

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

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



26202215

Kandidat:

**Mihael Drevenšek**

# **Določitev koordinat v koordinatnem sistemu D-96 na osnovi terestričnih meritev GNSS**

**Diplomska naloga št.: 330**

**Mentor:**  
prof. dr. Bojan Stopar

**Somentor:**  
doc. dr. Simona Savšek

Ljubljana, 2010

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **MIHAEL DREVENŠEK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:

**»DOLOČITEV KOORDINAT V KOORDINATNEM SISTEMU D-96 NA OSNOVI TERESTRIČNIH IN MERITEV GNSS.«**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela, za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 14.01.2011

\_\_\_\_\_  
(podpis avtorja)

**STRAN ZA POPRAVKE****Stran z napako****Vrstica z napako****Namesto****Naj bo**

## **BIBLIOGRAFSKO- DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>528.2:528.7(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Mihael Drevenšek</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Bojan Stopar</b>
<b>Somentor:</b>	<b>doc. dr. Simona Savšek</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Določitev koordinat v koordinatnem sistemu D-96 na osnovi terestričnih in meritev GNSS</b>
<b>Oprema:</b>	<b>49 str., 18 pregl., 30 slik, 10 pril.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>ETRS89, Gauß-Krügerjev koordinatni sistem, meritve GNSS, terestrične meritve</b>

### **Izveček**

01. 1. 2008 je v Sloveniji začel veljati novi državni koordinatni sistem z oznako D96/TM. Zaradi te spremembe smo geodeti in vsi ostali, ki smo do sedaj uporabljali državno geodetsko mrežo, ostali brez približno 250 000 navezovalnih točk. Za potrebe izvajanja geodetskih del v praksi je zato potrebno vzpostaviti določeno število geodetskih točk tudi v novem koordinatnem sistemu. V diplomski nalogi je predstavljen stari in novi državni koordinatni sistem in razlika med njima, s poudarkom na določitvi koordinat RTV-oddajnika v koordinatnem sistemu D-96. Predstavljeni sta metodi izmere, to sta izmera GNSS in terestrična izmera, ter obdelava podatkov omenjenih metod. Prva se je izvajala s sprejemnikom HiperPro, proizvajalca Topcon, slednja pa z instrumentom SET3030R3 proizvajalca SOKKIA. Rezultat diplomske naloge so položajne koordinate RTV-oddajnika v novem državnem koordinatnem sistemu in njihova natančnost.

**BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

- UDC:** 528.2:528.7(043.2)
- Author:** Mihael Drevenšek
- Supervisor:** Assoc. Prof. Ph. D. Bojan Stopar
- Co-supervisor:** Assist. Prof. Ph. D. Simona Savšek
- Title:** The Determination of Coordinates in the D-96 System of Coordinates on the Basis of Terrestrial and the GNSS Measurements
- Notes:** 49 p., 18 tab., 30 fig., 10 eq.
- Key Words:** ETRS89, Gauss-Krüger, GNSS, terrestrial measurements

**Abstract:**

On January 1<sup>st</sup> 2008 a new national system of coordinates with the marking D96/TM came into force. Due to this transformation we - the surveyors and others, who have been using the national geodetic network, were left without an approximately 250.000 geodetic points. In order to perform geodetic works in practice is therefore necessary to establish a number of geodetic points in the new national coordinate system. In this undergraduate thesis the old and the new system of coordinates is presented, as well as the differences between the two systems. The emphasis is on the establishment of coordinates of the broadcasting station (RTV) in the D96/TM system of coordinates, which has served as a geodetic point in the old D48/GK system of coordinates. The methods of surveying are presented; these are the GNSS survey and the terrestrial survey, and the processing of the data received using these methods. The first one was executed with the HyperPro receiver produced by Topcon, and the latter with the SET3030R3 instrument produced by SOKKIA. The result of the undergraduate thesis are the geodetic coordinates in the new national system of coordinates and their accuracy.

## **ZAHVALA**

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju izr. prof. dr.

Bojanu Stoparju in somentorici doc. dr. Simoni Savšek .

Zahvala gre tudi družini, sošolcem in prijateljem, ki so mi skozi vsa leta študija in po njem nudili pomoč ter mi stali ob strani.

**KAZALO VSEBINE**

1	UVOD .....	1
2	SPLOŠNO O KOORDINATNIH SISTEMIH IN KOORDINATNEM SESTAVU .....	2
<b>2.1</b>	<b>Koordinatni sistem ETRS89 in parametri .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Gauß-Krügerjev koordinatni sistem in parametri.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3</b>	<b>Primerjava ETRS89 in Gauß-Krügerjevega koordinatnega sistema.....</b>	<b>5</b>
3	IZMERA GNSS IN TERESTRIČNA IZMERA.....	8
<b>3.1</b>	<b>Izmera GNSS .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Delovanje GNSS .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Metode izmere v GNSS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Klasična terestrična izmera .....</b>	<b>15</b>
4	IZVEDBA GNSS IN TERESTRIČNIH MERITEV .....	20
<b>4.1</b>	<b>Planiranje mreže.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Izbira merske metode.....</b>	<b>22</b>
5	OBDELAVA IN ANALIZA PODATKOV .....	25
<b>5.1</b>	<b>Obdelava podatkov.....</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>Analiza podatkov meritev .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Opazovanja GNSS.....</b>	<b>26</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Terestrična opazovanja.....</b>	<b>32</b>
6	ZAKLJUČEK.....	47
VIRI	.....	48

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Parametri referenčnega sistema GRS80 .....	3
Preglednica 2: Parametri Besselovega elipsoida .....	3
Preglednica 3: Parametri starega in novega državnega geodetskega referenčnega sistema .....	6
Preglednica 4: Parametri stare in nove državne kartografske projekcije ter ravninskega koordinatnega sistema .....	7
Preglednica 5: Tip rešitve baznega vektorja.....	27
Preglednica 6: Natančnost določitve baznega vektorja .....	28
Preglednica 7: Kakovost obdelave vektorja .....	29
Preglednica 8: Koordinate točk posamičnega sklopa meritev .....	30
Preglednica 9: Končne koordinate izmeritvene mreže na osnovi opazovanj GNSS .....	31
Preglednica 10: Položajna natančnost RTV-oddajnika iz posamičnega trikotnika.....	34
Preglednica 11: Ocena natančnosti merjenja horizontalnih kotov po girusni metodi in deklarirana natančnost .....	35
Preglednica 12: Kontrola zapiranja likov .....	36
Preglednica 13: Temperatura in zračni tlak .....	37
Preglednica 14: Reducirane dolžine na kartografsko projekcijo .....	41
Preglednica 15: Približne koordinate RTV-oddajnika.....	42
Preglednica 16: Najverjetnejše koordinate, natančnost koordinat in popravki približnih koordinat .....	43
Preglednica 17: Analiza natančnosti.....	44
Preglednica 18: Izravnane vrednosti koordinat in njihova položajna natančnost .....	45



**KAZALO SLIK**

Slika 1: Prileganje elipsoida GRS80 celotni Zemlji.....	2
Slika 2: Prileganje Besselovega elipsoida Sloveniji.....	4
Slika 3: Upodobitev ukrivljene Zemeljske ploskve v ravnini .....	5
Slika 4: Primerjava ETRS89 in Besselovega elipsoida.....	5
Slika 5: Povezanost segmentov pri meritvah GNSS .....	9
Slika 6: Kroženje satelitov okoli Zemlje .....	10
Slika 7: Kontrolni center za evropski sistem Galileo .....	10
Slika 8: Izstrelitev satelita Glonass.....	11
Slika 9: Področje pokrivanja kitajskega navigacijskega sistema Beidou .....	11
Slika 10: Diferencialni način merjenja .....	13
Slika 11: Polarna metoda izmere .....	16
Slika 12: Zaključen poligon.....	17
Slika 13: Metoda zunanjšega ureza (Macarol, 1977).....	17
Slika 14: Metoda notranjšega ureza (Mihailović, 1981).....	17
Slika 15: Geometrija izmeritvene mreže .....	20
Slika 16: Stabilizacija točke na zemlji.....	21
Slika 17: Stabilizacija točke na asfaltu .....	21
Slika 18: Geolociran ortofoto področja meritev .....	21
Slika 19: Izvajanje statične meritve.....	23
Slika 20: Topcon Hiperplus.....	23
Slika 21: SOKKIA SET3030R3 .....	24
Slika 22: Signalizacija točk .....	24
Slika 23: Poljubno izbrano izhodišče koordinatnega sistema pri zunanjem urezu (Mihailović, 1981).....	32
Slika 24: Pot merskega žarka skozi atmosfero .....	37
Slika 25: Kamen – kamen redukcija (Kogoj, 2005) .....	38
Slika 26: Redukcija poševne dolžine z merjeno zenitno razdaljo (Kogoj, 2005).....	40
Slika 27: Mreža, razdeljena na posamične trikotnike.....	42
Slika 28: Posamičen trikotnik.....	42
Slika 29: RTV-oddajnik iz zraka .....	46
Slika 30: RTV-oddajnik iz zemlje.....	46

# 1 UVOD

V 21. stoletju svet stremi h globalizaciji na vseh področjih od kulture, trgovine, politike do geodezije. Na začetku se je delalo lokalno, kar pomeni, da meritve niso bile navezane na državni koordinatni sistem, ampak so se uporabljali lokalni koordinatni sistemi. Že pred več kot 150 leti pa se je geodezija začela zavedati enotne koordinatne obravnave celotnega državnega ozemlja. Začele so se vzpostavljati državne geodetske mreže. Tako je država Slovenija s časom vzpostavila državno geodetsko mrežo s približno 250 000 geodetskimi točkami različnih redov in natančnosti, ki so bile vsem dostopne. In tako je geodezija reševala svoje naloge z uporabo geodetskih točk v okviru državnih mrež v koordinatnem sistemu D48/GK. Nato pa je prišel 1. januar 2008, ki pomeni začetek globalizacije naše stroke. Dobili smo nov koordinatni sistem ETRS89 in 250 000 točk je čez noč postalo neuporabnih, ostalo jih je le 2000. Vsi zvoniki, stolpi, ki so se videli daleč naokrog in ostale točke, vkopane v zemljo, so postale, za nas – geodete, neuporabne. Začelo se je obdobje uporabe globalnih satelitskih navigacijskih sistemov (GNSS).

Vzroki za uvedbo novega državnega koordinatnega sistema ETRS89 so predvsem v novih mednarodnih zahtevah (Evropska unija, NATO), ki jih mora izpolnjevati državni koordinatni sistem, slabem stanju obstoječega državnega koordinatnega sistema D48/GK ter razvoju in uporabi satelitskih tehnologij za določitev položaja. Realizacija ETRS89 v Sloveniji je bila izvedena v okviru EUREF GPS-kampanj v letih 1994, 1995 in 1996. Srednji trenutek (epoha) GPS-opazovanj v omenjenih kampanjah je bil 1995.55, zato realizacijo novega koordinatnega sistema označujemo tudi s kratico D96/TM (geodetski datum, realiziran 1996) (Rutar, 2008).

Ena od pomembnih geodetskih točk na širšem območju Maribora je tudi RTV-oddajnik na Pohorju. Ker je mnogo let služila kot orientacijska točka za potrebe zemljiško katastrske izmere in ima koordinate določene samo v starem koordinatnem sistemu D48/GK, smo si kot cilj diplomske naloge zadali določitev koordinat te antene v koordinatnem sistemu ETRS89 tako, da bo še naprej služila za potrebe zemljiško katastrske izmere.

## 2 SPLOŠNO O KOORDINATNIH SISTEMIH IN KOORDINATNEM SESTAVU

### 2.1 Koordinatni sistem ETRS89 in parametri

Pridružitve Slovenije Evropski uniji ima za posledico upoštevanje evropskih usmeritev glede povezovanja in izmenjave prostorskih podatkov v skupnem koordinatnem sistemu. Evropska podkomisija za koordinatni referenčni sistem EUREF, ki je del Mednarodne zveze za geodezijo, je na zasedanju leta 2000 priporočila, da vse države članice za določanje položaja v čim krajšem času privzamejo evropski terestrični referenčni sistem ETRS89. To je Geodetska uprava RS zapisala tudi v Strategiji osnovnega geodetskega sistema, ki jo je leta 2004 sprejela Vlada RS. Strokovno osnovo za vzpostavitev novega sistema v Sloveniji predstavljajo temeljne, z geodetskimi metodami izmerjene točke v tem sistemu, potrjene na zasedanju EUREF leta 2003 v Toledu, in državno omrežje permanentnih postaj GPS z imenom SIGNAL (Slovenija-Geodezija-Navigacija-Lokacija), ki je bilo dokončno vzpostavljeno leta 2006 (GURS, 2007).

Referenčni elipsoid, katerega parametri so prikazani v tabeli 1, je GRS80. Državni horizontalni koordinatni sistem je ETRS89, projekcija pa transverzalna Mercatorjeva. Geodetski datum je SISTR 96. Praktična realizacija državnega horizontalnega koordinatnega sistema je koordinatni sistem D96/TM.



Slika 1: Prileganje elipsoida GRS80 celotni Zemlji

(<http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Bitmaps/global%20&%20local%20ellipsoids.gif>, 2011)

Preglednica 1: Parametri referenčnega sistema GRS80

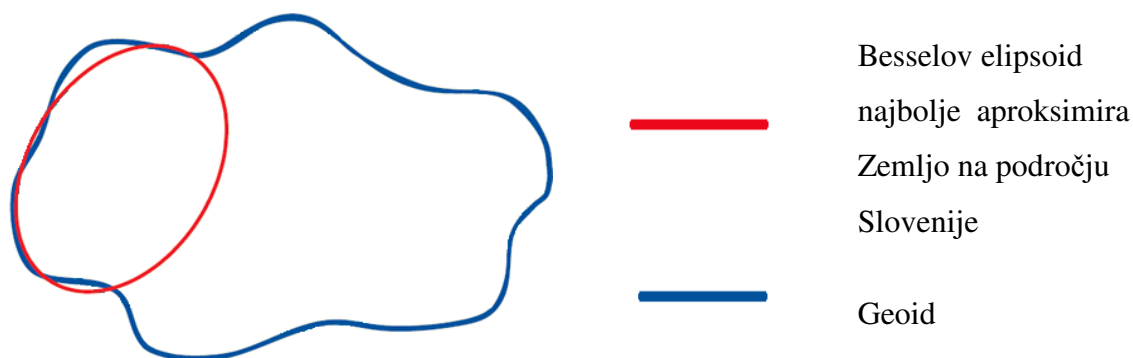
Ime referenčne ploskve	elipsoid GRS80
Leto določitve referenčne ploskve	1979 (IUGG)
<b>Geometrijski parametri</b>	
Velika polos rotacijskega elipsoida	$a = 6.378.137,00000 \text{ m}$
Geocentrična gravitacijska konstanta	$GM = 3.986.005 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$
Dinamični faktor oblike	$J_2 = 108.263 \cdot 10^{-8}$
Srednja kotna hitrost	$\omega = 7.292.115 \cdot 10^{-11} \text{ rad/s}$
<b>Izvedeni geometrijski parametri</b>	
Mala polos rotacijskega elipsoida	$b = 6.356.752,31414 \text{ m}$

## 2.2 Gauß-Krügerjev koordinatni sistem in parametri

Gauß-Krügerjev koordinatni sistem je stari uradni državni horizontalni koordinatni sistem v Sloveniji. Dejansko je to koordinatni sistem v okviru Gauß-Krügerjeve projekcije z Besselovim referenčnim elipsoidom. V tabeli 2 navajamo parametre Besselovega elipsoida. Parametri tega elipsoida so določeni tako, da se najbolje prilagajajo geoidu na območju Srednje Evrope. Orientacija Besselovega referenčnega elipsoida, glede na telo Zemlje, je potekala po načelih vzpostavitve astrogeodetskega datuma. Realizacija horizontalnega državnega koordinatnega sistema v okviru Gauß-Krügerjeve projekcije je D48/GK.

