2490	2.4477	0.01	*
H8	0.0010	-0.0025	158.	0.0027	0.0009	3.1335	2.3681	0.62	*
H10	-0.0017	-0.0026	213.	0.0031	0.0006	5.5932	2.3752	0.00	*
H11	0.0003	-0.0027	174.	0.0027	0.0008	3.5904	2.3427	0.11	*
H12	0.0034	-0.0020	120.	0.0039	0.0009	4.6022	2.3462	0.00	*
H13	-0.0024	-0.0020	230.	0.0031	0.0005	6.0487	2.3465	0.00	*
H14	0.0009	-0.0013	145.	0.0016	0.0009	1.7905	2.4211	19.87	
H15	0.0027	-0.0020	127.	0.0034	0.0016	2.0838	2.1478	6.05	
H16	-0.0014	0.0012	311.	0.0018	0.0010	1.8203	2.3068	15.22	
H17	-0.0001	-0.0018	183.	0.0018	0.0008	2.2737	2.2192	4.26	
H18	-0.0034	0.0047	324.	0.0058	0.0010	6.0273	2.2828	0.00	*
H19	0.0019	-0.0010	118.	0.0021	0.0009	2.3479	2.4252	5.99	
H20	0.0002	0.0014	8.	0.0014	0.0008	1.7684	2.3902	19.74	
H21	0.0023	0.0014	59.	0.0027	0.0006	4.5766	2.3177	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 3 in 7.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					

o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0022	-0.0003	98.	0.0022	0.0008	2.8519	2.2952	1.16	
o7	0.0034	-0.0045	143.	0.0056	0.0008	7.4111	2.1467	0.00	*
o8	0.0018	-0.0048	159.	0.0051	0.0009	5.5094	2.1594	0.00	*
o9	0.0033	-0.0044	143.	0.0055	0.0011	5.0598	2.1040	0.00	*
o11	0.0004	-0.0042	175.	0.0042	0.0009	4.7503	2.3255	0.00	*
o12	0.0006	-0.0029	168.	0.0030	0.0006	5.3371	2.4426	0.00	*
o13	0.0037	-0.0040	137.	0.0054	0.0010	5.5553	2.0942	0.00	*
o14	0.0015	-0.0050	163.	0.0052	0.0009	5.6916	2.2981	0.00	*
o15	0.0011	-0.0033	162.	0.0035	0.0007	5.3434	2.3953	0.00	*
o16	0.0043	-0.0037	131.	0.0057	0.0013	4.3380	2.0940	0.00	*
o17	0.0039	-0.0039	135.	0.0055	0.0013	4.2404	2.0889	0.00	*
o18	0.0040	-0.0039	134.	0.0056	0.0016	3.5202	2.0785	0.07	*
o19	0.0049	-0.0042	131.	0.0065	0.0016	3.9372	2.0790	0.01	*
o20	0.0049	-0.0042	131.	0.0065	0.0020	3.2442	2.0505	0.14	*
o21	0.0049	-0.0030	121.	0.0057	0.0020	2.8918	2.0906	0.56	
H1	0.0018	-0.0033	151.	0.0038	0.0009	4.3057	2.4448	0.01	*
H2	0.0033	-0.0039	140.	0.0051	0.0009	5.6371	2.4539	0.00	*
H26	0.0025	-0.0032	142.	0.0041	0.0009	4.4304	2.4545	0.00	*
H25	0.0008	-0.0051	171.	0.0052	0.0009	5.6148	2.4545	0.00	*
H3	0.0029	-0.0035	140.	0.0045	0.0009	4.8171	2.4509	0.00	*
H4	0.0008	-0.0040	169.	0.0041	0.0011	3.8410	2.3482	0.03	*
H23	0.0009	-0.0040	167.	0.0041	0.0011	3.7799	2.3472	0.03	*
H22	-0.0008	-0.0058	188.	0.0059	0.0010	6.1156	2.3458	0.00	*
H5	0.0003	-0.0050	177.	0.0050	0.0011	4.7532	2.3428	0.00	*
H6	0.0009	-0.0052	170.	0.0053	0.0012	4.5421	2.3218	0.00	*
H7	0.0021	-0.0035	149.	0.0041	0.0009	4.3908	2.4483	0.00	*
H8	0.0023	-0.0032	144.	0.0039	0.0010	3.9996	2.4077	0.02	*
H10	0.0029	-0.0028	134.	0.0040	0.0009	4.6092	2.3978	0.00	*
H11	0.0019	-0.0028	146.	0.0034	0.0009	3.6673	2.3640	0.09	*
H12	0.0015	-0.0030	153.	0.0034	0.0010	3.3530	2.3595	0.29	*
H13	0.0022	-0.0038	150.	0.0044	0.0009	4.9601	2.3740	0.00	*
H14	0.0033	-0.0039	140.	0.0051	0.0013	3.8335	2.2866	0.02	*
H15	0.0017	-0.0040	157.	0.0043	0.0012	3.6737	2.1564	0.03	*
H16	0.0030	-0.0031	136.	0.0043	0.0011	3.8599	2.3296	0.02	*
H17	0.0056	-0.0071	142.	0.0090	0.0012	7.4907	2.2454	0.00	*
H18	0.0023	-0.0010	113.	0.0025	0.0011	2.3470	2.3143	4.65	
H19	0.0018	-0.0032	151.	0.0037	0.0012	3.1204	2.4183	0.74	*
H20	-0.0004	-0.0020	191.	0.0020	0.0009	2.2254	2.4203	7.82	
H21	-0.0001	-0.0036	182.	0.0036	0.0010	3.7429	2.3509	0.06	*

Izračun med datotekama (dobama) 3 in 8.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0011	0.0003	75.	0.0011	0.0008	1.4900	2.2918	28.13	
o7	0.0036	-0.0025	125.	0.0044	0.0008	5.5492	2.1413	0.00	*
o8	0.0013	-0.0030	157.	0.0033	0.0010	3.3323	2.1567	0.15	*
o9	0.0024	-0.0017	125.	0.0029	0.0011	2.6284	2.1033	1.20	
o11	0.0007	-0.0029	166.	0.0030	0.0009	3.3500	2.3291	0.28	*
o12	0.0009	-0.0019	155.	0.0021	0.0006	3.6346	2.4408	0.14	*
o13	0.0024	-0.0024	135.	0.0034	0.0010	3.2902	2.0918	0.12	*
o14	0.0014	-0.0026	152.	0.0030	0.0009	3.2080	2.2973	0.35	*
o15	0.0009	-0.0019	155.	0.0021	0.0007	3.0686	2.3867	0.74	*
o16	0.0024	-0.0011	115.	0.0026	0.0013	1.9751	2.0932	6.71	
o17	0.0011	-0.0019	150.	0.0022	0.0012	1.8099	2.0879	10.33	
o18	0.0016	-0.0008	117.	0.0018	0.0017	1.0430	2.0769	41.32	
o19	0.0020	-0.0007	109.	0.0021	0.0019	1.1448	2.0817	36.09	
o20	0.0021	-0.0009	113.	0.0023	0.0022	1.0261	2.0498	41.20	
o21	0.0019	0.0000	90.	0.0019	0.0022	0.8663	2.0912	55.95	
H1	0.0003	-0.0007	157.	0.0008	0.0009	0.8332	2.4480	70.77	
H2	0.0013	-0.0022	149.	0.0026	0.0009	2.7059	2.4541	2.71	
H26	0.0022	-0.0015	124.	0.0027	0.0009	2.8041	2.4545	2.16	
H25	0.0034	-0.0051	146.	0.0061	0.0010	6.4255	2.4545	0.00	*
H3	0.0016	-0.0014	131.	0.0021	0.0010	2.1450	2.4510	10.25	
H4	0.0021	-0.0005	103.	0.0022	0.0011	1.9711	2.3476	12.09	

H23	0.0017	-0.0013	127.	0.0021	0.0012	1.8313	2.3427	16.38	
H22	0.0016	-0.0060	165.	0.0062	0.0011	5.4564	2.3425	0.00	*
H5	0.0009	-0.0034	165.	0.0035	0.0012	3.0496	2.3406	0.67	*
H6	0.0022	-0.0028	142.	0.0036	0.0013	2.8056	2.3190	1.36	
H7	0.0000	-0.0022	180.	0.0022	0.0009	2.3435	2.4495	6.37	
H8	0.0025	-0.0023	133.	0.0034	0.0010	3.2738	2.4050	0.44	*
H10	-0.0004	-0.0029	188.	0.0029	0.0008	3.7584	2.3942	0.05	*
H11	0.0018	-0.0030	149.	0.0035	0.0010	3.6358	2.3620	0.09	*
H12	0.0042	-0.0028	124.	0.0050	0.0010	5.0505	2.3592	0.00	*
H13	-0.0002	-0.0039	183.	0.0039	0.0008	5.0700	2.3682	0.00	*
H14	0.0020	-0.0037	152.	0.0042	0.0010	4.0881	2.4366	0.02	*
H15	0.0040	-0.0040	135.	0.0057	0.0017	3.3651	2.1636	0.10	*
H16	0.0016	-0.0033	154.	0.0037	0.0012	3.0146	2.3248	0.64	*
H17	0.0024	-0.0043	151.	0.0049	0.0012	4.0260	2.2410	0.00	*
H18	-0.0013	0.0013	315.	0.0018	0.0012	1.5837	2.3126	24.21	
H19	0.0051	-0.0026	117.	0.0057	0.0011	5.2773	2.4203	0.00	*
H20	0.0036	-0.0037	136.	0.0052	0.0011	4.7401	2.4160	0.00	*
H21	0.0018	-0.0006	108.	0.0019	0.0011	1.7955	2.3470	17.62	

Izračun med datotekama (dobama) 4 in 5.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	0.0000	0.0030	0.	0.0030	0.0006	5.2019	2.4301	0.00	*
O7	-0.0010	0.0012	320.	0.0016	0.0007	2.2503	2.1394	3.59	
O8	-0.0027	0.0007	285.	0.0028	0.0007	4.1436	2.1535	0.00	*
O9	-0.0017	0.0003	280.	0.0017	0.0008	2.1198	2.0976	4.75	
O11	-0.0007	0.0021	342.	0.0022	0.0007	2.9648	2.3251	0.92	
O12	-0.0008	0.0012	326.	0.0014	0.0005	2.9601	2.4400	1.27	
O13	-0.0010	0.0012	320.	0.0016	0.0009	1.7777	2.0897	10.84	
O14	-0.0011	0.0019	330.	0.0022	0.0008	2.7896	2.2919	1.31	
O15	-0.0013	0.0010	308.	0.0016	0.0006	2.9795	2.3884	0.96	
O16	-0.0005	-0.0001	259.	0.0005	0.0009	0.5925	2.1043	74.89	
O17	-0.0004	0.0007	330.	0.0008	0.0011	0.7670	2.1236	64.73	
O18	0.0001	0.0005	11.	0.0005	0.0006	0.8164	2.0873	58.60	
O19	0.0013	0.0005	69.	0.0014	0.0015	0.9106	2.1115	53.94	
O20	0.0009	-0.0002	103.	0.0009	0.0021	0.4289	2.0583	84.53	
O21	0.0014	0.0009	57.	0.0017	0.0018	0.9276	2.0866	51.56	
H1	0.0005	0.0015	18.	0.0016	0.0009	1.8032	2.4443	19.97	
H2	-0.0033	0.0009	285.	0.0034	0.0008	4.1862	2.4535	0.02	*
H26	-0.0026	0.0035	323.	0.0044	0.0008	5.2555	2.4543	0.00	*
H25	-0.0022	0.0013	301.	0.0026	0.0008	3.0793	2.4544	0.92	*
H3	-0.0007	0.0001	278.	0.0007	0.0009	0.7956	2.4515	73.02	
H4	-0.0014	-0.0005	250.	0.0015	0.0007	1.9958	2.3488	11.50	
H23	0.0001	0.0025	2.	0.0025	0.0009	2.7720	2.3467	1.63	
H22	0.0021	0.0030	35.	0.0037	0.0007	5.2267	2.3441	0.00	*
H5	-0.0045	0.0003	274.	0.0045	0.0008	5.4407	2.3413	0.00	*
H6	-0.0028	-0.0030	223.	0.0041	0.0007	5.9649	2.3220	0.00	*
H7	-0.0002	0.0018	354.	0.0018	0.0008	2.2017	2.4495	9.02	
H8	-0.0021	0.0030	325.	0.0037	0.0009	3.9564	2.3957	0.03	*
H10	-0.0008	0.0018	336.	0.0020	0.0008	2.5371	2.3897	3.47	
H11	-0.0018	0.0020	318.	0.0027	0.0008	3.2546	2.3582	0.41	*
H12	-0.0032	0.0016	297.	0.0036	0.0008	4.3431	2.3561	0.00	*
H13	0.0007	0.0009	38.	0.0011	0.0006	2.0423	2.3715	10.90	
H14	-0.0024	0.0006	284.	0.0025	0.0009	2.7134	2.4382	2.54	
H15	-0.0041	0.0013	288.	0.0043	0.0014	2.9960	2.2435	0.56	
H16	-0.0006	0.0004	304.	0.0007	0.0009	0.7617	2.3268	71.91	
H17	-0.0001	0.0002	333.	0.0002	0.0011	0.2105	2.2423	97.62	
H18	0.0002	-0.0005	158.	0.0005	0.0010	0.5576	2.3140	83.76	
H19	-0.0023	0.0008	289.	0.0024	0.0009	2.5748	2.4175	3.48	
H20	-0.0063	0.0028	294.	0.0069	0.0009	7.6081	2.4199	0.00	*
H21	-0.0044	-0.0011	256.	0.0045	0.0007	6.2210	2.3508	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 4 in 6.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
-------	-----------	-----------	--------------------	---------------	-----------------	---	--------	---------------	-----------