Preglednica 2: Parametri Besselovega elipsoida

Ime referenčne ploskve	Besselov elipsoid [Borčič, 1976]
Leto določitve referenčne ploskve	1841
<b>Osnovni geometrijski parametri</b>	
Velika polos rotacijskega elipsoida	$a = 6.377.397,15500 \text{ m}$
Mala polos rotacijskega elipsoida	$b = 6.356.078,96325 \text{ m}$

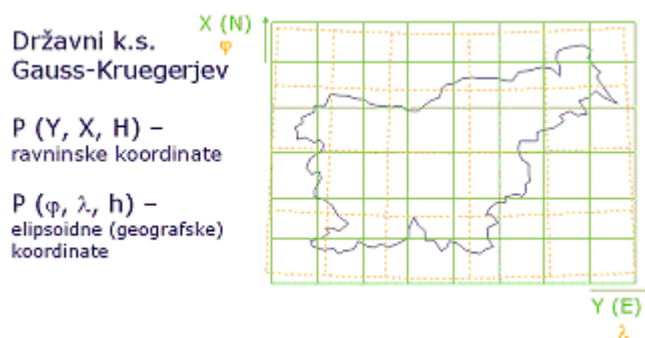


Slika 2: Prileganje Besselovega elipsoida Sloveniji

(<http://kartoweb.itc.nl/geometrics/Bitmaps/global%20&%20local%20ellipsoids.gif>, 2011)

### **Gauß-Krügerjeva projekcija**

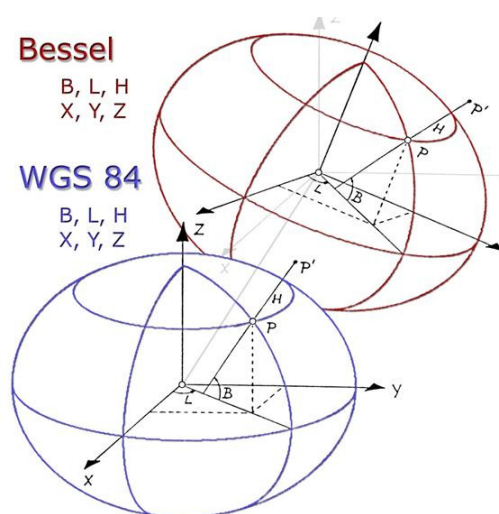
Osnovna zamisel Gauß-Krügerjeve projekcije je preslikava Zemljinega površja na ravno ploskev karte s pomočjo prečne valjne projekcije. Plašč valja se dotika Zemljinega elipsoida v izbranem poldnevniku, tako ostane merilo vzdolž tega poldnevnikar pri preslikavi na plašč valja nespremenjeno. Deformacija dolžin, ki nastane v tej projekciji, narašča z oddaljenostjo od dotikalnega poldnevnikar, zato je smiselno uporabiti v projekciji samo ozek pas levo in desno od njega. Širina pasu, ki jo je na naših geografskih širinah mogoče še dovolj natančno preslikati, je  $3^\circ$  geografske dolžine. Vsa zemeljska obla ( $360^\circ$ ) je razdeljena na 120 t.i. poldnevniških con. Celotno ozemlje Slovenije zajema cona z izhodiščnim poldnevnikom  $15^\circ$  vzhodno od Greenwiškega začetnega poldnevnikar. Vsaka cona ima svojo vrstno številko in Slovenija je v peti coni. Cona je široka  $3^\circ 15'$ . Gauß-Krügerjeva projekcija spada v skupino projekcij, ki ohranjajo horizontalne kote nespremenjene. Izpeljana je iz pravil, ki veljajo za Mercatorjevo projekcijo. Koordinatno mrežo oblikujejo poldnevnikar in vzporednikar. Položaj točke je določen s koordinatama  $\varphi$  in  $\lambda$ .



Slika 3: Upodobitev ukrivljene Zemeljske ploskve v ravnini  
(<http://www.geoservis.si/main.php?pg=uporabno.htm>, 2011)

## 2.3 Primerjava ETRS89 in Gauß-Krügerjevega koordinatnega sistema

Pri novem državnem koordinatnem sistemu uporabljamo kot referenčni elipsoid GRS-80. Do menjave je prišlo zaradi lažje uporabe opazovanj GNSS. Referenčni elipsoid GRS-80 je namreč praktično identičen referenčnemu elipsoidu ETRS89, na katerega se nanašajo opazovanja v GNSS sistemu GPS (Global Positioning System). Eden od razlogov je tudi ta, da je bila stara državna geodetska mreža zelo slabe kakovosti. To je pomenilo, da ni bila mogoča enostavna pretvorba koordinat, določenih z opazovanji GNSS, v stari državni koordinatni sistem. V tabeli 3 predstavljamo parametre starega in novega koordinatnega sistema. Iz tabele 4 je razvidno, da se kartografska projekcija ni spremenila (Berk, 2008).



Slika 4: Primerjava ETRS89 in Besselovega elipsoida

(<http://swopdoc.com/bilder/2009-09-13-php2w8her-Dateien/image020.jpg>, 2011)

Preglednica 3: Parametri starega in novega državnega geodetskega referenčnega sistema

	Stari državni geodetski referenčni sistem [Borčić, 1976]:	Novi državni geodetski referenčni sistem = GRS80 [Hofmann-Wellenhof idr., 1994]:
Ime referenčne ploskve	Besselov elipsoid	elipsoid GRS80
Leto določitve referenčne ploskve	1841	1979 (IUGG)
Osnovni geometrijski parametri		
Velika polos rotacijskega elipsoida	$a = 6.377.397,15500 \text{ m}$	$a = 6.378.137,00000 \text{ m}$
Mala polos rotacijskega elipsoida	$b = 6.356.078,96325 \text{ m}$	$b = 6.356.752,31414 \text{ m}$
Geocentrična gravitacijska konstanta		$GM = 3.986.005 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{s}^2$
Dinamični faktor oblike		$J_2 = 108.263 \cdot 10^{-8}$
Srednja kotna hitrost		$\omega = 7.292.115 \cdot 10^{-11} \text{ rad/s}$

Preglednica 4: Parametri stare in nove državne kartografske projekcije ter ravninskega koordinatnega sistema

	Parametri stare državne kartografske projekcije ter ravninskega koordinatnega sistema	Parametri nove državne kartografske projekcije ter ravninskega koordinatnega sistema
Oznaka kartografske projekcije	GK – Gauß-Krügerjeva projekcija	TM – prečna Mercatorjeva projekcija
Oznaka kartografskega sistema	D48/GK	D96/TM
Št. cone (angl. zone number)	5 (vendar je ne označujemo)	5 (vendar je ne označujemo)
Širina cone (angl. zone width)	$w = 3^{\circ} 15'$	$w = 3^{\circ} 15'$
Geografska dolžina srednjega meridiana cone (angl. longitude of central meridian)	$\lambda_0 = 15^{\circ}$	$\lambda_0 = 15^{\circ}$
Geografska širina izhodiščne paralele (angl. latitude of projection origin)	$\varphi_0 = 0^{\circ}$	$\varphi_0 = 0^{\circ}$
Linijsko merilo na srednjem meridianu (angl. scale factor at central meridian)	$m_0 = 0,9999$	$m_0 = 0,9999$
Navidezni pomik proti severu (angl. false northing)	$f_x = -5.000.000$ m	$f_x = -5.000.000$ m
Navidezni pomik proti vzhodu (angl. false easting)	$f_y = 500.000$ m	$f_y = 500.000$ m



## 3 IZMERA GNSS IN TERESTRIČNA IZMERA

### 3.1 Izmera GNSS

V geodeziji izvajamo dve osnovni vrsti izmer GNSS. Prva je statična izmera, druga je kinematična izmera. V praksi se največ uporablja kinematična izmera, saj zagotavlja rezultate v realnem času in je s svojo natančnostjo, nekaj centimetrov (do 4 cm), dovolj natančna za potrebe zemljiškega katastra in za manj zahtevne naloge v inženirski geodeziji. Kadar izvajamo meritve za potrebe določitve koordinat milimetrске natančnosti, pa se poslužujemo meritev statične izmere GNSS.

#### 3.1.1 Delovanje GNSS

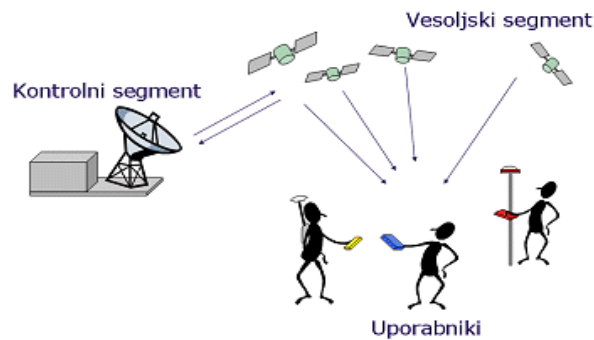
GNSS ali globalni navigacijski satelitski sistemi, so sistemi za določevanje položaja na podlagi opazovanih razdalj do navigacijskih satelitov. Sistem GNSS sestavljajo 3 segmenti:

- vesoljski segment,
- kontrolni segment,
- uporabniški segment.

Vesoljski segment so sateliti, kateri krožijo okoli Zemlje. Ti sateliti ves čas oddajajo signal, katerega uporabniki, s pomočjo sprejemnikov GNSS, sprejemamo in na podlagi katerega določimo položaj na Zemlji.

Kontrolni segment sestavljajo kontrolne postaje na Zemlji, ki spremljajo delovanje satelitov, izračunavajo parametre satelitovih tirnic za izračun položajev satelitov v poljubnem časovnem trenutku.

Uporabniški segment so vsi uporabniki, ki s pomočjo sistemov GNSS določajo položaj na Zemlji ali uporabljajo signal GNSS za druge namene. Na sliki 5 prikazujemo povezanost segmentov pri meritvah GNSS.

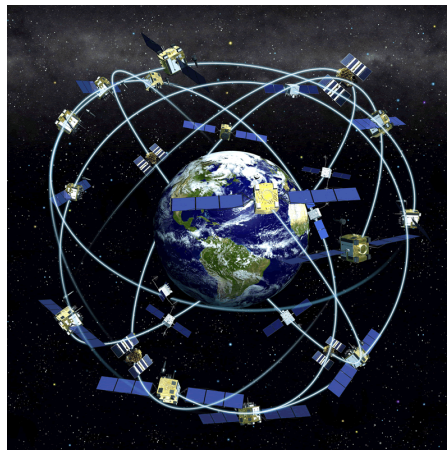


Slika 5: Povezanost segmentov pri meritvah GNSS  
(<http://www.geoservis.si/main.php?pg=uporabno.htm>, 2011)

Trenutno je na svetu razpoložljivih več navigacijskih sistemov:

- **GPS** (ameriški sistem satelitov; prvi vzpostavljen sistem na svetu; 24 satelitov v orbiti)

GPS je bil načrtovan za uporabo 24 satelitov, ki se nahajajo približno 20.200 km visoko. Sateliti so razvrščeni v 6 orbitalnih ravninah s po 4 sateliti (slika 6). Zemljo obkrožijo v 11 urah in 58 minutah. Na vsaki točki na Zemlji so nad obzorjem vedno vidni vsaj 4 sateliti, v praksi pa pogosto celo 7 ali 8. Sateliti GPS ves čas oddajajo signale, ki vsebujejo poleg posebnih kod tudi podatke o tirnicah satelita, točnem času, stanju satelita, atmosfere. Za vzdrževanje zelo točnega časa ima satelit 4 atomske ure. Kontrolne postaje na Zemlji, ki spremljajo delovanje satelitov, izračunavajo parametre satelitovih tirnic za izračun položajev satelitov v poljubnem časovnem trenutku. Glavna kontrolna postaja je v letalskem oporišču v Coloradu Springsu v ZDA, zraven nje pa še delujejo štiri opazovalne kontrolne postaje, razporejene vzdolž ekvatorja. Vse kontrolne postaje ves čas spremljajo delovanje satelitov, popravljajo njihove tirnice ter skrbjo za sinhronizacijo njihovih ur.



Slika 6: Kroženje satelitov okoli Zemlje

(<http://www.polarotor.rs/edukacija/sta-je-gps-i-kako-radi/>, 2011)

- **Galileo** (evropski sistem satelitov; vzpostavljen do leta 2013;)

Namen vzpostavitve sistema Galileo je neodvisnost evropskih držav od že obstoječih sistemov GPS in Glonass, katera lahko lastniki umaknejo ali omejijo njihovo uporabo iz različnih razlogov. Ko bo sistem v celoti vzpostavljen, bo obsegal 30 satelitov od tega bo 27 satelitov aktivnih in 3-je rezervni. Ta sistem bo vključeval tudi dva kontrolna centra na Zemlji, in sicer enega v Nemčiji blizu Muenchna ter drugega v Italiji v Fucinu.



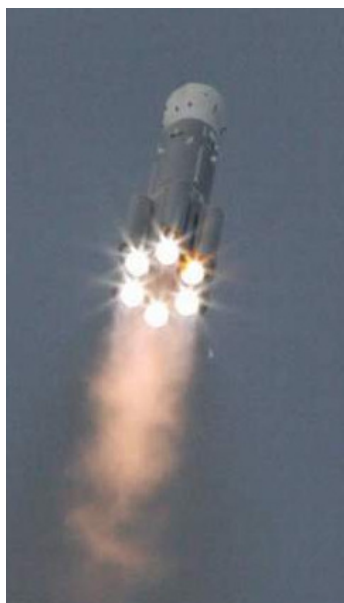
Slika 7: Kontrolni center za evropski sistem Galileo

([http://www.dlr.de/en/DesktopDefault.aspx/tabid-1278/1749\\_read-2353/gallery-1/gallery\\_read-Image.1.939/](http://www.dlr.de/en/DesktopDefault.aspx/tabid-1278/1749_read-2353/gallery-1/gallery_read-Image.1.939/), 2011)

- **Glonass** (ruski sistem satelitov; 24 satelitov v orbiti)

Sistem je odgovor na Ameriški sistem GPS. Začeli so ga vzpostavljati leta 1976, vendar je zaradi finančnih težav Rusije njegov razvoj potekal nekoliko počasneje. Leta

2003 se je Rusija odločila za dokončanje sistema in leta 2010 je bil popolnoma vzpostavljen. Tako imajo v orbiti 24 aktivnih satelitov in 2 satelita za rezervo.

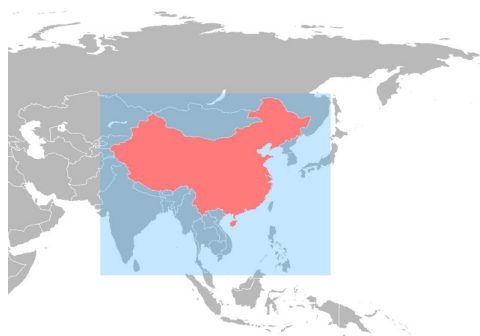


Slika 8: Izstrelitev satelita Glonass

(<http://www.positim.com/gnss/2008/12/successfull-glonass-launch.html>, 2011)

- **Beidou** (kitajski sistem satelitov)

Namen vzpostavitve sistema Beidou je zagotovitev neodvisnosti Kitajske od že obstoječih sistemov. Od leta 2000 je v uporabi za navigacijske potrebe uporabnikom na Kitajski in okoliških držav. Od leta 2012 naj bi bil dostopen uporabnikom Azijsko-Pacifiške regije (slika 9), za globalno navigacijo pa od leta 2020, ko naj bi bil navigacijski sistem dokončan. Takrat bo v orbiti 35 satelitov.



Slika 9: Področje pokrivanja kitajskega navigacijskega sistema Beidou

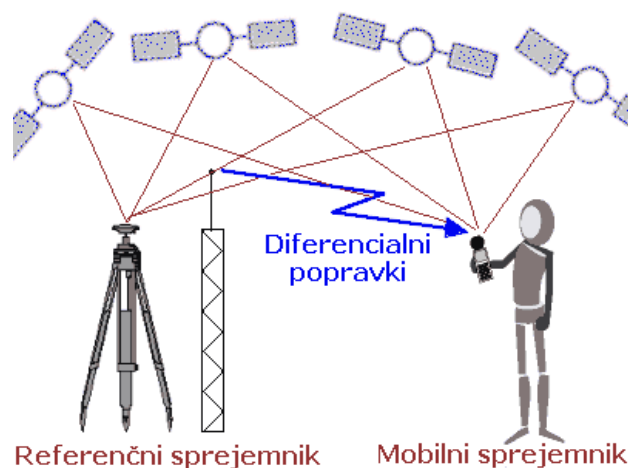
(<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Beidou-coverage.png>, 2011)

### 3.1.2 Metode izmere v GNSS

Osnova za določitev položaja na Zemlji je merjenje razdalje od vsaj 4 satelitov do sprejemnika. Satelit, katerega položaj je poznan v vsakem trenutku, predstavlja znano točko. Razdaljo od satelita sprejemnik določi na osnovi časa potovanja signala, ki ga satelit oddaja, do sprejemnika. Ta čas, pomnožen s hitrostjo potovanja signala, to je s svetlobno hitrostjo, predstavlja razdaljo do satelita.

Če sprejemnik lahko določi razdalje do treh satelitov, je z enostavnim ločnim presekom določen tudi položaj. Toda za določitev razdalje je potrebno zelo natančno meriti čas. Sateliti imajo zato vgrajeno atomsko uro, sprejemniki pa imajo vgrajene veliko cenejše kvarčne ure. Torej je potrebno tudi uro v sprejemniku sinhronizirati s točnim časom. Trem položajnim neznankam (X, Y, Z) tako dodamo še četrto (T) – od tod tudi potreba po merjenju razdalj do vsaj 4 satelitov.

Položaj, določen s samo enim sprejemnikom GNSS, je določen na približno 10 m natančno. Višinska točnost je praviloma dvakrat slabša, torej približno 20 m. Točnost je zelo odvisna od številnih faktorjev: števila satelitov, ki jih sprejemnik sledi, njihove geometrijske razporeditve na nebu, stanja atmosfere ter raznih drugih virov napak (odboji, prekinitve, interference, ...). Dober pokazatelj kakovosti razporeditve satelitov na nebu je tako imenovani DOP faktor – čim manjši je, tem bolj točna bo določitev koordinat sprejemnika. Za potrebe profesionalnih uporabnikov (terenski zajem podatkov, GIS, geodezija, ...) pa takšna točnost ni zadostna. Kljub temu, da za nekatere naloge zadošča metrska natančnost, v geodeziji vedno potrebujemo neodvisno kontrolo oziroma zagotovilo, da je rezultat resnično pravilen. Za to so bile razvite metode diferencialnega merjenja, ki omogočajo določitev položaja od nekaj m pa do nekaj mm natančno. Pri diferencialnem merjenju sta potrebna dva sprejemnika, ki hkrati sledita iste satelite. Referenčni sprejemnik (baza) stoji na znani točki in pošilja popravke ali opazovanja mobilnemu sprejemniku, kot prikazuje slika 10.



Slika 10: Diferencialni način merjenja

([http://www.drustvo-viharnik.si/gps.htm#Merjenje faze nosilnega signala](http://www.drustvo-viharnik.si/gps.htm#Merjenje_faze_nosilnega_signala), 2011)

Na točnost določitve položaja točke vplivajo številni faktorji. Vir napak pa se največkrat skriva v atmosferi (predvsem ionosferi in troposferi), ki lomi pot signala iz satelita v odbojih od reflektivnih površin (voda, velike zgradbe). Težave predstavljajo tudi prekinitve signala, npr. zaradi drevja, listja ipd. Vir napak so lahko tudi ure v satelitu ali sprejemniku ter napačen položaj satelita. Včasih pa so napake celo namerno vključene v vsebino signala (npr. Selective Availability, ki je bil izključen maja 2000).