o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000						
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000						
o6	-0.0022	0.0028	322.	0.0036	0.0007	5.3068	2.4530	0.00	*	
o7	-0.0015	0.0026	330.	0.0030	0.0006	4.7356	2.0858	0.00	*	
o8	-0.0011	0.0027	338.	0.0029	0.0008	3.7674	2.1186	0.01	*	
o9	-0.0012	0.0030	338.	0.0032	0.0009	3.7893	2.0805	0.03	*	
o11	-0.0004	0.0031	353.	0.0031	0.0007	4.3670	2.2938	0.00	*	
o12	-0.0004	0.0023	350.	0.0023	0.0005	4.8031	2.3770	0.00	*	
o13	-0.0015	0.0023	327.	0.0027	0.0008	3.4866	2.0803	0.08	*	
o14	-0.0007	0.0031	347.	0.0032	0.0008	4.2150	2.2492	0.00	*	
o15	-0.0007	0.0020	341.	0.0021	0.0006	3.8314	2.3122	0.01	*	
o16	-0.0022	0.0024	317.	0.0033	0.0011	3.0204	2.0725	0.36	*	
o17	-0.0033	0.0020	301.	0.0039	0.0012	3.3424	2.1365	0.12	*	
o18	-0.0036	0.0030	310.	0.0047	0.0014	3.3231	2.0768	0.11	*	
o19	-0.0055	0.0012	282.	0.0056	0.0016	3.4239	2.1016	0.08	*	
o20	-0.0064	0.0026	292.	0.0069	0.0020	3.4372	2.0491	0.07	*	
o21	-0.0069	0.0008	277.	0.0069	0.0021	3.3717	2.0795	0.08	*	
H1	-0.0013	0.0019	326.	0.0023	0.0007	3.4114	2.4535	0.33	*	
H2	-0.0030	0.0015	297.	0.0034	0.0007	4.9857	2.4404	0.00	*	
H26	-0.0015	0.0064	347.	0.0066	0.0007	9.3375	2.4417	0.00	*	
H25	0.0009	-0.0007	128.	0.0011	0.0007	1.6279	2.4417	26.33		
H3	-0.0010	0.0028	340.	0.0030	0.0007	4.1539	2.4440	0.02	*	
H4	-0.0025	0.0040	328.	0.0047	0.0009	5.4278	2.2977	0.00	*	
H23	0.0019	0.0037	27.	0.0042	0.0006	7.0713	2.2989	0.00	*	
H22	-0.0013	0.0031	337.	0.0034	0.0009	3.9436	2.2979	0.00	*	
H5	-0.0037	0.0001	272.	0.0037	0.0006	5.9081	2.3007	0.00	*	
H6	0.0002	0.0025	5.	0.0025	0.0008	3.1439	2.2723	0.38	*	
H7	-0.0011	0.0011	315.	0.0016	0.0007	2.1214	2.4453	10.58		
H8	-0.0012	0.0019	328.	0.0022	0.0008	2.6987	2.3233	1.87		
H10	-0.0016	0.0014	311.	0.0021	0.0007	2.9789	2.3496	0.88		
H11	-0.0009	0.0017	332.	0.0019	0.0007	2.5795	2.3176	2.61		
H12	-0.0001	0.0020	357.	0.0020	0.0007	2.7417	2.3279	1.69		
H13	-0.0013	0.0025	333.	0.0028	0.0007	3.9528	2.3122	0.00	*	
H14	-0.0013	0.0022	329.	0.0026	0.0008	3.2791	2.3913	0.42	*	
H15	-0.0011	0.0025	336.	0.0027	0.0009	3.1166	2.2907	0.44	*	
H16	-0.0019	0.0036	332.	0.0041	0.0009	4.3144	2.2656	0.00	*	
H17	-0.0015	0.0026	330.	0.0030	0.0009	3.3833	2.1851	0.15	*	
H18	-0.0033	0.0063	332.	0.0071	0.0008	8.6632	2.2483	0.00	*	
H19	-0.0007	0.0017	338.	0.0018	0.0009	2.0056	2.4259	13.36		
H20	-0.0026	0.0059	336.	0.0064	0.0008	7.7838	2.3471	0.00	*	
H21	0.0006	0.0027	13.	0.0028	0.0007	4.0937	2.2693	0.00	*	

Izračun med datotekama (dobama) 4 in 7.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0021	0.0031	34.	0.0037	0.0006	6.0402	2.4252	0.00	*
o7	0.0018	-0.0001	93.	0.0018	0.0005	3.2940	2.1316	0.14	*
o8	0.0000	-0.0014	180.	0.0014	0.0008	1.8143	2.1495	11.19	
o9	0.0015	-0.0010	124.	0.0018	0.0010	1.8246	2.0958	9.84	
o11	0.0003	-0.0002	124.	0.0004	0.0006	0.6440	2.3134	78.93	
o12	0.0000	0.0004	0.	0.0004	0.0005	0.7670	2.4311	74.08	
o13	0.0023	-0.0003	97.	0.0023	0.0008	2.8837	2.0969	0.60	
o14	0.0007	-0.0007	135.	0.0010	0.0007	1.3547	2.2801	33.91	
o15	0.0001	-0.0001	135.	0.0001	0.0006	0.2429	2.3774	97.23	
o16	0.0027	-0.0013	116.	0.0030	0.0012	2.4758	2.0952	1.74	
o17	0.0026	-0.0008	107.	0.0027	0.0013	2.0966	2.1216	5.29	
o18	0.0027	-0.0012	114.	0.0030	0.0016	1.8382	2.0856	9.50	
o19	0.0041	-0.0017	113.	0.0044	0.0018	2.5232	2.1109	1.64	
o20	0.0030	-0.0014	115.	0.0033	0.0022	1.5313	2.0556	16.90	
o21	0.0037	-0.0009	104.	0.0038	0.0022	1.7412	2.0858	12.27	
H1	0.0026	-0.0008	107.	0.0027	0.0008	3.3973	2.4494	0.35	*
H2	0.0004	0.0000	90.	0.0004	0.0008	0.4988	2.4543	88.33	
H26	-0.0006	0.0030	349.	0.0031	0.0008	3.6539	2.4545	0.15	*
H25	-0.0006	-0.0008	217.	0.0010	0.0008	1.2224	2.4545	47.33	
H3	0.0017	-0.0002	97.	0.0017	0.0009	1.9644	2.4511	15.21	