Statična in hitra statična metoda izmere sta relativni metodi izmere na podlagi faznih opazovanj za določitev horizontalnega položaja z natančnostjo (RMS) do enega centimetra. Opazovanja na eni točki so časovno dolgotrajna in trajajo od 30 do 120 minut, za najnatančnejše naloge pa tudi po več dni. Metodi sta primerni za uporabo v specifičnih nalogah, kjer je zahtevana zelo visoka natančnost. Statična in hitra statična metoda GNSS sta primerni za:

- določitev položaja geodetskih točk in drugih točk,
- geodinamične raziskave.

Kinematična metoda izmere GNSS je relativna metoda izmere na podlagi faznih opazovanj, kar omogoča določitev položaja zelo visoke kakovosti z natančnostjo horizontalnega položaja (RMS) do nekaj centimetrov. Položaj točk visoke natančnosti je določen v okviru naknadne

obdelave opazovanj v pisarni. Kinematična metoda je primerna za uporabo v primerih, ko podatka o kakovostnem položaju točk ne potrebujemo neposredno na terenu. Metoda je uporabna na naslednjih področjih (Signal, 2010):

- detajlna izmera in evidentiranje nepremičnin,
- geoinformacijske storitve (GIS),
- gradbeništvo,
- varstvo kulturne dediščine,
- aerofotogrametrija in laserske tehnike daljinskega zaznavanja.

Metoda RTK izmere je relativna metoda izmere na podlagi faznih opazovanj, kar omogoča določitev položaja zelo visoke kakovosti z natančnostjo horizontalnega položaja (RMS) do nekaj centimetrov. Položaj točk visoke natančnosti je določen v realnem času že na terenu, prav tako pa imamo podatek o kakovostnem položaju točk (Signal, 2010). Metoda je uporabna na istih področjih, kot kinematična metoda. Ena od metod izmere RTK je izmera VRS.

Virtualna referenčna postaja (iz angl. Virtual Reference Station) je storitev, ki jo podpirajo omrežja stalno delujočih postaj GNSS s centralnim upravljanjem omrežja. V centru se na podlagi opazovanj vseh postaj GNSS generira model vplivov na opazovanja in na podlagi teh se izračunajo interpolirane vrednosti vplivov za položaj uporabnika. Na podlagi znanega virtualnega položaja in znanih položajev satelitov ter modelov vplivov na opazovanja se izračunajo vrednosti opazovanj, kakor bi jih izvedel fizični sprejemnik na lokaciji v bližini uporabnika. Ta opazovanja imenujemo opazovanja VRS, položaj, za katerega so opazovanja generirana, pa postaja VRS. Uporabnik obravnava opazovanja VRS enako kot opazovanja fizične postaje GNSS, zato je način določitve položaja nespremenjen. Zaradi modeliranja vplivov na opazovanja je natančnost določitve položaja z navezavo na VRS lahko zelo visoka, kljub veliki oddaljenosti od najbližje fizične postaje GPS. Ponudniki opreme za uporabo storitev VRS zagotavljajo nekaj centimetrsko natančnost, če so razdalje med postajami GNSS krajše od 70 km. Ta pogoj izpolnjuje omrežje SIGNAL.

Vsem metodam, ki so primerne za geodezijo, je skupno, da potrebujejo za določitev položaja točke vsaj dva sprejemnika, katera sprejemata signale vsaj štirih istih satelitov v istem času.

## 3.2 Klasična terestrična izmera

V današnjem času se za uporabo klasične terestrične metode izmere odločamo iz dveh razlogov:

1. izmera GNSS na obravnavanem območju ni možna,
2. samo izmera GNSS ne zagotavlja dovolj visoke natančnosti določitve položaja točk.

Položajne (horizontalne) koordinate točke lahko določimo na več načinov:

- s polarno metodo,
- s poligonom,
- z metodo ureza.

### Polarna metoda

Polarna metoda izmere pomeni izračun koordinat točk na osnovi direktno merjenih relativnih prostorskih polarnih koordinat detajlnih točk. Koordinatni sistem določa stojišče instrumenta (točka izmeritvene mreže ali prosto stojišče) in ena ali več orientacijskih smeri (točke izmeritvene mreže). Položaj točke je določen na podlagi hkratnega merjenja horizontalnega kota, zenitne razdalje in poševne dolžine do točke. Polarna metoda se najpogosteje uporablja za snemanje detajla in katastrski izmeri. Metoda ne dosega visoke natančnosti določitve prostorskih koordinat točk. Pri meritvah uporabljamo elektronske tahimetre (Kogoj, in sod., 2006).

Izračun koordinat nove točke poteka z uporabo enačb:

$$Y_C = Y_A + d * \sin z_A^C * \sin v_A^C \quad (1)$$

$$X_C = X_A + d * \sin z_A^C * \cos v_A^C \quad (2)$$

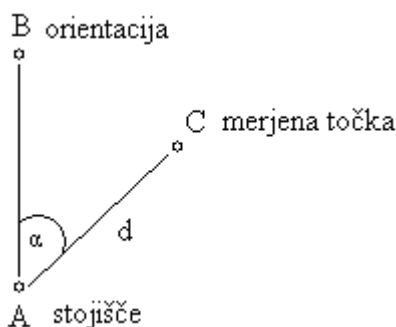
$$v_n^{n+1} = v_{n-1}^n + \beta_n \pm 180^\circ \quad (3)$$

$$v_{n-1}^n = \operatorname{ctg} \left( \frac{Y_n - Y_{n-1}}{X_n - X_{n-1}} \right) \quad (4)$$

kjer so:

$v$	smerni kot
$d$	poševna dolžina
$z$	zenitna razdalja
$\alpha$	merjen kot





Slika 11: Polarna metoda izmere

### Poligon

Poligonske točke povezane v poligone tvorijo poligonsko mrežo. Koordinate poligonskih točk računamo na osnovi merjenih poligonskih stranic  $d$  in lomnih kotov  $\beta$ . Poligonska stranica je razdalja med dvema poligonskima točkama. Lomni kot je kot med dvema poligonskima stranicama, pri čemer je vrh kota poligonska točka. Zaključeni poligon poteka od ene dane točke in se zaključi na isti dan točki (slika 12) (Kuhar, 2008).

Izračun koordinat točk v zaključenem poligonu poteka z uporabo enačb:

$$v_n^{n+1} = v_{n-1}^n + \beta_n \pm 180^\circ \quad (5)$$

$$v_{n-1}^n = \operatorname{ctg} \left( \frac{Y_n - Y_{n-1}}{X_n - X_{n-1}} \right) \quad (6)$$

$$\Delta y_n = d_n * \sin v_{n-1}^n \quad (7)$$

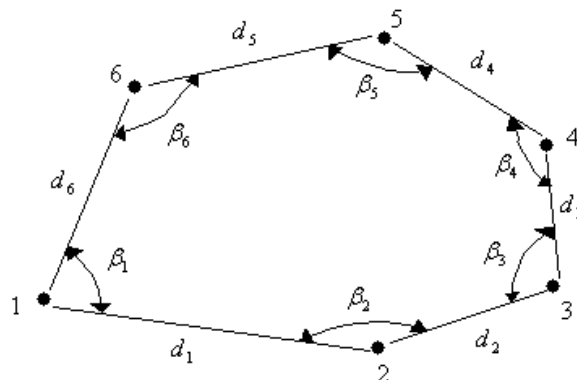
$$\Delta x_n = d_n * \cos v_{n-1}^n \quad (8)$$

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta y_n \quad (9)$$

$$X_n = X_{n-1} + \Delta x_n \quad (10)$$

kjer so:

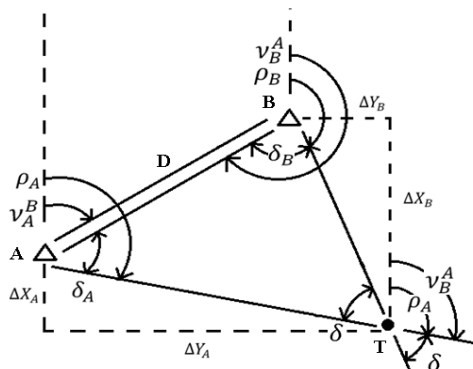
- $n$             število lomnih kotov,
- $d$             merjena poligonska stranica,
- $\beta$             merjen lomni kot,
- $v$             smerni kot.



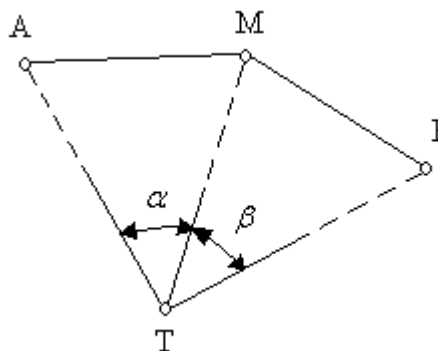
Sliak 12: Zaključen poligon

### Metoda ureza

Pri metodi ureza merimo samo horizontalne kote. Za določitev koordinat potrebujemo vsaj dve znani točki A in B za zunanji urez in tri znane točke A, B in M za notranji urez. Pri metodi notranjega ureza stojimo na točki T, kateri računamo koordinate in opazujemo horizontalne kote proti točkama A, M in B. Pri zunanjem urezu pa stojimo na znanih točkah A in B ter opazujemo horizontalne kote proti točki T, kateri določamo koordinate.



Slika 13: Metoda zunanjega ureza (Macarol, 1977)



Slika 14: Metoda notranjega ureza (Mihailović, 1981)

Označimo:

- A, B, M dane točke,
- T računana točka,
- $\delta_A, \delta_B, \alpha, \beta$  merjen horizontalni kot na terenu,

- $\rho_A, \rho_B$  orientirana smer,  
 $\nu_A^B, \nu_B^A$  smerni kot,  
 $\delta$  računani horizontalni kot.

Izračun koordinat zunanlega ureza poteka po enačbah:

$$Y_T' = Y_A + \Delta Y_A = Y_A + \left( \frac{Y_B - Y_A}{\sin \nu_A^B * \sin \delta} \right) * \sin \delta_B * \sin \rho_A \quad (11)$$

$$X_T' = X_A + \Delta X_A = X_A + \left( \frac{X_B - X_A}{\cos \nu_A^B * \sin \delta} \right) * \sin \delta_B * \cos \rho_A \quad (12)$$

$$Y_T'' = Y_B + \Delta Y_B = Y_B + \left( \frac{Y_A - Y_B}{\sin \nu_B^A * \sin \delta} \right) * \sin \delta_A * \sin \rho_B \quad (13)$$

$$X_T'' = X_B + \Delta X_B = X_B + \left( \frac{X_A - X_B}{\cos \nu_B^A * \sin \delta} \right) * \sin \delta_A * \cos \rho_B \quad (14)$$

### **Rešitev z nadštevilnimi opazovanji - izavnava**

Tako določimo koordinate nove točke T ob minimalnem številu potrebnih opazovanj. Ker ob minimalnem številu opazovanj nimamo kontrole kakovosti opravljenih meritev, vedno opravimo še nadštevilna opazovanja. Na osnovi nadštevilnih opazovanj pa določimo najverjetnejše koordinate nove točke z izravnavo in hkrati ocenimo njihovo natančnost. V praksi se pogosteje uporablja posredna izravnava.

Posredna izravnava je ena od tehnik izravnave po metodi najmanjših kvadratov. V primeru nadštevilnih opazovanj pridobimo pri metodi najmanjših kvadratov enolično rešitev problema ob pogoju, da je vsota kvadratov popravkov merjenih količin minimalna  $[pvv] = \min$ . O posredni izravnavi govorimo takrat, kadar popravke  $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$  opazovanj  $l_1, l_2, \dots, l_n$ , določamo posredno preko neznank  $x, y, \dots, t$ . Da lahko opazovanja sploh izravnamo, mora biti izpolnjen pogoj, da je število merjenih količin ( $n$ ) večje, od števila neznank ( $u$ )  $n > u$ . Kadar je  $n = u$ , ima sistem samo enolično rešitev, kadar pa je  $n < u$  pa problem ni rešljiv. Ocenjeno, izravnano vrednost merjenih količin  $\hat{l}_i$  izrazimo kot funkcijo iskanih količin.

$$\hat{l}_i = l_i + \nu_i = F_i(x, y, \dots, t) \quad i=1, 2, \dots, n \quad (15)$$

kjer je:

$\hat{l}_i$  najverjetnejša vrednost,

$l_i$  merjena vrednost (opazovanje),

$v_i$  popravki merjenih vrednosti.

Če so funkcije nelinearne, jih lineariziramo z razvojem v Taylorovo vrsto v bližini približnih vrednosti iskanih količin  $x_0, y_0, \dots, t_0$ . Približne vrednosti  $x_0, y_0, \dots, t_0$  se ne smejo dosti razlikovati od najverjetnejših količin  $x, y, \dots, t$ . Z izravnavo se določajo prirastki  $\Delta x, \Delta y, \dots, \Delta t$ , ki jih prištejemo odgovarjajočim približnim vrednostim in tako dobimo najverjetnejše vrednosti.

$$x = x_0 + \Delta x \quad (16)$$

$$y = y_0 + \Delta y \quad (17)$$

-----

$$t = t_0 + \Delta t \quad (18)$$

Za vsako opazovanje je potrebno sestaviti eno enačbo opazovanj, ki je osnova za sestavo enačbe popravka tega opazovanja. Skupaj sestavimo torej  $n$  enačb popravkov, v katerih nastopa  $u$  neznank. Rezultat izravnave pa je tudi ocena kakovosti vseh ocenjenih količin. Standardni odklon neznank izračunamo z enačbo (Mihailović, 1981):

$$\sigma_x = \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{xx}} \quad (19)$$

$$\sigma_y = \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{yy}} \quad (20)$$

-----

$$\sigma_t = \hat{\sigma}_0 \sqrt{q_{tt}} \quad (21)$$

Kakovost rezultatov izravnave ocenimo z referenčno standardno deviacijo a-posteriori, ki jo izračunamo kot:

$$\hat{\sigma}_0 = \sqrt{\frac{v^T P v}{n - u}} \quad (22)$$

$n$  število merjenih količin

$u$  število neznank

$n - u$  nadštevilna opazovanja

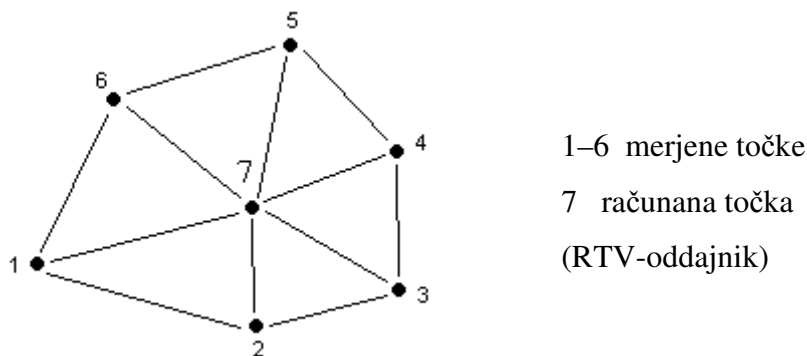
$P$  matrika uteži opazovanj

$v$  vektor popravkov opazovanj

## 4 IZVEDBA GNSS IN TERESTRIČNIH MERITEV

### 4.1 Planiranje mreže

En teden pred pričetkom meritev smo okoli RTV-oddajnika na Pohorju stabilizirali točke, na katerih smo izvajali opazovanja GNSS in terestrična opazovanja. Po ogledu terena smo izbrali najprimernejša mesta za postavitev točk. Upoštevali smo dva pogoja. Prvi je bil, da v bližini merjenih točk ni bilo fizičnih ovir zaradi izvajanja opazovanj GNSS. Drugi pogoj je bil povezan s terestrično izmero, torej, da je bila zagotovljena vidnost iz stojiščne točke na točko nazaj, RTV-oddajnik, in točko naprej. Na ta način lahko povežemo meritve v zaključeni poligon. Zaradi ovir na terenu, prvemu pogoju nismo v celoti zadostili, kar je vplivalo na kakovost opazovanj GNSS. Ker smo koordinate RTV-oddajnika na Pohorju nameravali izračunati v novem koordinatnem sistemu na osnovi terestričnih meritev, saj meritve GNSS niso izvedljive, smo pogoj vidnosti med sosednjimi točkami v celoti izpolnili.



Slika 15: Geometrija izmeritvene mreže

Ker je bila podlaga različna (zemlja, asfalt), smo za stabilizacijo uporabili dvojce različnih sider. V zemljo smo zabili železni klin dolžine 30 cm in premera glave 2,5 cm z luknjico na sredini s premerom 1 mm. V asfalt smo zabili jeklen žebliček dolžine 6 cm in premera glave 1 cm z luknjico na sredini s premerom 1 mm.



Slika 16: Stabilizacija točke na zemlji



Slika 17: Stabilizacija točke na asfaltu



Slika 18: Geolociran ortofoto področja meritev

Slika 17 prikazuje izmeritveno mrežo, ki ima obliko nepravilnega šestkotnika s centralno točko, ki jo predstavlja RTV-oddajnik na Pohorju.