H4	-0.0001	-0.0024	182.	0.0024	0.0009	2.7270	2.3396	1.86	
H23	0.0011	0.0001	85.	0.0011	0.0008	1.4356	2.3409	32.03	
H22	0.0009	-0.0003	108.	0.0009	0.0009	1.0259	2.3404	55.53	
H5	-0.0031	-0.0016	243.	0.0035	0.0006	5.4202	2.3345	0.00	*
H6	-0.0008	-0.0010	219.	0.0013	0.0007	1.8174	2.3173	15.65	
H7	0.0025	0.0005	79.	0.0025	0.0009	2.8893	2.4503	1.64	
H8	0.0001	0.0012	5.	0.0012	0.0008	1.5447	2.3881	28.41	
H10	0.0030	0.0012	68.	0.0032	0.0006	5.6325	2.3849	0.00	*
H11	0.0007	0.0016	24.	0.0017	0.0006	2.7552	2.3483	1.72	
H12	-0.0020	0.0010	297.	0.0022	0.0008	2.6590	2.3493	2.36	
H13	0.0033	0.0007	78.	0.0034	0.0007	5.1448	2.3593	0.00	*
H14	0.0011	-0.0004	110.	0.0012	0.0015	0.7880	2.2668	69.35	
H15	-0.0021	0.0005	283.	0.0022	0.0014	1.5354	2.2586	24.83	
H16	0.0025	-0.0007	106.	0.0026	0.0008	3.2028	2.3121	0.40	*
H17	0.0042	-0.0027	123.	0.0050	0.0011	4.6471	2.2305	0.00	*
H18	0.0024	0.0006	76.	0.0025	0.0007	3.4798	2.3057	0.17	*
H19	-0.0008	-0.0005	238.	0.0009	0.0011	0.8519	2.4168	69.11	
H20	-0.0032	0.0025	308.	0.0041	0.0009	4.2794	2.4082	0.00	*
H21	-0.0018	-0.0023	218.	0.0029	0.0007	4.4320	2.3351	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 4 in 8.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
04	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
05	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
06	0.0010	0.0037	15.	0.0038	0.0006	6.4135	2.4186	0.00	*
07	0.0020	0.0019	46.	0.0028	0.0003	9.8925	2.1279	0.00	*
08	-0.0005	0.0004	309.	0.0006	0.0009	0.7234	2.1476	68.68	
09	0.0006	0.0017	19.	0.0018	0.0006	2.9915	2.0932	0.43	
011	0.0006	0.0011	29.	0.0013	0.0009	1.4229	2.3117	32.32	
012	0.0003	0.0014	12.	0.0014	0.0005	2.6373	2.4273	2.98	
013	0.0010	0.0013	38.	0.0016	0.0003	5.2754	2.0925	0.00	*
014	0.0006	0.0017	19.	0.0018	0.0008	2.1383	2.2820	7.13	
015	-0.0001	0.0013	356.	0.0013	0.0006	2.0883	2.3715	9.53	
016	0.0008	0.0013	32.	0.0015	0.0004	3.5185	2.0918	0.07	*
017	-0.0002	0.0012	351.	0.0012	0.0009	1.4232	2.1170	23.57	
018	0.0003	0.0019	9.	0.0019	0.0007	2.6921	2.0847	0.99	
019	0.0012	0.0018	34.	0.0022	0.0009	2.2946	2.1098	2.96	
020	0.0002	0.0019	6.	0.0019	0.0007	2.5551	2.0551	1.28	
021	0.0007	0.0021	18.	0.0022	0.0010	2.3252	2.0869	2.62	
H1	0.0011	0.0018	31.	0.0021	0.0009	2.3335	2.4511	6.50	
H2	-0.0016	0.0017	317.	0.0023	0.0009	2.7147	2.4544	2.70	
H26	-0.0009	0.0047	349.	0.0048	0.0009	5.4700	2.4545	0.00	*
H25	0.0020	-0.0008	112.	0.0022	0.0009	2.5133	2.4545	4.39	
H3	0.0004	0.0019	12.	0.0019	0.0009	2.2648	2.4503	7.76	
H4	0.0012	0.0011	47.	0.0016	0.0007	2.4156	2.3372	4.13	
H23	0.0019	0.0028	34.	0.0034	0.0007	4.6774	2.3341	0.00	*
H22	0.0033	-0.0005	99.	0.0033	0.0009	3.7261	2.3360	0.05	*
H5	-0.0025	0.0000	270.	0.0025	0.0008	3.0688	2.3313	0.63	*
H6	0.0005	0.0014	20.	0.0015	0.0009	1.6771	2.3146	20.51	
H7	0.0004	0.0018	13.	0.0018	0.0009	2.1524	2.4500	10.06	
H8	0.0003	0.0021	8.	0.0021	0.0008	2.6633	2.3850	2.45	
H10	-0.0003	0.0011	345.	0.0011	0.0008	1.4011	2.3835	35.11	
H11	0.0006	0.0014	23.	0.0015	0.0007	2.2838	2.3476	5.92	
H12	0.0007	0.0012	30.	0.0014	0.0007	1.9730	2.3507	12.13	
H13	0.0009	0.0006	56.	0.0011	0.0006	1.8481	2.3537	16.15	
H14	-0.0002	-0.0002	225.	0.0003	0.0008	0.3643	2.4281	93.72	
H15	0.0002	0.0005	22.	0.0005	0.0008	0.6792	2.2610	75.78	
H16	0.0011	-0.0009	129.	0.0014	0.0010	1.3891	2.3124	32.97	
H17	0.0010	0.0001	84.	0.0010	0.0008	1.2139	2.2269	40.07	
H18	-0.0012	0.0029	338.	0.0031	0.0010	3.1102	2.2996	0.51	*
H19	0.0025	0.0001	88.	0.0025	0.0010	2.4726	2.4181	4.38	
H20	0.0008	0.0008	45.	0.0011	0.0007	1.5285	2.4030	29.45	
H21	0.0001	0.0007	8.	0.0007	0.0009	0.8003	2.3279	69.82	

Izračun med datotekama (dobama) 5 in 6.