## 4.2 Izbira merske metode

Cilj diplomske naloge je pridobiti koordinate geodetske točke RTV-oddajnika v D96/TM koordinatnem sestavu, katera bo služila kot orientacijska točka za potrebe katastrske izmere. Da bo točka služila svojemu namenu, morajo biti njene koordinate določene s primerno natančnostjo, kar pomeni na centimeter natančno. Ker je RTV-oddajnik visok nekaj čez 100 m in je vrh nedostopen, nanj ni mogoče postaviti antene GNSS. Da bi lahko določili koordinate RTV-oddajnika v novem koordinatnem sistemu, smo morali kombinirati dve metodi izmere, izmero GNSS in terestrično izmero. Ker pri vseh meritvah prihaja do pogreškov, ki jih ne moremo popolnoma odstraniti iz naših meritev, morata obe metodi zagotavljati boljše vmesne rezultate od končne zahtevane natančnosti. Za doseg cilja, to je določitev koordinat točke s centimetrsko natančnostjo, je od izmere GNSS primerna statična metoda izmere, saj nam le-ta zagotavlja določitev koordinat z milimetrsko natančnostjo. Da z izmero GNSS dosežemo tako visoko natančnost, moramo zadostiti določenim pogojem na terenu. Ti pogoji so:

- da opazovanja izvajamo vsaj z dvema sprejemnikoma GNSS hkrati,
- da opazovanja izvajamo vsaj dve uri,
- da nimamo visokih ovir okoli sprejemnika.

Zaradi težavnega terena, prisotne so bile visoke ovire (drevesa), smo poleg statične izmere izvedli še izmero VRS točk. Ta metoda nam zagotavlja centimetrsko natančnost. Prvi sklop meritev z metodo VRS smo opravili leta 2008, drugi neodvisni sklop meritev pa leta 2010. Statične metode tega leta nismo ponovili.

Statično izmero smo izvajali v dveh serijah po dve uri z dvema sprejemnikoma ter štirimi referenčnimi postajami omrežja SIGNAL. Višinski kot smo nastavil na 5°, interval registracije opazovanj pa na 5 sekund. Uporabili smo dvofrekvenčni sprejemnik GNSS, proizvajalca Topcon, sprejemnik Topcon hiperplus (slika 18 in 19).



Slika 19: Izvajanje statične meritve

Slika 20: Topcon Hiperplus

(<http://exsol-innovindo.com/wp-content/uploads/2009/05/hyperpro1.jpg>, 2011)

Izmero VRS smo izvedli v dveh sklopih. Prvi sklop izmere smo opravili 12. 5. 2008 in 14. 5. 2008. Vsaka točka je bila opazovana 7-krat prvi in 7-krat drugi dan. Točke smo posneli z različnim intervalom registracije. Intervali registracije so bili 2, 5, 10, 25, 100, 250 in 600 epoh. Drugi sklop izmere smo opravili 6. 11. 2010. Točke smo opazovali v treh serijah, med katerimi je moralo biti vsaj 1,5 ure razlike, zato da se je spremenila geometrija satelitov. V vsaki seriji smo točko opazovali 3-krat.

Ker rezultati statične izmere niso bili zadovoljivi, za nadaljno obdelavo nismo mogli prevzeti teh koordinat za izhodiščne koordinate. Koordinate točk, pridobljene s statično izmero, smo tako kombinirali s koordinatami, pridobljenimi z izmero VRS. Položajne koordinate točk izmeritvene mreže smo dobili kot uteženo aritmetično sredino. Te koordinate nam služijo kot približne koordinate pri izravnavi izmeritvene mreže.

Točke izmeritvene mreže bomo izračunali kot zaključen poligon. Zaradi tega smo poleg horizontalnih smeri merili tudi poševne dolžine in zenitne razdalje med točkami. Izmeritveno mrežo (zaključen poligon) bomo nato izravnavali kot prosto mrežo po posrednem načinu in pridobili najverjetnejše položajne koordinate izmeritvene mreže. Tako pridobljene točke nam bodo predstavljale izhodišče za izračun najverjetnejših položajnih koordinat RTV-oddajnika. Za določitev koordinat RTV-oddajnika smo izločili dolžine in uporabili le horizontalne smeri.



Za določitev koordinat RTV-oddajnika je bila izvedljiva samo metoda zunanjskega ureza, saj je bilo na anteno mogoče meriti samo horizontalne smeri. Višinsko ta točka ne bo določena, saj je mesto viziranja zaradi strme vizure slabo definirano. Opazovanja smo izvajali v treh girusih, in sicer smer na točko nazaj, smer na anteno in smer na točko naprej. Na vsakem stojišču smo izmerili tudi temperaturo zraka in zračni tlak, ki smo ju potrebovali za redukcijo dolžin. Meritve smo izvajali z elektronskim tahimetrom Sokkia SET3030R3 z deklarirano natančnostjo merjenja horizontalnih smeri 3". Predpostavljamo, da bo praktična natančnost opazovanj na terenu zaradi treh ponovitev in ustrezne geometrije boljša od deklarirane. Natančnost merjenja dolžin tega instrumenta je 2 mm; 2 ppm. Točke smo prisilno centriralni. Na stativ smo pritrčili podnožje s prizmo. Za centriranje na točko je vgrajeno optično grezilo, za horizontiranje pa cevna libela.



Slika 21: SOKKIA SET3030R3  
(<http://akgeo.pl/foto/set2030r3-hrgb.jpg>, 2011)



Slika 22: Signalizacija točk

## 5 OBDELAVA IN ANALIZA PODATKOV

### 5.1 Obdelava podatkov

Po končanem terenskem delu smo bili komaj na pol poti h končnemu rezultatu. Vse merske podatke smo morali še naknadno obdelati v pisarni. Obdelava je potekala v dveh korakih:

1. Prvi korak je bil obdelati podatke izmer GNSS in pridobiti koordinate zemeljskih točk izmeritvene mreže v državnem koordinatnem sistemu D96/TM.
2. Drugi korak je bil obdelati podatke terestrične izmere in izračunati položajne koordinate RTV-oddajnika v državnem koordinatnem sistemu D96/TM.

Statično izmero smo obdelovali s programom TTC (Trimble Total Control). Za obdelavo podatkov statične metode GNSS smo potrebovali podatke o preciznih efemeridah, ki so dostopni na internetu, in podatke permanentnih postaj, ki so dostopni na spletni strani SIGNAL-a. Končni rezultat obdelave so elipsoidne koordinate v ETRS89 koordinatnem sistemu in njihove standardne deviacije. Ker potrebujemo koordinate v D96/TM koordinatnem sistemu (ravninske koordinate), smo izvedli pretvorbo koordinat s programom SITRA.

Pri izmeri VRS dobimo koordinate in njihovo natančnost že v realnem času na terenu. Da pa lahko izvajamo to metodo, moramo imeti zagotovljeno mrežo stalno delujočih permanentnih postaj.

Po končani obdelavi izmere GNSS in izračunanih koordinatah točk zaključenega poligona v državnem koordinatnem sistemu je bilo potrebno določiti še koordinate RTV-oddajniku v koordinatnem sistemu D96/TM, kar je bil tudi namen naloge. Obdelavo terestričnih koordinat smo izvedli v štirih korakih:

1. Prvi korak je bila ocena natančnosti merjenja horizontalnih smeri. Izvedli smo izračun reduciranih smeri v posameznem girusu in ocenili natančnost merjenja horizontalnih smeri v

treh girusih. Na ta način smo ocenili praktično natančnost opazovanj na osnovi izvedenih meritev (preračun podatkov s programom Microsoft Excel),

2. Drugi korak je predstavljala redukcija dolžin. Dolžine smo reducirali za meteorološke, geometrične in projekcijske popravke (preračun podatkov s programom Microsoft Excel),

3. Tretji korak je predstavljal izračun približnih koordinat RTV-oddajnika na Pohorju (preračun podatkov s programom Microsoft Excel),

4. Četrty korak je predstavljal izravnavo mreže z oceno položajne natančnosti nove točke (program Demo Gem4).

## **5.2 Analiza podatkov meritev**

### **5.2.1 Opazovanja GNSS**

V planiranju statične izmere GNSS obravnavamo samo linearno neodvisne vektorje. Posebno pomembni so ti vektorji s stališča kontrole izmere v zaključenih zankah. Zanka kot zaključena geometrijska figura je osnovni gradnik mreže GNSS. Iz vektorskega računa vemo, da mora biti vsota vektorjev v zaključenem poligonu enaka nič. Na podlagi te predpostavke lahko odkrivamo grobe pogreške, kot so nepravilno izmerjena višina antene, izmera napačne točke in podobno.

Po uvozu vseh podatkov je program tvoril bazne vektorje med točkami. Za določitev kakovosti obdelave baznih vektorjev imamo na razpolago tri cenilke kakovosti:

- način določitve neznanega števila celih valov  $N$  v začetnem trenutku,
- RMS (ang. Root Mean Square),
- razmerje (ang. ratio).

#### **Način določitve neznanega števila celih valov v začetnem trenutku**

Neznano število celih valov je določeno:

- v območju celih števil (ang. Fixed Solution),
- v območju realnih števil (ang. Float Solution),
- na voljo imamo rešitev na osnovi trojnih faznih razlik (angl. Tripple Solution),

- izbran algoritem vrednosti neznanega števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj ni uspel določiti, zato nam nudi rešitev obdelave kodnih opazovanj (angl. Code Solution).

Ker vemo, da je neznano število celih valov v začetnem trenutku opazovanj  $N$  vedno naranvno število, je prva rešitev ustrezna, drugo in tretjo obravnavamo z določeno mero previdnosti, četrto pa kot zelo problematično rešitev. Do te pride v primeru, ko na krajiščih baznega vektorja ni mogoče hkrati sprejemati opazovanj iz vsaj štirih identičnih satelitov. V tem primeru je največkrat potrebno ponoviti rekognosciranje terena (odstraniti morebitne ovire), planiranje izmere in nato opazovanja ponoviti. Četudi je prva cenilka kakovosti ustrezna, še ne moremo govoriti o ustrezni kakovosti obdelave baznega vektorja. To nam določata šele ustrezni vrednosti druge in tretje cenilke. (Pavlovčič Prešeren, 2006). Iz tabele 5 so razvidni uporabljeni bazni vektorji v izravnavi mreže in njihova rešitev. Za izravnavo mreže smo uporabili samo bazne vektorje s tako imenovano rešitvijo Fix, saj je le-ta rešitev baznega vektorja primerna za nadaljnjo obdelavo.

Preglednica 5: Tip rešitve baznega vektorja

vektor	Tip rešitve
4-3	Fixed
6-5	Fixed
Celje - 2	Fixed
Celje - 3	Fixed
Celje - 5	Fixed
Ptuj - 1	Fixed
Ptuj - 2	Fixed
Ptuj - 3	Fixed
Ptuj - 5	Fixed
Maribor - 1	Fixed
Maribor - 2	Fixed
Maribor - 4	Fixed
Maribor - 5	Fixed
Slovenj Gradec - 3	Fixed
Slovenj Gradec - 4	Fixed
Slovenj Gradec - 6	Fixed

**RMS**

RMS je kratica za koren srednjega kvadratnega odklona (angl. Root Mean Square, tudi MeanSquare Error). Je običajen statistični način podajanja točnosti, ki predstavlja polovično dolžino 68,3-odstotnega intervala zaupanja. Opazovanja, ki od prave vrednosti odstopajo za več od trikratnika te vrednosti, se običajno obravnavajo kot grobe napake. Iz tabele 6 je razvidna natančnost določitve dolžine baznega vektorja (Stopar, in sod., 2006).

Preglednica 6: Natančnost določitve baznega vektorja

Bazni vektor	RMS (mm)
4-3	14,2
6-5	16,7
Celje – 2	14,4
Celje – 3	30,2
Celje – 5	17,3
Ptuj – 1	34,0
Ptuj – 2	15,8
Ptuj – 3	21,1
Ptuj – 5	16,9
Maribor – 1	20,3
Maribor – 2	14,5
Maribor – 4	22,0
Maribor – 5	17,2
Slovenj Gradec – 3	43,6
Slovenj Gradec – 4	23,9
Slovenj Gradec – 6	26,7

**Razmerje (angl. Ratio)**

Je cenilka kakovosti obdelave vektorja. Izračunana je kot razmerje variance med 2. in 1. najboljšo rešitvijo vektorja, ko je neznano število celih valov v začetnem trenutku opazovanj določeno kot celo število. Višja kot je vrednost razmerja (priporočljivo vsaj 3), bolj zanesljivo je določeno neznano število celih valov. Posledično je višja natančnost določitve komponent vektorja. Iz tabeli 7 je razvidno, da vektorji niso bili obdelani kakovostno, saj je pri vseh baznih vektorjih ta vrednost manjša od 3 (Stopar, in sod., 2006).

Preglednica 7: Kakovost obdelave vektorja

Vektor	Ratio
4-3	2,7
6-5	2,0
Celje – 2	2,1
Celje – 3	2,2
Celje – 5	2,4
Ptuj – 1	1,9
Ptuj – 2	2,2
Ptuj – 3	1,8
Ptuj – 5	2,3
Maribor – 1	2,0
Maribor – 2	2,5
Maribor – 4	2,0
Maribor – 5	2,5
Slovenj Gradec – 3	1,8
Slovenj Gradec – 4	1,8
Slovenj Gradec – 6	2,0

Uporabljeni vektorji v izravnavi mreže so imeli rešitev »Fix«, vendar sta druga in tretja cenilka kazali na veliki možnosti, da v obdelavi GNSS-opazovanj nismo uspeli zanesljivo določiti neznanega števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj. Kljub doseženi položajni milimetrski natančnosti koordinat, ki smo jo dosegli s statično izmero, nismo bili povsem prepričani v kakovost koordinat zaradi slabih rezultatov 2. in 3. cenilke, zato smo meritve dopolnili še z metodo VRS izmere. Pri metodi VRS smo podatke o položajni natančnosti izmerjenih koordinat dobili že na terenu. Tako smo shranili samo tiste koordinate točk, ki so imele neznan število celih valov določeno v območju celih števil (ang. Fixed Solution) in položajno natančnost boljšo od 0,02 m. V tabeli 8 navajamo izračunane koordinate na osnovi treh izmer GNSS s pripadajočimi standardnimi odkloni.

Preglednica 8: Koordinate točk posamičnega sklopa meritev

	N	E	$\sigma_N$	$\sigma_E$
<b>Točka 1</b>				
VRS 2008	544223.907	152904.630	0.004	0.004
VRS 2010	544223.923	152904.624	0.005	0.005
Statika	544223.917	152904.626	0.008	0.012
<b>Točka 2</b>				
VRS 2008	544345.618	152892.383	0.007	0.007
VRS 2010	544345.616	152892.384	0.003	0.003
Statika	544345.619	152892.377	0.003	0.004
<b>Točka 3</b>				
VRS 2008	544473.547	152925.941	0.010	0.010
VRS 2010	544473.529	152925.968	0.007	0.007
Statika	544473.538	152925.964	0.006	0.007
<b>Točka 4</b>				
VRS 2008	544494.773	152991.528	0.012	0.012
VRS 2010	544494.766	152991.536	0.005	0.005
Statika	544494.780	152991.521	0.007	0.008
<b>Točka 5</b>				
VRS 2008	544432.388	153103.810	0.006	0.006
VRS 2010	544432.383	153103.780	0.003	0.003
Statika	544432.387	153103.799	0.003	0.003
<b>Točka 6</b>				
VRS 2008	544308.001	153059.927	0.007	0.007
VRS 2010	544307.982	153059.923	0.004	0.005
Statika	544308.000	153059.925	0.007	0.007

Končne koordinate točk smo nato določili kot uteženo aritmetično sredino koordinat statične in metode VRS izmere, kjer smo uteži določili na osnovi natančnosti določitve koordinat posamične točke. Za to smo se odločili, ker sta metodi neodvisni, hkrati pa smo pridobili

nadštevilna opazovanja. Tako pridobljene koordinate nam bodo predstavljale približne koordinate v izravnavi izmeritvene mreže. V enačbah 22, 24, 25 in 26 je predstavljen izračun utežene aritmetične sredine. V tabeli 9 so podane končne koordinate izmeritvene mreže na osnovi opazovanj GNSS.

$$p_{Ni} = \frac{1}{\sigma_{Ni}^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (23)$$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i * p_{Ni})}{\sum_{i=1}^n p_{Ni}} \quad (24)$$

$$p_{Ei} = \frac{1}{\sigma_{Ei}^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (25)$$

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i * p_{Ei})}{\sum_{i=1}^n p_{Ei}} \quad (26)$$

$\sigma_N$  Natančnost določitve N koordinate

$\sigma_E$  Natančnost določitve E koordinate

Preglednica 9: Končne koordinate izmeritvene mreže na osnovi opazovanj GNSS

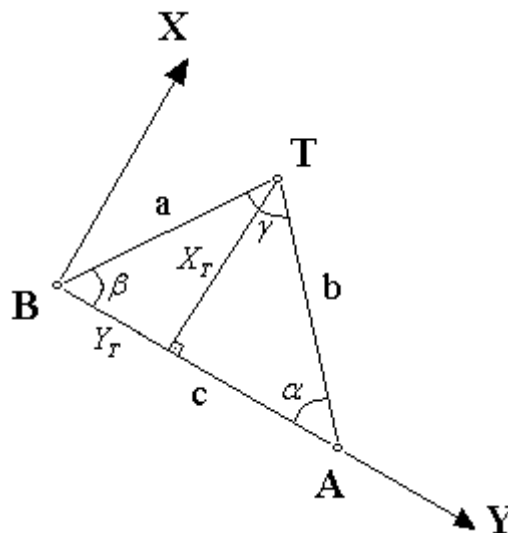
Točka	N (m)	E (m)
1	544223.911	152904.629
2	544345.618	152892.383
3	544473.543	152925.946
4	544494.771	152991.530
5	544432.387	153103.805
6	544307.998	153059.926
7	544333.917	152966.771



## 5.2.2 Terestrična opazovanja

### Zunanji urez

Pri terestrični izmeri so opazovanja ključna faza izvedbe, saj za razliko od meritev GNSS človek fizično upravlja z instrumentom. Pri meritvah GNSS postaviš sprejemnik, ta pa avtomatsko v izbranem časovnem intervalu beleži opazovanja. Kljub pazljivemu in natančnemu izvajanju izmere, ne moremo dobiti zadovoljivih rezultatov, če nimamo primerne oz. dovolj natančnega instrumentarija, tahimetra. Da ugotovimo, ali instrument s, katerim želimo izvajati meritve, zagotavlja zahtevano položajno natančnost, predhodno ocenimo natančnost (Mihailović, 1981).