Točka	dy	dx	Sm. kot	Premik	m_premik	T	T_krit	alfa_dej	3*m_prem.
-------	----	----	---------	--------	----------	---	--------	----------	-----------

	(m)	(m)	(stop.)	(m)	(m)				%	
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000						
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000						
o6	-0.0022	-0.0002	265.	0.0022	0.0007	3.1439	2.4280	0.73		*
o7	-0.0005	0.0014	340.	0.0015	0.0007	2.2854	2.1306	3.18		
o8	0.0016	0.0020	39.	0.0026	0.0004	6.0343	2.1467	0.00		*
o9	0.0005	0.0027	10.	0.0027	0.0007	4.1880	2.0990	0.00		*
o11	0.0003	0.0010	17.	0.0010	0.0008	1.2560	2.3178	41.21		
o12	0.0004	0.0011	20.	0.0012	0.0005	2.3727	2.4315	5.79		
o13	-0.0005	0.0011	336.	0.0012	0.0008	1.4875	2.0999	19.58		
o14	0.0004	0.0012	18.	0.0013	0.0008	1.6080	2.2831	22.25		
o15	0.0006	0.0010	31.	0.0012	0.0005	2.4556	2.3757	4.11		
o16	-0.0017	0.0025	326.	0.0030	0.0011	2.6779	2.1022	1.05		
o17	-0.0029	0.0013	294.	0.0032	0.0012	2.5595	2.1211	1.61		
o18	-0.0037	0.0025	304.	0.0045	0.0015	2.9661	2.0917	0.41		
o19	-0.0068	0.0007	276.	0.0068	0.0017	4.1182	2.1117	0.01		*
o20	-0.0073	0.0028	291.	0.0078	0.0020	3.8491	2.0623	0.01		*
o21	-0.0083	-0.0001	269.	0.0083	0.0020	4.0727	2.0982	0.01		*
H1	-0.0018	0.0004	283.	0.0018	0.0008	2.2968	2.4479	7.08		
H2	0.0003	0.0006	27.	0.0007	0.0008	0.8154	2.4540	71.88		
H26	0.0011	0.0029	21.	0.0031	0.0008	3.7732	2.4544	0.05		*
H25	0.0031	-0.0020	123.	0.0037	0.0008	4.5045	2.4545	0.00		*
H3	-0.0003	0.0027	354.	0.0027	0.0008	3.3089	2.4519	0.55		*
H4	-0.0011	0.0045	346.	0.0046	0.0010	4.7928	2.3437	0.00		*
H23	0.0018	0.0012	56.	0.0022	0.0006	3.3779	2.3426	0.23		*
H22	-0.0034	0.0001	272.	0.0034	0.0008	4.1964	2.3422	0.00		*
H5	0.0008	-0.0002	104.	0.0008	0.0009	0.9392	2.3355	61.34		
H6	0.0030	0.0055	29.	0.0063	0.0008	8.1669	2.3170	0.00		*
H7	-0.0009	-0.0007	232.	0.0011	0.0009	1.3305	2.4504	41.09		
H8	0.0009	-0.0011	141.	0.0014	0.0009	1.5481	2.3943	28.38		
H10	-0.0008	-0.0004	243.	0.0009	0.0005	1.6542	2.3780	23.26		
H11	0.0009	-0.0003	108.	0.0009	0.0007	1.2936	2.3476	39.71		
H12	0.0031	0.0004	83.	0.0031	0.0006	4.9866	2.3476	0.00		*
H13	-0.0020	0.0016	309.	0.0026	0.0008	3.0991	2.3656	0.70		*
H14	0.0011	0.0016	35.	0.0019	0.0008	2.5888	2.4348	3.50		
H15	0.0030	0.0012	68.	0.0032	0.0012	2.6135	2.2555	1.93		
H16	-0.0013	0.0032	338.	0.0035	0.0011	3.1071	2.3020	0.51		*
H17	-0.0014	0.0024	330.	0.0028	0.0011	2.5954	2.2353	1.91		
H18	-0.0035	0.0068	333.	0.0076	0.0010	7.8301	2.3091	0.00		*
H19	0.0016	0.0009	61.	0.0018	0.0011	1.6693	2.4175	24.05		
H20	0.0037	0.0031	50.	0.0048	0.0007	6.8136	2.4116	0.00		*
H21	0.0050	0.0038	53.	0.0063	0.0006	9.9839	2.3428	0.00		*

Izračun med datotekama (dobama) 5 in 7.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0021	0.0001	87.	0.0021	0.0007	2.8037	2.3098	1.33	
o7	0.0028	-0.0013	115.	0.0031	0.0007	4.3061	2.1550	0.00	*
o8	0.0027	-0.0021	128.	0.0034	0.0009	3.7995	2.1674	0.01	*
o9	0.0032	-0.0013	112.	0.0035	0.0010	3.4825	2.1128	0.10	*
o11	0.0010	-0.0023	157.	0.0025	0.0008	3.1426	2.3168	0.44	*
o12	0.0008	-0.0008	135.	0.0011	0.0005	2.2309	2.4435	8.31	
o13	0.0033	-0.0015	114.	0.0036	0.0010	3.7613	2.1060	0.02	*
o14	0.0018	-0.0026	145.	0.0032	0.0008	3.7475	2.2882	0.03	*
o15	0.0014	-0.0011	128.	0.0018	0.0006	2.9847	2.3988	0.98	
o16	0.0032	-0.0012	111.	0.0034	0.0013	2.7250	2.1046	0.91	
o17	0.0030	-0.0015	117.	0.0034	0.0014	2.4462	2.0959	1.98	
o18	0.0026	-0.0017	123.	0.0031	0.0017	1.8749	2.0929	8.84	
o19	0.0028	-0.0022	128.	0.0036	0.0017	2.1123	2.1098	4.98	
o20	0.0021	-0.0012	120.	0.0024	0.0022	1.1227	2.0647	36.39	
o21	0.0023	-0.0018	128.	0.0029	0.0019	1.5046	2.0959	20.03	
H1	0.0021	-0.0023	138.	0.0031	0.0009	3.5460	2.4377	0.19	*
H2	0.0037	-0.0009	104.	0.0038	0.0009	4.0931	2.4518	0.02	*
H26	0.0020	-0.0005	104.	0.0021	0.0009	2.1881	2.4533	9.36	
H25	0.0016	-0.0021	143.	0.0026	0.0009	2.8289	2.4536	2.01	