Slika 23: Poljubno izbrano izhodišče koordinatnega sistema pri zunanjem urezu (Mihailović, 1981)

Označimo:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| A, B                          | dani točki,                                     |
| T                             | računana točka,                                 |
| c                             | dolžina izračunana iz koordinat,                |
| $\alpha, \beta$               | merjena horizontalna kota,                      |
| $\sigma_\alpha, \sigma_\beta$ | standardna deviacija horizontalnega kota je 3". |

Izračunamo kontrolo izvajanja meritev iz enačb 11 in 12 ter 13 in 14.

$$|Y_T' - Y_T''| \leq 0,1m, \quad (27)$$

$$|X_T' - X_T''| \leq 0,1m, \quad (28)$$

Aritmetična sredina vrednosti, pridobljenih iz enačb 11 in 12 ter 13 in 14, predstavlja približne koordinate točke T.

$$Y_T = \frac{Y_T' + Y_T''}{2}, \quad (29)$$

$$X_T = \frac{X_T' + X_T''}{2}, \quad (30)$$

Oceno položajne natančnosti nove točke izračunamo iz naslednjih izhodiščnih enačb:

$$Y_T = \frac{c * ctg\beta}{ctg\alpha + ctg\beta}, \quad (31)$$

$$X_T = \frac{c}{ctg\alpha + ctg\beta}, \quad (32)$$

Parcialni odvodi enačb 31 in 32 po neznankah:

$$\frac{\partial X_T}{\partial \alpha} = c * \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 \gamma}, \quad (33)$$

$$\frac{\partial X_T}{\partial \beta} = c * \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \gamma}, \quad (34)$$

$$\frac{\partial Y_T}{\partial \alpha} = c * \frac{\sin \beta \cos \beta}{\sin^2 \gamma}, \quad (35)$$

$$\frac{\partial Y_T}{\partial \beta} = c * \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sin^2 \gamma}, \quad (36)$$

Parcialne odvode 33, 34, 35 in 36 vstavimo v enačbi 37 ter 38 in dobimo varianci  $\sigma^2_{Y_T}$  in  $\sigma^2_{X_T}$  koordinat  $Y_T$  in  $X_T$ .

$$\sigma_{Y_T}^2 = \left(\frac{\partial Y_T}{\partial \alpha}\right)^2 * \sigma_{\alpha}^2 + \left(\frac{\partial Y_T}{\partial \beta}\right)^2 * \sigma_{\beta}^2, \quad (37)$$

$$\sigma_{X_T}^2 = \left(\frac{\partial X_T}{\partial \alpha}\right)^2 * \sigma_{\alpha}^2 + \left(\frac{\partial X_T}{\partial \beta}\right)^2 * \sigma_{\beta}^2, \quad (38)$$

Vrednosti enačb 37 in 38 vstavimo v enačbo 39 in dobimo standardno deviacijo koordinat točke T.

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_{Y_T}^2 + \sigma_{X_T}^2}. \quad (39)$$

Standardne deviacije koordinat točk iz posamičnih trikotnikov so predstavljene v tabeli 10. Glej tudi sliki 27 in 28. Iz tabele 10 je razvidno, da je položajna natančnost najslabša v trikotniku 103, točka 1003. Na tako slabo natančnost vpliva geometrija tega trikotnika, saj se kraka sekata pod ostrim kotom (približno 25°).

Preglednica 10: Položajna natančnost RTV-oddajnika iz posamičnega trikotnika

Trikotnik	Točka	$\sigma_{Y_T}$ (m)	$\sigma_{X_T}$ (m)	$\sigma_T$ (m)
101	1001	0,062	0,115	0,131
102	1002	0,061	0,138	0,151
103	1003	0,129	0,410	0,430
104	1004	0,106	0,252	0,274
105	1005	0,086	0,189	0,208
106	1006	0,105	0,087	0,137

Če bi določali koordinate nove točke na osnovi nujno potrebnega števila opazovanj, se nanje ne bi mogli zanesti, saj je položajna natančnost točke, ki ji določamo položaj zelo slaba, kar je vidno v tabeli 10. Položajna natančnost je odvisna od neodstranjenih grobih pogreškov, od kakovosti koordinat danih točk, od geometrije trikotnika, kot tudi od natančnosti instrumenta. Natančnost je boljša, kadar se horizontalni smeri sekata pod topim kotom. Natančnost koordinat sicer lahko povečujemo s povečevanjem nadštevilnih opazovanj. Da bomo dosegli centimetrsko ali boljše položajno natančnost koordinat točk, smo zagotovili zadostno številno

nadštevilnih opazovanja. Opazovanja smo izvedli v treh girusih in na šestih stojiščih. Za določitev koordinat točke z zunanjim urezom so nujno potrebna opazovanja v enem girusu in iz dveh stojišč.

Po izbiri primerne instrumenta in metode se lotimo izmere na terenu. Po končanih meritvah sledi obdelava podatkov meritev in analiza natančnosti. Prvi korak je izračun reduciranih smeri girusov in ocena natančnosti izmerjenih horizontalnih kotov. Z redukcijo smeri in girusov pridobimo reducirana opazovanja, katera bomo uporabili v nadaljevanju pri izravnavi opazovanj v mreži. Ocena natančnosti merjenja horizontalnih kotov nam predstavlja kontrolo izvajanja meritev. Iz tabele 11 je razvidno, da je odstopanje med oceno natančnosti merjenja horizontalnih kotov po girusni metodi in deklarirano natančnostjo minimalno, zato smo se odločili, da kot a-priori natančnost horizontalnega kota privzamemo, s strani proizvajalca geodetskega instrumenta, deklarirano vrednost, ki je 3". Ocena natančnosti merjenja kotov je pokazala slabšo natančnost na stojišču 4. Slabšo natančnost merjenja kotov na tem stojišču gre pripisati podlagi, na kateri je bil postavljen instrument (zemlja), saj so opazovanja trajala okoli 45 min in se je instrument verjetno neenakomerno pogrezal. Vremenski pogoji so bili ves čas merjenja enaki (brezvetrje, sončno in temperatura zraka okoli 14°C). Za kontrolo meritev smo izračunali še razliko med vsoto merjenih horizontalnih kotov v poligonu in teoretično vsoto kotov v n kotniku. Ta razlika je prikazana v tabeli 12 in znaša 2", kar je še en pokazatelj korektno izvedenih opazovanj.

Preglednica 11: Ocena natančnosti merjenja horizontalnih kotov po girusni metodi in deklarirana natančnost

Stojišče	$\sigma$ (")	
1	4	
2	5	
3	2	
4	6	
5	3	
6	4	
	$\bar{\sigma} = 4$	$\sigma_{deklarirana} = 3''$

Preglednica 12: Kontrola zapiranja likov

Stojišče	Smer	Lomni kot
1	6	67° 18' 48"
	2	
2	1	159° 33' 14"
	3	
3	2	122° 39' 16"
	4	
4	3	132° 59' 09'
	5	
5	4	99° 38' 10"
	6	
6	5	137° 51' 21'
	1	
		$\Sigma = 719^{\circ} 59' 58''$
Zapiranje N kotnika	$(n - 2) * 180^{\circ} =$	720° 00' 00"
		$\Delta = 00^{\circ} 00' 02''$

Drugi korak je redukcija dolžin. Kadar merimo dolžine z elektronskim razdaljemerom je rezultat meritve vedno poševna razdalja, ki pa je zaradi vplivov atmosfere na merski žarek, tudi ukrivljena. Takšna dolžina za nadaljnjo določitev koordinat ni primerna. Ker dolžine merimo na nadmorski višini, potrebujemo pa koordinate v projekcijski ravnini, moramo te dolžine reducirati. Reducirane dolžine bomo uporabili pri izravnavi mreže za določitev položajev točk zaključenega poligona. Izmerjene dolžine reduciramo za tri popravke.

Ti popravki so:

- meteorološki popravki,
- geometrični popravki,
- projekcijski popravki.

### **Meteorološki popravek**

Merski žarek je elektromagnetno valovanje. Ker potuje merski žarek skozi atmosfero z različno gostoto, ki je predvsem odvisna od temperature zraka in zračnega tlaka, je pot žarka ukrivljena. Elektronski razdaljemerji določijo velikost dolžine na osnovi izmerjenega časa, v katerem elektromagnetno valovanje prepotuje razdaljo med začetno in končno točko. Ker je

pot žarka ukrivljena, merski žarek prepotuje daljšo razdaljo med začetno in končno točko kot je potrebna in posledično potuje dlje časa med začetno in končno točko. Zaradi tega moramo merjene dolžine reducirati za meteorološke popravke. Da lahko merjene dolžine popravimo, moramo na terenu izmeriti temperaturo zraka, skozi katerega potuje žarek in zračni tlak. Meteorološki popravek smo izračunali po enačbah, ki jih proizvajalec navaja v navodilih instrumenta (Kogoj, 2005).

Preglednica 13: Temperatura in zračni tlak

STOJIŠČE	T (°C)	P (hPa)
1	13	894,1
2	13	895,1
3	14	895,9
4	16	896,1
5	14	896,2
6	14	895,6



Slika 24: Pot merskega žarka skozi atmosfero

$$D' = D_0' * \left( 282,59 - \left( \frac{(0,2942 * p)}{(1 + 0,003661 * t)} \right) \right), \quad (40)$$

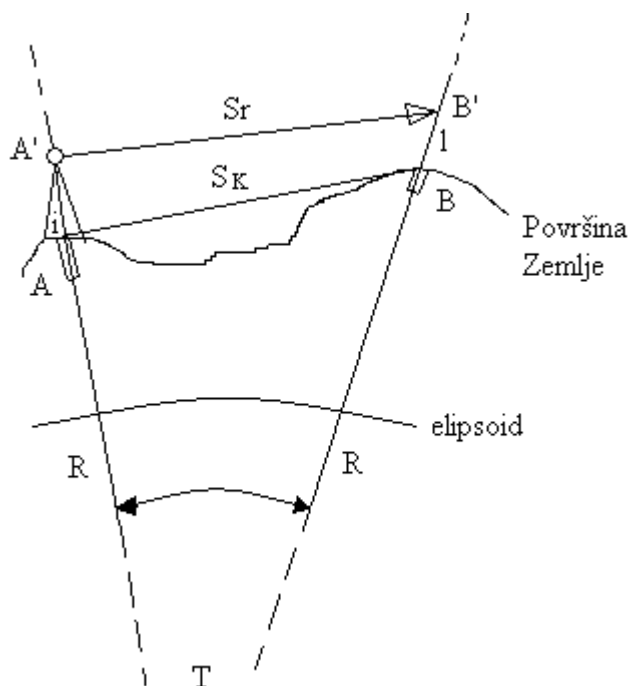
Kjer so:

- $D'$       reducirana dolžina
- $D_0'$      izmerjena poševna dolžina
- $p$         merjen zračni tlak (°C)

$t$  merjena temperatura (hPa)

### Geometrični popravek

Geometrični popravki predstavljajo razliko med prostorsko krivuljo  $D$ , definirano z refrakcijsko krivuljo in premo poševno dolžino na nivoju točk, to je dolžina kamenkamen. Popravki pomenijo upoštevanje ukrivljenosti refrakcijske krivulje ter horizontalnih in vertikalnih ekscentricitet razdaljemera in reflektorja. (Kogoj, 2005)



Slika 25: Kamen – kamen redukcija (Kogoj, 2005)

Popravek zaradi ukrivljenosti merskega žarka je:

$$S_r = D' - k^2 * \left( \frac{D^3}{24 * R^2} \right), \quad (41)$$

kjer so:

$R$      radij Zemlje,

$k$      koeficient refrakcije,

$D'$      reducirana dolžina,

$S_r$      izmerjena in na poševno tetivo na nivoju optične poti reducirana dolžina.

Izračun poševne dolžine med točkama na terenu (kamen–kamen):

$$S_p = S_r - (l - i) \cos z_r + \frac{((l - i) \sin z_r)^2}{2 * S_r} \quad (42)$$

$$S_K = S_p - \frac{i * S_p}{R} \quad (43)$$

kjer so:

$S_K$      poševna dolžina na nivoju točk na terenu (dolžina kamen–kamen),

$S_r$      izmerjena in na poševno tetivo na nivoju optične poti reducirana dolžina,

$z_r$      zenitna razdalja,

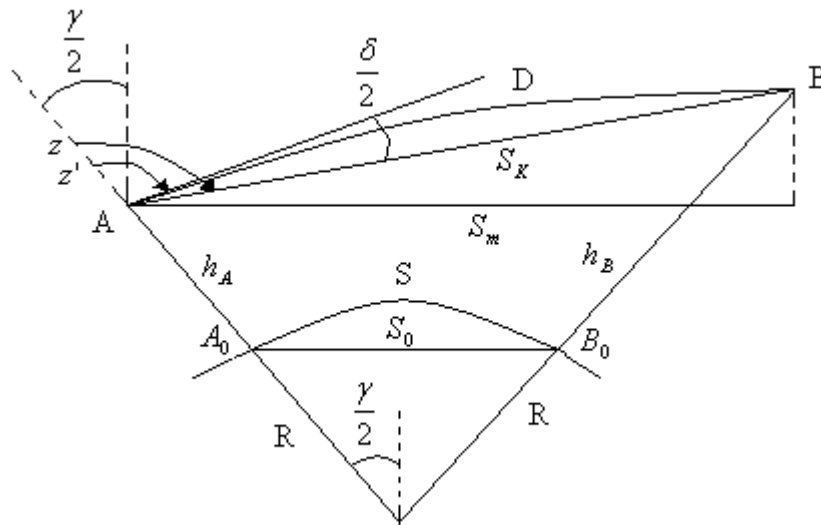
$l$      višina prizme,

$i$      višina instrumenta.

### **Projekcijski popravki**

Upoštevanje projekcijskih popravkov pomeni prehod s prostorske poševne dolžine na nivoju  $S_K$  na sferni lok  $S$  v nivoju referenčnega horizonta na referenčni ploskvi ter nato v izbrano projekcijsko ravnino. (Kogoj, 2005)





Slika 26: Redukcija poševne dolžine z merjeno zenitno razdaljo (Kogoj, 2005)

$$S_m = S_K * \sin(z' + \varepsilon), \quad (44)$$

$$\varepsilon = \frac{S_K}{2R} (k - \sin z'), \quad (45)$$

$$S_0 = S_m \left( \frac{R}{R + h_M} \right), \quad (46)$$

$$S = 2R \arcsin \left( \frac{S_0}{2R} \right), \quad (47)$$

$$\bar{y}_m = \frac{\bar{y}_A + \bar{y}_B}{2}, \quad (48)$$

$$S_{TM} = S \left( 1 + \frac{\bar{y}_m^2}{2R^2} - 0,0001 \right). \quad (49)$$

kjer so:

$S_m$  horizontalna dolžina,

$S_0$  dolžina reducirana na referenčni horizont,

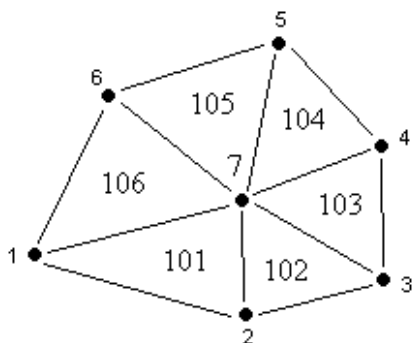
$S$  dolžina na referenčni ploskvi,

$S_{TM}$  dolžina reducirana v transverzhalno Mercatorjevo projekcijsko ravnino.

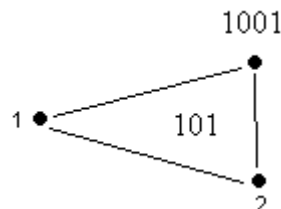
Preglednica 14: Reducirane dolžine na kartografsko projekcijo

Povezava	Merjena dolžina (m)	Reducirana dolžina (m) $S_{TM}$
1_2	122,761	122,301
2_1	122,749	122,312
2_3	132,424	132,255
3_2	132,424	132,256
3_4	68,953	68,932
4_3	68,953	68,932
4_5	128,468	128,44
5_4	128,469	128,44
5_6	132,031	131,918
6_5	132,035	131,909
1_6	177,113	176,594
6_1	177,100	176,604

Tretji korak je izračun približnih koordinat RTV-oddajnika, katere so podane v tabeli 14. Približne koordinate RTV-oddajnika smo izračunali s pomočjo zunanjega ureza iz posameznih trikotnikov. Tako smo dobili 6 parov koordinat RTV-oddajnika. Iz trikotnika 101 smo izračunali točko 1001 in tako naprej do trikotnika 106. Približne koordinate RTV-oddajnika (točka 7) smo izračunali, kot srednjo vrednost teh 6-ih parov koordinat. Iz slik 27 in 28 je razvidna razdelitev mreže na posamezne trikotnike. V tabeli 14 navajamo približne koordinate RTV-oddajnika, izračunanih iz posameznih trikotnikov in srednja vrednost približnih koordinat RTV-oddajnika, ki jo nadalje uporabimo v izravnavi.



Slika 27: Mreža, razdeljena na posamične trikotnike



Slika 28: Posamičen trikotnik

Preglednica 15: Približne koordinate RTV-oddajnika

Trikotnik	Točka	E (m)	N (m)
101	1001	544333.924	152966.780
102	1002	544333.926	152966.767
103	1003	544333.892	152966.729
104	1004	544333.909	152966.796
105	1005	544333.931	152966.783
106	1006	544333.919	152966.773
	<b>7</b>	<b>544333,917</b>	<b>152966,771</b>

Četrty korak je izravnava mreže po posrednem načinu. Pri izravnavi mreže moramo izpolniti pogoj, da bo vsota kvadratov popravkov opazovanj minimalna. Naprej smo mrežo izravnavali kot prosto mrežo. V tem primeru mora mreža poleg zgornjega pogaja izpolniti še pogoj, da je vsota kvadratov popravkov približnih vrednosti koordinatnih neznank minimalna. To pomeni, da vse koordinate dobijo določene popravke. Manjši kot je popravek približnih koordinat (nekaj milimetrov), boljše se ujemajo GNSS- in terestrična opazovanja. To je še ena kontrola kakovosti izvajanja meritev. Pri izravnavi izmeritvene mreže (zaključenega poligona) smo upoštevali tudi dolžine, saj smo tako povečali število nadštevilnih opazovanj. Tako izračunane najverjetnejše koordinate poligona nam bodo služile kot dane koordinate v izravnavi vpete mreže, kjer bomo določili najverjetnejše koordinate RTV-oddajnika.

Pri izravnavi vpete mreže smo uporabili samo kotna opazovanja. Geodetski datum terestrično izmerjene geodetske mreže določajo vse točke mreže, določamo pa koordinate centralne

točke, torej RTV-oddajnika. V tem postopku bomo dobili najverjetnejšo vrednost koordinat RTV-oddajnika in njihovo natančnost. Tako smo prišli do cilja naše naloge.

Preglednica 16: Najverjetnejše koordinate, natančnost koordinat in popravki približnih koordinat

	N (m)	E (m)	$\sigma_N$ (m)	$\sigma_E$ (m)	$\sigma_p$ (m)	$D_N$ (m)	$D_E$ (m)
1	544223.916	152904.629	0.002	0.001	0.002		
2	544345.611	152892.386	0.001	0.001	0.002		
3	544473.538	152925.954	0.002	0.002	0.002		
4	544494.783	152991.528	0.002	0.002	0.002		
5	544432.391	153103.797	0.002	0.002	0.002		
6	544307.989	153059.925	0.001	0.002	0.002		
7	544333.916	152966.775	0.001	0.001	0.002	-0.001	0.004

Že pri idejni zasnovi diplomske naloge smo vedeli, da koordinate RTV-oddajnika ne moremo določiti na osnovi opazovanj GNSS, kar je vplivalo na vse kasnejše odločitve in izračune. Želeli smo, da so koordinate RTV-oddajnika določene na osnovi terestričnih opazovanj, zato smo opazovanja GNSS uporabili le za izračun približnih koordinat točk izmeritvene mreže v želenem državnem koordinatnem sistemu ETRS89. Da ugotovimo, ali so izravnane koordinate določene s primerno natančnostjo in meritve kakovostno opravljene, imamo na voljo različne cenilke:

- referenčna varianca a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$
- natančnost koordinat

### **Referenčna varianca a-posteriori**

Generalno kakovost podatkov opazovanj, vključenih v izravnavo ocenimo na osnovi globalnega testa modela. Z njim ugotavljamo ustreznost pridobljene rešitve, prisotnost grobo pogrešenih opazovanj v mreži, vendar le v primeru zanesljivo znane a-priori referenčne variance.

Globalni test modela izvedemo po izravnavi in predstavlja skladnost referenčne variance a-posteriori in referenčne variance a-priori. Če je model pravilen in popoln, kar pomeni, da med opazovanji ni prišlo do grobih pogreškov, bi morali biti referenčni varianci statistično skladni. V nasprotnem primeru je treba ugotoviti, ali smo določili nepravilne uteži opazovanj oziroma imamo prisotne grobe pogreške opazovanj. Najprej preverimo ali smo opazovanjem dodelili napačne uteži. Če so popravki primerno veliki glede na natančnost uporabljenega instrumentarija in je referenčna varianca a-posteriori prevelika glede na referenčna varianca a-priori, je možen vzrok za nepopoln model slabo sestavljena kovariančna matrika opazovanj. Če so bili v izravnavi prisotni tudi popravki opazovanj, ki so preveliki glede na natančnost uporabljenega instrumentarija moramo opazovanja testirati glede na prisotnost grobih pogreškov v opazovanjih. Grobe pogreške v opazovanjih odkrivamo z metodo »Data Snooping«. Data Snooping je sestavljena metoda in jo izvajamo v dveh korakih. Prvo ugotavljamo prisotnost grobo pogrešenih opazovanj z globalnim testom modela, nato pa s pregledovanjem posameznih popravkov opazovanj lociramo in odstranimo grobo pogrešena opazovanja. S to metodo lahko naenkrat odkrijemo le eno grobo porešeno opazovanje. To metodo ponavljamo tako dolgo, dokler ne odkrijemo in odstranimo vseh grobo pogrešenih opazovanj (Grigilo, Stopar, 2003).

Vrednost referenčne standardne deviacije a-posteriori se mora okvirno nahajati v intervalu 0,8 in 1,4. Ta pogrešek izkazuje dobro predhodno oceno natančnosti in odsotnost grobih pogreškov v opazovanjih.. Srednji pogrešek utežne enote v naši izravnavi znaša 0,968. Bližje kot je 1, boljše smo predhodno ocenili natančnost mreže in potrdili, da v opazovanjih ne obstaja grobo pogrešena opazovanja. Iz tabele 17 je razvidno, da so opravljene meritve v predvideni natančnosti.

Preglednica 17: Analiza natančnosti

Referenčna standardna deviacija a-posteriori $/\hat{\sigma}_0/$ je	0.96821.
---	----------

### Natančnost koordinat

Preden gremo na teren si določimo, s kakšno natančnostjo moramo določiti koordinate ter temu prilagodimo mersko opremo in postopek izmere. Po izravnavi mreže dobimo natančnost koordinat, ki mora ustrezati zahtevani natančnosti. Če je ta natančnost slabša od zelene, moramo ponoviti izravnavo z drugimi parametri oz. ponoviti meritve z natančnejšo mersko opremo in izboljšati merski postopek (meritve v več girusih), spremeniti geometrijo mreže, v mrežo dodati nova opazovanja in podobno. Iz tabele 18 je vidno, da je položajna natančnost točke zelo dobra.

Preglednica 18: Izravnane vrednosti koordinat in njihova položajna natančnost

=====								
Točka	Y	X	My	Mx	Mp	a	b	Theta
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(st.)
7	544333.916	152966.775	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	174

Podana standardna deviacija horizontalne smeri (srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena)): 3,00 sekund.

Srednji pogrešek smeri / $m_0 * m_{0\_smeri}$ / je 2.9046 sekund.

Največji položajni pogrešek / $Mp\_max$ / je 0.002 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek / $Mp\_min$ / je 0.002 metrov.

Srednji položajni pogrešek / $Mp\_sred$ / je 0.002 metrov.

Terestrične meritve so bile izvedene kvalitetno, na kar kažejo cenilke izravnave. Standardna deviacija a-posteriori ( srednji pogrešek utežne enote a-posteriori) je 0,968. A-priori natančnost smo tudi dobro ocenili, saj je standardna deviacija smeri a-posteriori (srednji pogrešek smeri a-posteriori) 2,9". Koordinate RTV-oddajnika so določene s položajno natančnostjo 0,002m, kar je boljše od postavljenega pogaja, določitev položajnih koordinat RTV-oddajnika s centimetrsko položajno natančnostjo. S tem smo dosegli cilj naše naloge.



Slika 29: RTV-oddajnik iz zraka

([http://fenix.homemade.net/slike/pohorje/stolp\\_z\\_zraka\\_2.jpg](http://fenix.homemade.net/slike/pohorje/stolp_z_zraka_2.jpg), 2011)



Slika 30: RTV-oddajnik iz zemlje

(<http://fenix.homemade.net/slike/pohorje/stolpzima07.jpg>, 2011)

## 6 ZAKLJUČEK

Zaradi mednarodnih zahtev ter hitrega razvoja globalnih navigacijskih satelitskih sistemov je tudi v Sloveniji prišlo do uvedbe novega koordinatnega sistema ETRS89. To je za uporabnike pomenilo, da številne navezovalne točke, ki so jih doslej uporabljali na terenu, niso bile več uporabne. Da bi zagotovili kakovostno zemljiško-katastrsko izmero, je točkam stare navezovalne mreže, ki imajo koordinate določene v koordinatnem sistemu D48/GK, smiselno določiti koordinate v novem koordinatnem sistemu D96/TM.

V ta namen smo izvedli geodetsko izmero, kjer smo kombinirali GNSS ter terestrične meritve, kar je v praksi pogost primer. Terestrične in meritve GNSS smo opravili leta 2008. Zaradi slabših rezultatov statične GNSS izmere smo le-te leta 2010 dopolnili z dodatnimi meritvami. Tega leta smo izvedli meritve z metodo VRS. Z dodatnimi meritvami smo si zagotovili primerno izhodišče za obdelavo terestričnih opazovanj, saj je končni rezultat odvisen od kakovostno izvedenih obeh postopkov meritev. Na osnovi skrbne analize in obdelave GNSS in terestričnih opazovanj smo skušali dobiti optimalni rezultat. Položajne koordinate izmeritvene mreže z metodo GNSS smo pridobili kot uteženo aritmetično sredino med statično in VRS izmero. Tako smo pridobili dobre približne koordinate za izravnavo zaključenega poligona. Ker položajne koordinate RTV-oddajnika določamo s terestrično izmero po metodi zunanjega ureza, smo tudi najverjetnejše položajne koordinate izmeritvene mreže določili s kombinacijo GNSS in terestrične izmere. Tako smo koordinate točk, ki smo jih določili z GNSS izmero in so bile zaradi težkih pogojev za izmero GNSS nekoliko slabše kakovosti, izboljšali v kombinaciji s terestričnimi opazovanji. Pri terestrični izmeri poligona smo zagotovili dobro vidnost med točkami, tako da so bili rezultati meritev v pričakovanih vrednostih.

Cilj je bil pridobiti položajne koordinate RTV-oddajnika v koordinatnem sistemu D96/TM s centimetrsko natančnostjo. Ta cilj smo dosegli, saj je položajna standardna deviacija izhodiščnih točk izmeritvene mreže določena z metodo GNSS 0,008 m, standardna deviacija terestričnih meritev pa 4", kar je bila zadostna natančnost za potrebe določitve koordinat RTV-oddajnika s centimetrsko natančnostjo. RTV-oddajnik bo torej lahko služil kot navezovalna točka za potrebe zemljiškega katastra in inženirske geodezije v širši okolici Maribora v novem koordinatnem sistemu D-96/TM.



## VIRI

Berk, S., 2008. *Stari in novi državni horizontalni koordinatni sistem ter stara in nova državna kartografska projekcija.*

[http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Nova\\_drz\\_karto\\_projekcija.doc](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Nova_drz_karto_projekcija.doc)  
(18. 12. 2010).

Geodetski inštitut Slovenije, 2007. *Evropski koordinatni sistem v republiki Sloveniji. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.*

[http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/novice/Novi\\_drzavn\\_koordinatni\\_sistem\\_PR.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/novice/Novi_drzavn_koordinatni_sistem_PR.pdf) (18. 12. 2010).

Grigillo, D., Stopar, B., 2003. *Metode odkrivanja grobih pogreškov v geodetskih opazovanjih.* Ljubljana, Geodetski vestnik 47: 390–392.

[http://www.geodetski-vestnik.com/47/4/gv47-4\\_387-403.pdf](http://www.geodetski-vestnik.com/47/4/gv47-4_387-403.pdf) (8. 2. 2011)

Kogoj, D., 2005. *Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljemerji.* Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo: str. 111–147.

Kogoj, D., Ambrožič, T., Savšek - Safić, S., Bogatin, S., Marjetič, A., Stopar, B., Radovan, D., Berk, S., Mesner, N. 2006. *Navodilo za izvajanje klasične geodetske izmere v novem državnem koordinatnem sistemu.*

[http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Navodilo\\_za\\_klasicno\\_izmero.pdf](http://www.gu.gov.si/fileadmin/gu.gov.si/pageuploads/ogs/Navodilo_za_klasicno_izmero.pdf)  
(18. 12. 2010).

Koordinatni sistemi

[http://www.dijaski.net/get/mat\\_ref\\_koordinatni\\_sistemi\\_01.odt](http://www.dijaski.net/get/mat_ref_koordinatni_sistemi_01.odt) (18. 12. 2010)

Kuhar, M., 2008. *Geodezija (TUN) – izbrana poglavja.*

[http://www.fgg.uni-lj.si/~mkuhar/Pouk/Geod/gradivo/2D\\_dolocanje\\_polozaja.pdf](http://www.fgg.uni-lj.si/~mkuhar/Pouk/Geod/gradivo/2D_dolocanje_polozaja.pdf)  
(18.12.2010)

Macarol, S., 1977. *Praktična geodezija.* Zagreb, Univerza v Zagrebu: str. 202–213.

Mihailović, M., 1981. *Geodezija II, I del*. Beograd, Univerza v Beogradu: str. 262–272, 302–305.

Na kratko o sistemu GNSS

<http://www.geoservis.si/main.php?pg=uporabno.htm> (18. 12. 2010)

Navigacijski sistem Beidou

[http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou\\_navigation\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Beidou_navigation_system) (18. 12. 2010)

Navigacijski sistem Galileo

[http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_\(satellite\\_navigation\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_(satellite_navigation)) (18. 12. 201)

Navigacijski sistem Glonass

<http://en.wikipedia.org/wiki/GLONASS> (18. 12. 2010)

Pavlovčič Prešeren, P., *Višja geodezija 2 – vaje*. 2006/2007. Loč. pog.

Rutar, R., *Nov koordinatni sistem D96/TM*.

[http://www.klikonline.si/clanki96/nov\\_koordinatni\\_sistem\\_d96tm.pdf](http://www.klikonline.si/clanki96/nov_koordinatni_sistem_d96tm.pdf) (18. 12. 2010).

Stopar, B., Pavlovčič-Prešeren, P., Kozmus, K., Radovan, D., Berk, S., Mesner, N., Klanjšček, M., Mozetič, B., Komadina, Ž., 2006. *Navodilo za izvajanje izmere z uporabo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov v državnem koordinatnem sistemu*. Loč. pog.

Statična in kinematična metoda izmere

[http://www.gu-signal.si/index.php?option=com\\_content&task=view&id=16&Itemid=28](http://www.gu-signal.si/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=28) (18. 12. 2010)

VRS metoda izmere

[http://www.gu-ignal.si/index.php?Itemid=58&id=7&option=com\\_content&task=section](http://www.gu-ignal.si/index.php?Itemid=58&id=7&option=com_content&task=section) (18. 12. 2010)



## **PRILOGE**

Priloga A: Rezultati statične izmere GNSS

Priloga B1: Analiza natančnosti VRS meritev 12.05.2008

Priloga B2: Koordinate točk VRS meritev 12.05.2008

Priloga B3: Analiza natančnosti VRS meritev 06.11.2010

Priloga B4: Koordinate točk VRS meritev 12.05.2008

Priloga C1: izračun približnih koordinat poligonskih točk z uteženo aritmetično sredino

Priloga C2: izračun približnih koordinat RTV oddajnika

Priloga D: Terestrična opazovanja horizontalnih smeri in redukcija girusov

Priloga E: Redukcija dolžin

Priloga F: Izravnava mreže

## Priloge A: Rezultati statične izmere GNSS

User Name	Trimble Employee	Date & Time	13:51:48 21/09/2010
Coordinate System	Standard Map Projection	Zone	
Project Datum		Geoid Model	
Coordinate Units	Meter		
Distance Units	Meter		
Height Units	Meter		
Angle Units	Degrees		

### Network Adjustment in ETRS89.

Number of GPS Baselines	28
Number of Total Station Measurements	0
Number of Control Points in ETRS89	4
Number of Adjusted Points	10
Confidence level	1 $\sigma$
Significance Level for Tau Test	1.00 %
Standard Error of Unit Weight	0.893
Number of Iterations	1
Refraction Coefficient	0.140

- Observations which were rejected by the statistical test are marked.