H3	0.0024	-0.0003	97.	0.0024	0.0010	2.3777	2.4525	5.95	
H4	0.0013	-0.0019	146.	0.0023	0.0012	1.9334	2.3547	13.51	
H23	0.0010	-0.0024	157.	0.0026	0.0012	2.2493	2.3560	6.53	
H22	-0.0012	-0.0033	200.	0.0035	0.0009	3.8825	2.3568	0.03	*
H5	0.0014	-0.0019	144.	0.0024	0.0012	1.9927	2.3542	11.81	
H6	0.0020	0.0020	45.	0.0028	0.0008	3.5814	2.3310	0.09	*
H7	0.0027	-0.0013	116.	0.0030	0.0010	2.9740	2.4485	1.22	
H8	0.0022	-0.0018	129.	0.0028	0.0010	2.7893	2.4179	1.95	
H10	0.0038	-0.0006	99.	0.0038	0.0007	5.1534	2.3959	0.00	*
H11	0.0025	-0.0004	99.	0.0025	0.0008	3.3299	2.3627	0.33	*
H12	0.0012	-0.0006	117.	0.0013	0.0009	1.4919	2.3517	29.62	
H13	0.0026	-0.0002	94.	0.0026	0.0008	3.0891	2.3862	0.75	*
H14	0.0035	-0.0010	106.	0.0036	0.0016	2.3009	2.2924	4.89	
H15	0.0020	-0.0008	112.	0.0022	0.0016	1.3129	2.2386	35.02	
H16	0.0031	-0.0011	110.	0.0033	0.0010	3.4564	2.3299	0.13	*
H17	0.0043	-0.0029	124.	0.0052	0.0012	4.1900	2.2542	0.00	*
H18	0.0022	0.0011	63.	0.0025	0.0007	3.3085	2.3296	0.25	*
H19	0.0015	-0.0013	131.	0.0020	0.0011	1.8022	2.4130	19.14	
H20	0.0031	-0.0003	96.	0.0031	0.0010	3.2660	2.4325	0.51	*
H21	0.0026	-0.0012	115.	0.0029	0.0011	2.6743	2.3734	2.27	