### 1. Baselines Input in ETRS89 (Components and Std.Dev.)

Observation	$\Delta X_m$	$\sigma_{mm}$	$\Delta Y_m$	$\sigma_{mm}$	$\Delta Z_m$	$\sigma_{mm}$	Solution
4-3	52.1763	21.6	-8.0151	10.0	-44.3414	12.2	Double Diff. / Fixed / Ln
4-3	52.1570	15.6	-8.0059	10.2	-44.3550	13.0	Double Diff. / Fixed / Ln
6-5	-66.7861	17.9	110.8770	17.7	26.0139	16.9	Double Diff. / Fixed / Ln
6-5	-66.8177	17.1	110.8613	14.7	25.9725	25.3	Double Diff. / Fixed / Ln
CELJ-2	-27480.2218	10.9	19267.8396	8.2	21475.8199	8.6	Double Diff. / Fixed / Lc
CELJ-3	-27541.4607	27.4	19383.8466	18.6	21493.9068	20.8	Double Diff. / Fixed / Lc
CELJ-3	-27541.4554	45.5	19383.8431	24.1	21493.9076	24.5	Double Diff. / Fixed / Lc
CELJ-5	-27656.3847	11.2	19310.4333	9.3	21615.3282	10.7	Double Diff. / Fixed / Lc
CELJ-5	-27656.4006	11.4	19310.4265	8.2	21615.3098	10.8	Double Diff. / Fixed / Lc
MARI-1	5719.2732	20.0	-4169.1303	16.2	-3104.1682	23.4	Double Diff. / Fixed / L1
MARI-1	5719.2619	24.6	-4169.1399	14.8	-3104.1430	30.5	Double Diff. / Fixed / L1
MARI-2	5689.0531	11.2	-4051.2842	9.1	-3120.5576	13.8	Double Diff. / Fixed / Lc
MARI-2	5689.0534	13.5	-4051.2807	10.7	-3120.5664	11.4	Double Diff. / Fixed / Lc
MARI-4	5575.6347	36.8	-3927.2797	21.7	-3058.1246	33.6	Double Diff. / Fixed / L1
MARI-4	5575.6085	44.7	-3927.2734	19.4	-3058.1516	24.6	Double Diff. / Fixed / Lc
MARI-5	5512.8709	13.5	-4008.6950	11.4	-2981.0689	12.9	Double Diff. / Fixed / Lc
MARI-5	5512.8520	17.2	-4008.7094	12.5	-2981.0904	16.2	Double Diff. / Fixed / Lc
PTUJ-1	-698.0872	50.1	-24520.1620	29.0	8089.1775	63.9	Double Diff. / Fixed / Lc
PTUJ-2	-728.3458	11.3	-24402.3218	9.1	8072.6785	13.3	Double Diff. / Fixed / Lc
PTUJ-2	-728.3425	18.4	-24402.3089	18.1	8072.6760	15.1	Double Diff. / Fixed / Lc
PTUJ-3	-789.6369	31.5	-24286.3141	21.1	8090.7293	27.6	Double Diff. / Fixed / Lc
PTUJ-3	-789.6383	59.9	-24286.3499	36.4	8090.7416	33.9	Double Diff. / Fixed / L1
PTUJ-5	-904.5372	9.2	-24359.7331	7.6	8212.1678	8.7	Double Diff. / Fixed / Lc
PTUJ-5	-904.5397	12.3	-24359.7440	8.9	8212.1585	11.7	Double Diff. / Fixed / L1
SLOG-3	-9939.6296	36.3	37032.0844	26.5	659.2047	30.9	Double Diff. / Fixed / Lc
SLOG-4	-9991.8608	35.8	37040.0539	15.5	703.4788	21.4	Double Diff. / Fixed / Lc
SLOG-6	-9987.8116	22.8	36847.7572	20.7	754.5571	22.1	Double Diff. / Fixed / Lc
SLOG-6	-9987.7473	32.7	36847.7868	27.6	754.6358	46.4	Double Diff. / Fixed / Lc

- Standard deviations of the static baselines have been multiplied with the factor 10.00.

## 2. ETRS89 Control Points Input (Cart. Coordinates and Std.Dev.)

Point	X	$\sigma$	Y	$\sigma$	Z	$\sigma$
CELJ	4263713.1154m	0.0mm	1161749.0395m	0.0mm	4584088.7565m	0.0mm
MARI	4230543.8830m	0.0mm	1185068.1750m	0.0mm	4608685.1808m	0.0mm
PTUJ	4236961.2670m	0.0mm	1205419.2050m	0.0mm	4597491.9197m	0.0mm
SLOG	4246111.3081m	0.0mm	1144100.8379m	0.0mm	4604923.5173m	0.0mm

## 3. Adjusted Baselines in ETRS89 (Components and Std.Dev.)

Observation	$\Delta X$	$\sigma$	$\Delta Y$	$\sigma$	$\Delta Z$	$\sigma$
4-3	52.1652m	10.2mm	-8.0114m	5.5mm	-44.3473m	6.7mm
6-5	-66.7956m	8.8mm	110.8706m	8.1mm	26.0002m	10.3mm
CELJ-2	-27480.1953m	4.9mm	19267.8477m	3.9mm	21475.8403m	4.6mm
CELJ-3	-27541.4643m	12.0mm	19383.8487m	6.8mm	21493.9169m	7.8mm
CELJ-5	-27656.3852m	4.2mm	19310.4310m	3.2mm	21615.3295m	4.0mm
MARI-1	5719.2672m	12.8mm	-4169.1377m	8.9mm	-3104.1510m	15.6mm
MARI-2	5689.0371m	4.9mm	-4051.2878m	3.9mm	-3120.5840m	4.6mm
MARI-4	5575.6028m	13.3mm	-3927.2754m	6.9mm	-3058.1601m	8.6mm
MARI-5	5512.8472m	4.2mm	-4008.7045m	3.2mm	-2981.0948m	4.0mm
PTUJ-1	-698.1168m	12.8mm	-24520.1677m	8.9mm	8089.1101m	15.6mm
PTUJ-2	-728.3469m	4.9mm	-24402.3178m	3.9mm	8072.6771m	4.6mm
PTUJ-3	-789.6159m	12.0mm	-24286.3168m	6.8mm	8090.7537m	7.8mm
PTUJ-5	-904.5368m	4.2mm	-24359.7345m	3.2mm	8212.1663m	4.0mm
SLOG-3	-9939.6570m	12.0mm	37032.0503m	6.8mm	659.1561m	7.8mm
SLOG-4	-9991.8223m	13.3mm	37040.0617m	6.9mm	703.5034m	8.6mm
SLOG-6	-9987.7823m	9.3mm	36847.7620m	8.3mm	754.5685m	10.6mm

## 4. Baseline Residuals (Residuals and Standardized Residuals)

Observation	Northing Res.	Stand. Res.	Easting Res.	Stand. Res.	Height Res.	Stand. Res.	Red.No.
4-3	2.9mm	0.346	6.6mm	1.079	-10.9mm	-0.647	1.84
4-3	0.6mm	0.074	-7.5mm	-1.038	10.0mm	0.905	1.72
6-5	-1.6mm	-0.152	-3.6mm	-0.314	-17.5mm	-1.122	2.01
6-5	1.9mm	0.231	3.0mm	0.380	36.5mm	1.570	1.83
CELJ-2	-6.0mm	-0.875	0.6mm	0.118	33.8mm	4.027	2.11
CELJ-3	9.1mm	0.542	3.1mm	0.227	5.3mm	0.233	2.43
CELJ-3	11.5mm	0.557	7.9mm	0.515	1.8mm	0.044	2.56
CELJ-5	1.7mm	0.225	-2.1mm	-0.283	0.2mm	0.015	2.51
CELJ-5	2.0mm	0.311	0.2mm	0.025	25.3mm	2.237	2.43
MARI-1	17.4mm	1.166	-5.5mm	-0.592	7.1mm	0.551	1.47
MARI-1	-9.6mm	-0.691	0.8mm	0.081	-1.9mm	-0.077	1.84
MARI-2	-6.3mm	-0.651	0.8mm	0.129	-30.4mm	-2.721	2.41
MARI-2	0.6mm	0.065	-2.4mm	-0.318	-24.9mm	-2.215	2.47
MARI-4	-3.0mm	-0.147	12.7mm	0.679	-46.2mm	-1.285	2.61
MARI-4	-1.5mm	-0.077	-0.4mm	-0.029	-10.3mm	-0.269	2.54
MARI-5	0.6mm	0.062	-2.8mm	-0.304	-36.3mm	-2.930	2.67
MARI-5	-0.6mm	-0.054	6.0mm	0.588	-5.5mm	-0.309	2.76
PTUJ-1	-24.6mm	-0.717	2.5mm	0.104	-69.6mm	-1.146	2.70
PTUJ-2	-0.9mm	-0.103	4.1mm	0.639	-1.1mm	-0.094	2.40
PTUJ-2	5.6mm	0.497	-7.4mm	-0.611	-3.8mm	-0.195	2.60
PTUJ-3	2.6mm	0.139	-8.2mm	-0.474	31.1mm	1.060	2.57

PTUJ-3	-13.8mm	-0.534	25.9mm	1.106	29.7mm	0.512	2.71
PTUJ-5	-1.0mm	-0.165	-1.5mm	-0.260	-1.1mm	-0.144	2.27
PTUJ-5	1.5mm	0.211	8.4mm	1.239	9.3mm	0.748	2.51
SLOG-3	-7.6mm	-0.339	-25.5mm	-1.219	-59.7mm	-1.738	2.69
SLOG-4	-11.5mm	-0.806	-2.8mm	-0.237	44.9mm	1.465	2.32
SLOG-6	-13.5mm	-0.933	-3.2mm	-0.229	28.6mm	1.308	2.33
SLOG-6	-17.0mm	-0.782	-14.5mm	-0.772	-76.6mm	-1.674	2.69

#### 5. Adjusted Points in ETRS89 (Cart. Coordinates and Std.Dev.)

Point	X	$\sigma$	Y	$\sigma$	Z	$\sigma$
1	4236263.1502m	12.8mm	1180899.0373m	8.9mm	4605581.0298m	15.6mm
2	4236232.9201m	4.9mm	1181016.8872m	3.9mm	4605564.5968m	4.6mm
3	4236171.6511m	12.0mm	1181132.8882m	6.8mm	4605582.6734m	7.8mm
4	4236119.4858m	13.3mm	1181140.8996m	6.9mm	4605627.0207m	8.6mm
5	4236056.7302m	4.2mm	1181059.4705m	3.2mm	4605704.0860m	4.0mm
6	4236123.5258m	9.3mm	1180948.5999m	8.3mm	4605678.0858m	10.6mm
CELJ	4263713.1154m	0.0mm	1161749.0395m	0.0mm	4584088.7565m	0.0mm
MARI	4230543.8830m	0.0mm	1185068.1750m	0.0mm	4608685.1808m	0.0mm
PTUJ	4236961.2670m	0.0mm	1205419.2050m	0.0mm	4597491.9197m	0.0mm
SLOG	4246111.3081m	0.0mm	1144100.8379m	0.0mm	4604923.5173m	0.0mm

#### 6. Adjusted Points in ETRS89 (Geogr. Coordinates and Std.Dev.)

Point	Latitude	$\sigma$	Longitude	$\sigma$	Height	$\sigma$
1	N 46° 30' 51.64005"	12.2mm	E 15° 34' 34.76121"	8.1mm	1106.9746m	16.5mm
2	N 46° 30' 51.21451"	4.4mm	E 15° 34' 40.46633"	3.4mm	1096.7908m	5.4mm
3	N 46° 30' 52.27193"	7.1mm	E 15° 34' 46.47891"	6.1mm	1090.7306m	12.7mm
4	N 46° 30' 54.39006"	7.5mm	E 15° 34' 47.49798"	6.5mm	1089.8082m	14.1mm
5	N 46° 30' 58.04125"	3.3mm	E 15° 34' 44.60955"	3.1mm	1089.0750m	4.8mm
6	N 46° 30' 56.64980"	7.0mm	E 15° 34' 38.75900"	7.0mm	1093.9976m	13.0mm
CELJ	N 46° 14' 30.41454"	0.0mm	E 15° 14' 29.71284"	0.0mm	295.1274m	0.0mm
MARI	N 46° 33' 43.87452"	0.0mm	E 15° 38' 55.41057"	0.0mm	342.9325m	0.0mm
PTUJ	N 46° 24' 59.39766"	0.0mm	E 15° 52' 51.95735"	0.0mm	283.9719m	0.0mm
SLOG	N 46° 30' 42.38358"	0.0mm	E 15° 04' 48.09098"	0.0mm	471.8705m	0.0mm

#### 7. Adjusted Points Error Ellipses

Point	Semimajor Axis	Semiminor Axis	Angle	95% confidence radius
1	12.2mm	8.0mm	-7.2°	25.9mm
2	4.6mm	3.2mm	-22.8°	9.8mm
3	7.4mm	5.8mm	-23.5°	16.3mm
4	7.6mm	6.4mm	-15.4°	17.2mm
5	3.3mm	3.0mm	-28.1°	7.8mm
6	7.5mm	6.5mm	-46.0°	17.1mm
CELJ	0.0mm	0.0mm	90.0°	0.0mm
MARI	0.0mm	0.0mm	90.0°	0.0mm
PTUJ	0.0mm	0.0mm	90.0°	0.0mm
SLOG	0.0mm	0.0mm	90.0°	0.0mm

**Priloga B1: Analiza natančnosti VRS meritev 12.05.2008**

Point From	Point To	Horizontal Precision (m)	Vertical Precision (m)	dN (m)	dE (m)	dH (m)	Method	Solution Type
Base7000001	2_RTK2	0.015	0.014	-12.502	121.254	-6.243	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_RTK5	0.007	0.008	-12.499	121.257	-6.240	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_RTK10	0.005	0.006	-12.498	121.253	-6.249	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_RTK25	0.004	0.004	-12.504	121.250	-6.247	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_RTK100	0.002	0.002	-12.499	121.257	-6.236	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_RTK250	0.001	0.001	-12.503	121.256	-6.235	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_RTK600	0.001	0.001	-12.505	121.254	-6.249	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK2	0.020	0.019	21.037	249.186	-12.297	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK5	0.010	0.011	21.051	249.205	-12.292	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK10	0.006	0.006	21.065	249.192	-12.312	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK25	0.006	0.006	21.088	249.191	-12.337	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK100	0.002	0.002	21.064	249.207	-12.342	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK250	0.002	0.002	21.037	249.200	-12.314	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_RTK600	0.001	0.001	21.044	249.163	-12.286	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_RTK2	0.009	0.013	198.910	208.018	-13.977	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_RTK5	0.006	0.008	198.914	208.018	-13.986	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_RTK10	0.004	0.006	198.909	208.017	-13.979	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_RTK25	0.002	0.004	198.912	208.016	-13.990	RTK Topo	Fixed,Phase Diff



Base7000001	5_RTK100	0.001	0.002	198.923	208.017	-13.989	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_RTK250	0.001	0.001	198.923	208.025	-13.980	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_RTK600	0.001	0.001	198.913	208.017	-14.003	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK2	0.015	0.018	155.025	83.644	-9.036	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK5	0.010	0.011	155.039	83.639	-9.036	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK10	0.006	0.008	155.037	83.637	-9.039	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK25	0.007	0.006	155.028	83.663	-9.013	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK100	0.004	0.003	155.019	83.663	-9.016	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK250	0.001	0.001	155.036	83.637	-9.049	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	6_RTK600	0.001	0.001	155.033	83.624	-9.038	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK2	0.017	0.020	-0.267	-0.471	4.155	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK5	0.009	0.011	-0.275	-0.459	4.139	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK10	0.006	0.007	-0.281	-0.458	4.112	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK25	0.004	0.005	-0.261	-0.474	4.145	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK100	0.002	0.002	-0.248	-0.476	4.138	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK250	0.002	0.002	-0.263	-0.468	4.126	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	1_RTK600	0.001	0.001	-0.267	-0.456	4.090	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	4_RTK2	0.034	0.036	86.639	270.407	-13.113	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	4_RTK5	0.012	0.013	86.649	270.383	-13.085	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	4_RTK10	0.013	0.014	86.659	270.392	-13.116	RTK Topo	Fixed,Phase Diff

Base7000001	4_RTK25	0.005	0.006	86.674	270.390	-13.100	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	4_RTK100	0.004	0.004	86.696	270.391	-13.062	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	4_RTK250	0.003	0.003	86.682	270.406	-13.184	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	4_RTK600	0.001	0.001	86.624	270.405	-13.231	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK2	0.013	0.018	198.927	208.018	-13.965	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK5	0.009	0.012	198.922	208.011	-13.966	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK10	0.005	0.008	198.919	208.006	-13.949	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK25	0.004	0.005	198.917	208.006	-13.953	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK100	0.002	0.003	198.913	208.021	-13.963	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK250	0.001	0.002	198.914	208.021	-13.955	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	5_2RTK600	0.001	0.001	198.911	208.021	-13.941	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_2RTK2	0.024	0.027	21.024	249.158	-12.073	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_2RTK5	0.018	0.019	21.028	249.157	-12.064	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_2RTK10	0.009	0.011	21.021	249.156	-12.067	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_2RTK25	0.004	0.005	21.038	249.174	-12.057	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_2RTK100	0.003	0.003	21.063	249.191	-12.075	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	3_2RTK250	0.003	0.004	21.044	249.182	-12.093	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_2RTK2	0.016	0.020	-12.522	121.249	-6.144	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_2RTK5	0.010	0.013	-12.520	121.244	-6.164	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_2RTK10	0.007	0.009	-12.521	121.249	-6.157	RTK Topo	Fixed,Phase Diff

Base7000001	2_2RTK25	0.005	0.006	-12.509	121.246	-6.170	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_2RTK100	0.002	0.003	-12.530	121.246	-6.156	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_2RTK250	0.001	0.002	-12.515	121.247	-6.139	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000001	2_2RTK600	0.001	0.001	-12.520	121.242	-6.152	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000002	1_2RTK2	0.021	0.042	-158.099	-82.705	13.731	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000002	1_2RTK5	0.014	0.027	-158.093	-82.715	13.737	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base7000002	1_2RTK10	0.013	0.027	-158.073	-82.699	13.788	RTK Topo	Fixed,Phase Diff

### Priloga B2: Koordinate točk VRS meritev 12.05.2008

Name	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)
2_RTK2	544345.622	152892.392
2_RTK5	544345.626	152892.395
2_RTK10	544345.621	152892.396
2_RTK25	544345.618	152892.390
2_RTK100	544345.625	152892.395
2_RTK250	544345.624	152892.390
2_RTK600	544345.622	152892.389
3_RTK2	544473.554	152925.930
3_RTK5	544473.573	152925.945
3_RTK10	544473.561	152925.959
3_RTK25	544473.559	152925.982
3_RTK100	544473.575	152925.958
3_RTK250	544473.568	152925.930
3_RTK600	544473.532	152925.938
5_RTK2	544432.386	153103.804
5_RTK5	544432.386	153103.808
5_RTK10	544432.386	153103.802
5_RTK25	544432.384	153103.805
5_RTK100	544432.385	153103.817
5_RTK250	544432.393	153103.817
5_RTK600	544432.385	153103.807
6_RTK2	544308.013	153059.919