Izračun med datotekama (dobama) 5 in 8.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	0.0010	0.0007	55.	0.0012	0.0007	1.8478	2.3035	15.34	
O7	0.0030	0.0007	77.	0.0031	0.0005	6.3212	2.1471	0.00	*
O8	0.0022	-0.0003	98.	0.0022	0.0007	3.1468	2.1652	0.29	*
O9	0.0023	0.0014	59.	0.0027	0.0004	6.0994	2.1112	0.00	*
O11	0.0013	-0.0010	128.	0.0016	0.0006	2.5291	2.3156	3.07	
O12	0.0011	0.0002	80.	0.0011	0.0005	2.1757	2.4400	9.50	
O13	0.0020	0.0001	87.	0.0020	0.0008	2.4773	2.1039	1.79	
O14	0.0017	-0.0002	97.	0.0017	0.0006	3.0029	2.2850	0.64	*
O15	0.0012	0.0003	76.	0.0012	0.0005	2.5700	2.3922	3.27	
O16	0.0013	0.0014	43.	0.0019	0.0005	4.0837	2.1038	0.00	*
O17	0.0002	0.0005	22.	0.0005	0.0005	1.0980	2.0953	39.67	
O18	0.0002	0.0014	8.	0.0014	0.0008	1.7734	2.0924	11.15	
O19	-0.0001	0.0013	356.	0.0013	0.0009	1.4555	2.1094	22.10	
O20	-0.0007	0.0021	342.	0.0022	0.0015	1.5158	2.0633	17.77	
O21	-0.0007	0.0012	330.	0.0014	0.0016	0.8925	2.0955	55.01	
H1	0.0006	0.0003	63.	0.0007	0.0011	0.6317	2.4406	81.58	
H2	0.0017	0.0008	65.	0.0019	0.0010	1.8982	2.4521	17.20	
H26	0.0017	0.0012	55.	0.0021	0.0010	2.0879	2.4536	11.57	
H25	0.0042	-0.0021	117.	0.0047	0.0010	4.8439	2.4538	0.00	*
H3	0.0011	0.0018	31.	0.0021	0.0010	2.0984	2.4524	11.24	
H4	0.0026	0.0016	58.	0.0031	0.0008	3.7272	2.3525	0.05	*
H23	0.0018	0.0003	81.	0.0018	0.0009	2.0253	2.3523	10.91	
H22	0.0012	-0.0035	161.	0.0037	0.0012	3.1226	2.3504	0.58	*
H5	0.0020	-0.0003	99.	0.0020	0.0010	1.9976	2.3508	11.55	
H6	0.0033	0.0044	37.	0.0055	0.0009	6.3955	2.3295	0.00	*
H7	0.0006	0.0000	90.	0.0006	0.0011	0.5587	2.4492	85.46	
H8	0.0024	-0.0009	111.	0.0026	0.0010	2.4793	2.4161	4.29	
H10	0.0005	-0.0007	144.	0.0009	0.0009	0.9457	2.3942	62.33	
H11	0.0024	-0.0006	104.	0.0025	0.0008	2.9931	2.3607	0.89	
H12	0.0039	-0.0004	96.	0.0039	0.0008	4.8150	2.3553	0.00	*
H13	0.0002	-0.0003	146.	0.0004	0.0009	0.3818	2.3837	92.70	
H14	0.0022	-0.0008	110.	0.0023	0.0011	2.1723	2.4415	9.40	
H15	0.0043	-0.0008	101.	0.0044	0.0017	2.5674	2.2427	2.07	
H16	0.0017	-0.0013	127.	0.0021	0.0011	1.8859	2.3261	14.11	
H17	0.0011	-0.0001	95.	0.0011	0.0011	1.0284	2.2491	52.51	
H18	-0.0014	0.0034	338.	0.0037	0.0011	3.2349	2.3261	0.36	*
H19	0.0048	-0.0007	98.	0.0049	0.0011	4.2881	2.4129	0.00	*
H20	0.0071	-0.0020	106.	0.0074	0.0010	7.1958	2.4267	0.00	*
H21	0.0045	0.0018	68.	0.0048	0.0008	5.9339	2.3665	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 6 in 7.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0043	0.0003	86.	0.0043	0.0007	6.0635	2.4261	0.00	*
o7	0.0033	-0.0027	129.	0.0043	0.0007	5.9900	2.1214	0.00	*
o8	0.0011	-0.0041	165.	0.0042	0.0009	4.9769	2.1422	0.00	*
o9	0.0027	-0.0040	146.	0.0048	0.0010	4.8043	2.0938	0.00	*
o11	0.0007	-0.0033	168.	0.0034	0.0008	4.2079	2.3001	0.00	*
o12	0.0004	-0.0019	168.	0.0019	0.0005	3.6831	2.4218	0.09	*
o13	0.0038	-0.0026	124.	0.0046	0.0009	5.0273	2.0950	0.00	*
o14	0.0014	-0.0038	160.	0.0040	0.0008	4.8000	2.2753	0.00	*
o15	0.0008	-0.0021	159.	0.0022	0.0006	3.6697	2.3600	0.07	*
o16	0.0049	-0.0037	127.	0.0061	0.0012	5.0724	2.0978	0.00	*
o17	0.0059	-0.0028	115.	0.0065	0.0013	5.1459	2.1143	0.00	*
o18	0.0063	-0.0042	124.	0.0076	0.0015	4.9062	2.0885	0.00	*
o19	0.0096	-0.0029	107.	0.0100	0.0017	5.8881	2.1113	0.00	*
o20	0.0094	-0.0040	113.	0.0102	0.0021	4.9322	2.0602	0.00	*
o21	0.0106	-0.0017	99.	0.0107	0.0021	5.1352	2.0987	0.00	*
H1	0.0039	-0.0027	125.	0.0047	0.0008	6.1122	2.4507	0.00	*
H2	0.0034	-0.0015	114.	0.0037	0.0008	4.6714	2.4541	0.00	*
H26	0.0009	-0.0034	165.	0.0035	0.0008	4.2296	2.4545	0.01	*
H25	-0.0015	-0.0001	266.	0.0015	0.0008	1.9082	2.4545	16.98	
H3	0.0027	-0.0030	138.	0.0040	0.0009	4.7327	2.4510	0.00	*
H4	0.0024	-0.0064	159.	0.0068	0.0010	6.8412	2.3332	0.00	*
H23	-0.0008	-0.0036	193.	0.0037	0.0008	4.4625	2.3300	0.00	*
H22	0.0022	-0.0034	147.	0.0040	0.0010	3.9486	2.3303	0.00	*
H5	0.0006	-0.0017	161.	0.0018	0.0010	1.7792	2.3295	17.66	
H6	-0.0010	-0.0035	196.	0.0036	0.0009	4.1881	2.3086	0.00	*
H7	0.0036	-0.0006	99.	0.0036	0.0009	4.2092	2.4496	0.02	*
H8	0.0013	-0.0007	118.	0.0015	0.0009	1.6285	2.3837	24.82	
H10	0.0046	-0.0002	92.	0.0046	0.0007	7.0046	2.3685	0.00	*
H11	0.0016	-0.0001	94.	0.0016	0.0007	2.3977	2.3395	4.35	
H12	-0.0019	-0.0010	242.	0.0021	0.0006	3.7917	2.3430	0.04	*
H13	0.0046	-0.0018	111.	0.0049	0.0008	6.2153	2.3539	0.00	*
H14	0.0024	-0.0026	137.	0.0035	0.0013	2.7467	2.2630	1.42	
H15	-0.0010	-0.0020	207.	0.0022	0.0008	2.8366	2.2715	1.16	
H16	0.0044	-0.0043	134.	0.0062	0.0011	5.7912	2.2966	0.00	*
H17	0.0057	-0.0053	133.	0.0078	0.0011	7.1608	2.2201	0.00	*
H18	0.0057	-0.0057	135.	0.0081	0.0010	8.0538	2.2947	0.00	*
H19	-0.0001	-0.0022	183.	0.0022	0.0012	1.8724	2.4174	17.23	
H20	-0.0006	-0.0034	190.	0.0035	0.0008	4.1197	2.3993	0.00	*
H21	-0.0024	-0.0050	206.	0.0055	0.0007	7.7623	2.3219	0.00	*

Izračun med datotekama (dobama) 6 in 8.

Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
o4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
o6	0.0032	0.0009	74.	0.0033	0.0007	4.5982	2.4194	0.00	*
o7	0.0035	-0.0007	101.	0.0036	0.0006	5.6604	2.1188	0.00	*
o8	0.0006	-0.0023	165.	0.0024	0.0009	2.6527	2.1412	1.34	
o9	0.0018	-0.0013	126.	0.0022	0.0010	2.1371	2.0918	4.42	
o11	0.0010	-0.0020	153.	0.0022	0.0008	2.9080	2.3015	0.98	
o12	0.0007	-0.0009	142.	0.0011	0.0005	2.1478	2.4152	9.54	
o13	0.0025	-0.0010	112.	0.0027	0.0009	2.9156	2.0949	0.52	
o14	0.0013	-0.0014	137.	0.0019	0.0008	2.4333	2.2771	3.27	
o15	0.0006	-0.0007	139.	0.0009	0.0006	1.4672	2.3566	30.78	
o16	0.0030	-0.0011	110.	0.0032	0.0012	2.6287	2.0918	1.13	
o17	0.0031	-0.0008	104.	0.0032	0.0013	2.4405	2.1111	2.08	
o18	0.0039	-0.0011	106.	0.0041	0.0016	2.5340	2.0859	1.52	
o19	0.0067	0.0006	85.	0.0067	0.0017	3.9247	2.1087	0.01	*
o20	0.0066	-0.0007	96.	0.0066	0.0022	3.0674	2.0594	0.30	*
o21	0.0076	0.0013	80.	0.0077	0.0021	3.6149	2.0982	0.03	*
H1	0.0024	-0.0001	92.	0.0024	0.0008	2.8908	2.4512	1.64	
H2	0.0014	0.0002	82.	0.0014	0.0008	1.7520	2.4540	22.12	
H26	0.0006	-0.0017	161.	0.0018	0.0009	2.0704	2.4537	12.01	

H25	0.0011	-0.0001	95.	0.0011	0.0008	1.3371	2.4535	40.83	
H3	0.0014	-0.0009	123.	0.0017	0.0009	1.8570	2.4511	18.47	
H4	0.0037	-0.0029	128.	0.0047	0.0011	4.3807	2.3307	0.00	*
H23	0.0000	-0.0009	180.	0.0009	0.0010	0.9470	2.3255	60.58	
H22	0.0046	-0.0036	128.	0.0058	0.0010	5.5968	2.3246	0.00	*
H5	0.0012	-0.0001	95.	0.0012	0.0008	1.4503	2.3289	30.57	
H6	0.0003	-0.0011	165.	0.0011	0.0011	1.0243	2.3072	54.38	
H7	0.0015	0.0007	65.	0.0017	0.0009	1.8971	2.4498	17.22	
H8	0.0015	0.0002	82.	0.0015	0.0008	1.9170	2.3834	14.76	
H10	0.0013	-0.0003	103.	0.0013	0.0007	1.7844	2.3709	18.68	
H11	0.0015	-0.0003	101.	0.0015	0.0008	2.0293	2.3402	10.46	
H12	0.0008	-0.0008	135.	0.0011	0.0009	1.1918	2.3420	45.03	
H13	0.0022	-0.0019	131.	0.0029	0.0009	3.3187	2.3520	0.27	*
H14	0.0011	-0.0024	155.	0.0026	0.0009	2.8196	2.4216	1.84	
H15	0.0013	-0.0020	147.	0.0024	0.0012	2.0166	2.2761	9.84	
H16	0.0030	-0.0045	146.	0.0054	0.0011	4.7196	2.2954	0.00	*
H17	0.0025	-0.0025	135.	0.0035	0.0011	3.1106	2.2161	0.41	*
H18	0.0021	-0.0034	148.	0.0040	0.0010	3.8728	2.2880	0.01	*
H19	0.0032	-0.0016	117.	0.0036	0.0010	3.6552	2.4182	0.12	*
H20	0.0034	-0.0051	146.	0.0061	0.0010	6.0524	2.3957	0.00	*
H21	-0.0005	-0.0020	194.	0.0021	0.0008	2.4759	2.3138	3.39	

Izračun med datotekama (dobama) 7 in 8.									
Točka	dy (m)	dx (m)	Sm. kot (stop.)	Premik (m)	m_premik (m)	T	T_krit	alfa_dej %	3*m_prem.
O4	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O5	0.0000	0.0000	0.	0.0000					
O6	-0.0011	0.0006	299.	0.0013	0.0008	1.6207	2.2964	22.79	
O7	0.0002	0.0020	6.	0.0020	0.0006	3.3953	2.1413	0.11	*
O8	-0.0005	0.0018	344.	0.0019	0.0010	1.9001	2.1591	9.38	
O9	-0.0009	0.0027	342.	0.0028	0.0011	2.6217	2.1052	1.30	
O11	0.0003	0.0013	13.	0.0013	0.0010	1.3325	2.3056	36.75	
O12	0.0003	0.0010	17.	0.0010	0.0006	1.7669	2.4372	21.15	
O13	-0.0013	0.0016	321.	0.0021	0.0010	1.9874	2.1006	6.72	
O14	-0.0001	0.0024	358.	0.0024	0.0010	2.4063	2.2778	3.71	
O15	-0.0002	0.0014	352.	0.0014	0.0007	2.0602	2.3854	10.71	
O16	-0.0019	0.0026	324.	0.0032	0.0014	2.3818	2.1015	2.26	
O17	-0.0028	0.0020	306.	0.0034	0.0014	2.3895	2.0947	2.29	
O18	-0.0024	0.0031	322.	0.0039	0.0016	2.3951	2.0893	2.19	
O19	-0.0029	0.0035	320.	0.0045	0.0016	2.7983	2.1077	0.74	
O20	-0.0028	0.0033	320.	0.0043	0.0020	2.1399	2.0593	4.02	
O21	-0.0030	0.0030	315.	0.0042	0.0019	2.1929	2.0953	3.83	
H1	-0.0015	0.0026	330.	0.0030	0.0009	3.2465	2.4444	0.60	*
H2	-0.0020	0.0017	310.	0.0026	0.0010	2.7540	2.4526	2.40	
H26	-0.0003	0.0017	350.	0.0017	0.0010	1.7585	2.4538	21.94	
H25	0.0026	0.0000	90.	0.0026	0.0010	2.6938	2.4540	2.83	
H3	-0.0013	0.0021	328.	0.0025	0.0010	2.4927	2.4535	4.54	
H4	0.0013	0.0035	20.	0.0037	0.0009	4.1678	2.3487	0.00	*
H23	0.0008	0.0027	17.	0.0028	0.0010	2.9444	2.3465	0.99	
H22	0.0024	-0.0002	95.	0.0024	0.0010	2.4358	2.3456	4.17	
H5	0.0006	0.0016	21.	0.0017	0.0009	1.8006	2.3422	17.49	
H6	0.0013	0.0024	28.	0.0027	0.0009	2.9497	2.3262	0.90	
H7	-0.0021	0.0013	302.	0.0025	0.0010	2.4065	2.4517	5.64	
H8	0.0002	0.0009	13.	0.0009	0.0009	1.0723	2.4119	55.11	
H10	-0.0033	-0.0001	268.	0.0033	0.0007	4.4467	2.3904	0.00	*
H11	-0.0001	-0.0002	207.	0.0002	0.0007	0.3069	2.3553	95.34	
H12	0.0027	0.0002	86.	0.0027	0.0008	3.5611	2.3536	0.09	*
H13	-0.0024	-0.0001	268.	0.0024	0.0008	2.8998	2.3739	1.19	
H14	-0.0013	0.0002	279.	0.0013	0.0016	0.8223	2.3028	68.48	
H15	0.0023	0.0000	90.	0.0023	0.0016	1.3986	2.2525	31.24	
H16	-0.0014	-0.0002	262.	0.0014	0.0008	1.8564	2.3171	14.66	
H17	-0.0032	0.0028	311.	0.0043	0.0013	3.2911	2.2432	0.21	*
H18	-0.0036	0.0023	303.	0.0043	0.0012	3.6737	2.3175	0.06	*
H19	0.0033	0.0006	80.	0.0034	0.0012	2.7897	2.4128	1.98	
H20	0.0040	-0.0017	113.	0.0043	0.0011	4.1306	2.4167	0.01	*
H21	0.0019	0.0030	32.	0.0036	0.0008	4.3317	2.3489	0.00	*