6_RTK5	544308.007	153059.932
6_RTK10	544308.005	153059.930
6_RTK25	544308.032	153059.921
6_RTK100	544308.032	153059.913
6_RTK250	544308.006	153059.929
6_RTK600	544307.993	153059.926
1_RTK2	544223.897	152904.627
1_RTK5	544223.910	152904.619
1_RTK10	544223.910	152904.612
1_RTK25	544223.894	152904.633
1_RTK100	544223.892	152904.645
1_RTK250	544223.900	152904.630
1_RTK600	544223.913	152904.627
4_RTK2	544494.775	152991.532
4_RTK5	544494.752	152991.543
4_RTK10	544494.760	152991.553
4_RTK25	544494.758	152991.568
4_RTK100	544494.760	152991.589
4_RTK250	544494.774	152991.576
4_RTK600	544494.774	152991.517
5_2RTK2	544432.386	153103.821
5_2RTK5	544432.379	153103.815
5_2RTK10	544432.375	153103.812
5_2RTK25	544432.374	153103.811
5_2RTK100	544432.389	153103.806
5_2RTK250	544432.390	153103.808
5_2RTK600	544432.390	153103.805
3_2RTK2	544473.526	152925.918
3_2RTK5	544473.525	152925.922
3_2RTK10	544473.525	152925.915
3_2RTK25	544473.542	152925.932
3_2RTK100	544473.560	152925.957
3_2RTK250	544473.550	152925.937
2_2RTK2	544345.617	152892.371
2_2RTK5	544345.612	152892.374
2_2RTK10	544345.617	152892.373
2_2RTK25	544345.614	152892.385
2_2RTK100	544345.615	152892.364
2_2RTK250	544345.615	152892.379
2_2RTK600	544345.611	152892.374
1_2RTK2	544224.663	152904.932

1_2RTK5	544224.653	152904.939
1_2RTK10	544224.669	152904.959
Base7000001	544224.369	152904.893
Base7000002	544307.369	153063.031

### Priloga B3: Analiza natančnosti VRS meritev 06.11.2010

Point From	Point To	Horizontal Precision (m)	Vertical Precision (m)	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Method	Solution Type
Base1	5_1_1	0.002	0.004	10.885	24.091	-2.850	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	5_1_2	0.003	0.004	10.882	24.097	-2.867	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	5_1_3	0.002	0.004	10.881	24.088	-2.869	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	4_1_1	0.005	0.006	-101.329	86.514	-2.322	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	4_1_2	0.007	0.010	-101.324	86.525	-2.342	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	3_1_1	0.009	0.009	-166.935	65.253	-1.324	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	3_1_2	0.004	0.003	-166.967	65.229	-1.548	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	2_1_1	0.003	0.003	-200.516	-62.672	4.669	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	2_1_2	0.003	0.003	-200.520	-62.670	4.679	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	2_1_3	0.002	0.003	-200.516	-62.673	4.673	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	1_1_1	0.004	0.005	-188.284	-184.374	14.784	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	1_1_2	0.004	0.005	-188.296	-184.372	14.787	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	1_1_3	0.005	0.005	-188.302	-184.368	14.801	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	6_1_1	0.005	0.004	-32.974	-100.308	2.062	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	6_1_2	0.004	0.004	-33.006	-100.282	2.060	RTK Topo	Fixed,Phase Diff

Base1	6_1_3	0.004	0.004	-32.986	-100.288	2.053	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	4_1_3	0.004	0.004	-101.392	86.467	-2.322	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	5_2_1	0.004	0.005	10.890	24.108	-2.897	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	5_2_2	0.003	0.004	10.888	24.109	-2.905	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base1	5_2_3	0.003	0.006	10.890	24.110	-2.906	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	4_2_1	0.005	0.007	-79.547	20.857	-33.067	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	4_2_2	0.005	0.009	-79.545	20.865	-33.117	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	3_1_3	0.006	0.008	-144.996	0.029	-27.749	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	3_2_1	0.005	0.004	-145.078	-0.393	-32.153	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	3_2_2	0.004	0.004	-145.076	-0.398	-32.146	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	3_2_3	0.007	0.007	-145.071	-0.393	-32.160	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	2_2_1	0.002	0.003	-178.677	-128.291	-26.060	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	2_2_2	0.002	0.004	-178.678	-128.290	-26.056	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	2_2_3	0.002	0.003	-178.684	-128.289	-26.048	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	6_2_1	0.003	0.005	-11.134	-165.917	-28.668	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	6_2_2	0.004	0.005	-11.151	-164.852	-33.583	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	6_2_3	0.004	0.005	-11.115	-165.926	-28.656	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	1_2_1	0.005	0.006	-166.436	-249.983	-15.885	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	1_2_2	0.003	0.005	-166.432	-249.981	-15.885	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base2	1_2_3	0.004	0.005	-166.446	-249.981	-15.901	RTK Topo	Fixed,Phase Diff

Base2	4_2_3	0.004	0.005	-80.160	21.153	-28.093	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base3	2_3_1	0.004	0.005	-26.640	-88.019	5.339	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base3	2_3_2	0.004	0.005	-26.646	-88.012	5.336	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base3	2_3_3	0.003	0.004	-26.654	-88.015	5.348	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base4	5_3_1	0.003	0.004	-0.605	0.144	-1.165	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base4	5_3_2	0.004	0.005	-0.578	0.172	-1.176	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base4	5_3_3	0.003	0.003	-0.606	0.150	-1.153	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base5	6_3_1	0.006	0.009	155.377	81.673	-11.276	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base5	6_3_2	0.004	0.005	155.373	81.672	-11.255	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base5	6_3_3	0.006	0.004	155.381	81.665	-11.275	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	4_3_1	0.004	0.004	17.945	48.524	-6.182	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	4_3_2	0.004	0.004	17.945	48.517	-6.156	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	4_3_3	0.003	0.004	17.956	48.518	-6.166	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	1_3_1	0.003	0.004	-68.948	-222.316	10.888	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	1_3_2	0.005	0.006	-68.941	-222.312	10.901	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	1_3_3	0.011	0.009	-68.961	-222.309	10.928	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	3_3_1	0.003	0.004	-47.624	27.306	-5.346	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	3_3_2	0.004	0.004	-47.625	27.301	-5.320	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	3_3_3	0.006	0.006	-47.627	27.303	-5.302	RTK Topo	Fixed,Phase Diff
Base6	3_3_4	0.017	0.016	-47.603	27.272	-5.335	RTK Topo	Fixed,Phase Diff

### Priloga B4: Koordinate točk VRS meritev 12.05.2008

Name	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)
5_1_1	544432.380	153103.781
5_1_2	544432.386	153103.778
5_1_3	544432.377	153103.778
4_1_1	544494.803	152991.567
4_1_2	544494.814	152991.572
3_1_1	544473.543	152925.961
3_1_2	544473.518	152925.929
2_1_1	544345.617	152892.380
2_1_2	544345.619	152892.376
2_1_3	544345.616	152892.381
1_1_1	544223.915	152904.612
1_1_2	544223.917	152904.600
1_1_3	544223.921	152904.594
6_1_1	544307.981	153059.922
6_1_2	544308.007	153059.890
6_1_3	544308.001	153059.911
4_1_3	544494.756	152991.505
5_2_1	544432.397	153103.786
5_2_2	544432.398	153103.784
5_2_3	544432.399	153103.787
4_2_1	544494.764	152991.519
4_2_2	544494.772	152991.520
3_1_3	544473.936	152926.070
3_2_1	544473.513	152925.987
3_2_2	544473.509	152925.989
3_2_3	544473.513	152925.995
2_2_1	544345.616	152892.388
2_2_2	544345.616	152892.388
2_2_3	544345.618	152892.382
6_2_1	544307.989	153059.931
6_2_2	544309.055	153059.915
6_2_3	544307.980	153059.950
1_2_1	544223.924	152904.629
1_2_2	544223.926	152904.633
1_2_3	544223.926	152904.620
4_2_3	544495.059	152990.906
2_3_1	544345.612	152892.393
2_3_2	544345.618	152892.387



2_3_3	544345.616	152892.380
5_3_1	544432.366	153103.769
5_3_2	544432.393	153103.796
5_3_3	544432.372	153103.768
6_3_1	544307.954	153059.928
6_3_2	544307.954	153059.924
6_3_3	544307.947	153059.933
4_3_1	544494.763	152991.536
4_3_2	544494.756	152991.536
4_3_3	544494.757	152991.547
3_3_1	544473.545	152925.967
3_3_2	544473.540	152925.967
3_3_3	544473.542	152925.964
1_3_1	544223.923	152904.643
1_3_2	544223.927	152904.650
1_3_3	544223.930	152904.630
3_3_4	544473.511	152925.988
Base1	544408.290	153092.896
Base2	544473.907	153071.065
Base3	544433.631	152919.033
Base4	544432.222	153104.374
Base5	544226.282	152904.551
Base6	544446.239	152973.591

**Priloga C1: izračun približnih koordinat poligonskih točk z uteženo aritmetično sredino**

TOČKA	E (m)	N (m)	$\sigma_E$ (m)	$pi_E$ (m <sup>2</sup> )	$\sigma_N$ (m)	$pi_N$ (m <sup>2</sup> )
1_1_1	544223.915	152904.612	0.004	62500.000	0.004	62500.000
1_1_2	544223.917	152904.600	0.004	62500.000	0.004	62500.000
1_1_3	544223.921	152904.594	0.005	40000.000	0.005	40000.000
1_2_1	544223.924	152904.629	0.005	40000.000	0.005	40000.000
1_2_2	544223.926	152904.633	0.003	111111.111	0.003	111111.111
1_2_3	544223.926	152904.620	0.004	62500.000	0.004	62500.000
1_3_1	544223.923	152904.643	0.003	111111.111	0.003	111111.111
1_3_2	544223.927	152904.650	0.005	40000.000	0.005	40000.000
1_3_3	544223.930	152904.630	0.011	8264.463	0.011	8264.463
1_RTK2	544223.897	152904.627	0.017	3460.208	0.017	3460.208
1_RTK5	544223.910	152904.619	0.009	12345.679	0.009	12345.679
1_RTK10	544223.910	152904.612	0.006	27777.778	0.006	27777.778
1_RTK25	544223.894	152904.633	0.004	62500.000	0.004	62500.000
1_RTK100	544223.892	152904.645	0.002	250000.000	0.002	250000.000
1_RTK250	544223.900	152904.630	0.002	250000.000	0.002	250000.000
1_RTK600	544223.913	152904.627	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
1 STATIKA	544223.917	152904.626	0.008	15625.000	0.012	6944.444
1	544223.911	152904.629	0.005		0.006	

TOČKA	E (m)	N (m)	$\sigma_E$ (m)	$pi_E$ (m <sup>2</sup> )	$\sigma_N$ (m)	$pi_N$ (m <sup>2</sup> )
2_1_1	544345.617	152892.380	0.003	111111.111	0.003	111111.111
2_1_2	544345.619	152892.376	0.003	111111.111	0.003	111111.111
2_1_3	544345.616	152892.381	0.002	250000.000	0.002	250000.000
2_2_1	544345.616	152892.388	0.002	250000.000	0.002	250000.000
2_2_2	544345.616	152892.388	0.002	250000.000	0.002	250000.000
2_2_3	544345.618	152892.382	0.002	250000.000	0.002	250000.000
2_3_1	544345.612	152892.393	0.004	62500.000	0.004	62500.000
2_3_2	544345.618	152892.387	0.004	62500.000	0.004	62500.000
2_3_3	544345.616	152892.380	0.003	111111.111	0.003	111111.111
2_2RTK2	544345.617	152892.371	0.016	3906.250	0.016	3906.250
2_2RTK5	544345.612	152892.374	0.010	10000.000	0.010	10000.000
2_2RTK10	544345.617	152892.373	0.007	20408.163	0.007	20408.163
2_2RTK25	544345.614	152892.385	0.005	40000.000	0.005	40000.000
2_2RTK100	544345.615	152892.364	0.002	250000.000	0.002	250000.000
2_2RTK250	544345.615	152892.379	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
2_2RTK600	544345.611	152892.374	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
2_RTK2	544345.622	152892.392	0.015	4444.444	0.015	4444.444
2_RTK5	544345.626	152892.395	0.007	20408.163	0.007	20408.163
2_RTK10	544345.621	152892.396	0.005	40000.000	0.005	40000.000
2_RTK25	544345.618	152892.390	0.004	62500.000	0.004	62500.000
2_RTK100	544345.625	152892.395	0.002	250000.000	0.002	250000.000
2_RTK250	544345.624	152892.390	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
2_RTK600	544345.622	152892.389	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
2 STATIKA	544345.619	152892.377	0.003	111111.111	0.004	62500.000
2	544345.618	152892.383	0.004		0.004	

TOČKA	E (m)	N (m)	$\sigma_E$ (m)	$pi_E$ (m <sup>2</sup> )	$\sigma_N$ (m)	$pi_N$ (m <sup>2</sup> )
3_1_1	544473.543	152925.961	0.009	12345.679	0.009	12345.679
3_1_2	544473.518	152925.929	0.004	62500.000	0.004	62500.000
3_2_1	544473.513	152925.987	0.005	40000.000	0.005	40000.000
3_2_2	544473.509	152925.989	0.004	62500.000	0.004	62500.000
3_2_3	544473.513	152925.995	0.007	20408.163	0.007	20408.163
3_3_1	544473.545	152925.967	0.003	111111.111	0.003	111111.111
3_3_2	544473.540	152925.967	0.004	62500.000	0.004	62500.000
3_3_3	544473.542	152925.964	0.006	27777.778	0.006	27777.778
3_3_4	544473.511	152925.988	0.017	3460.208	0.017	3460.208
3_2RTK2	544473.526	152925.918	0.024	1736.111	0.024	1736.111
3_2RTK5	544473.525	152925.922	0.018	3086.420	0.018	3086.420
3_2RTK10	544473.525	152925.915	0.009	12345.679	0.009	12345.679
3_2RTK25	544473.542	152925.932	0.004	62500.000	0.004	62500.000
3_2RTK100	544473.560	152925.957	0.003	111111.111	0.003	111111.111
3_2RTK250	544473.550	152925.937	0.003	111111.111	0.003	111111.111
3_RTK2	544473.554	152925.930	0.020	2500.000	0.020	2500.000
3_RTK5	544473.573	152925.945	0.010	10000.000	0.010	10000.000
3_RTK10	544473.561	152925.959	0.006	27777.778	0.006	27777.778
3_RTK25	544473.559	152925.982	0.006	27777.778	0.006	27777.778

3_RTK100	544473.575	152925.958	0.002	250000.000	0.002	250000.000
3_RTK250	544473.568	152925.930	0.002	250000.000	0.002	250000.000
3_RTK600	544473.532	152925.938	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
3 STATIKA	544473.538	152925.964	0.006	27777.778	0.007	20408.163
3	544473.543	152925.946	0.008		0.008	

TOČKA	E (m)	N (m)	$\sigma_E$ (m)	$pi_E$ (m <sup>2</sup> )	$\sigma_N$ (m)	$pi_N$ (m <sup>2</sup> )
4_1_1	544494.803	152991.567	0.005	40000.000	0.005	40000.000
4_1_2	544494.814	152991.572	0.007	20408.163	0.007	20408.163
4_1_3	544494.756	152991.505	0.004	62500.000	0.004	62500.000
4_2_1	544494.764	152991.519	0.005	40000.000	0.005	40000.000
4_2_2	544494.772	152991.520	0.005	40000.000	0.005	40000.000
4_3_1	544494.763	152991.536	0.004	62500.000	0.004	62500.000
4_3_2	544494.756	152991.536	0.004	62500.000	0.004	62500.000
4_3_3	544494.757	152991.547	0.003	111111.111	0.003	111111.111
4_RTK2	544494.775	152991.532	0.034	865.052	0.034	865.052
4_RTK5	544494.752	152991.543	0.012	6944.444	0.012	6944.444
4_RTK10	544494.760	152991.553	0.013	5917.160	0.013	5917.160
4_RTK25	544494.758	152991.568	0.005	40000.000	0.005	40000.000
4_RTK100	544494.760	152991.589	0.004	62500.000	0.004	62500.000
4_RTK250	544494.774	152991.576	0.003	111111.111	0.003	111111.111
4_RTK600	544494.774	152991.517	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
4 STATIKA	544494.780	152991.521	0.007	20408.163	0.008	15625.000
4	544494.771	152991.530	0.007		0.007	

TOČKA	E (m)	N (m)	$\sigma_E$ (m)	$pi_E$ (m <sup>2</sup> )	$\sigma_N$ (m)	$pi_N$ (m <sup>2</sup> )
5_1_1	544432.380	153103.781	0.002	250000.000	0.002	250000.000
5_1_2	544432.386	153103.778	0.003	111111.111	0.003	111111.111
5_1_3	544432.377	153103.778	0.002	250000.000	0.002	250000.000
5_2_1	544432.397	153103.786	0.004	62500.000	0.004	62500.000
5_2_2	544432.398	153103.784	0.003	111111.111	0.003	111111.111
5_2_3	544432.399	153103.787	0.003	111111.111	0.003	111111.111
5_3_1	544432.366	153103.769	0.003	111111.111	0.003	111111.111
5_3_2	544432.393	153103.796	0.004	62500.000	0.004	62500.000
5_3_3	544432.372	153103.768	0.003	111111.111	0.003	111111.111
5_2RTK2	544432.386	153103.821	0.013	5917.160	0.013	5917.160
5_2RTK5	544432.379	153103.815	0.009	12345.679	0.009	12345.679
5_2RTK10	544432.375	153103.812	0.005	40000.000	0.005	40000.000
5_2RTK25	544432.374	153103.811	0.004	62500.000	0.004	62500.000
5_2RTK100	544432.389	153103.806	0.002	250000.000	0.002	250000.000
5_2RTK250	544432.390	153103.808	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
5_2RTK600	544432.390	153103.805	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
5_RTK2	544432.386	153103.804	0.009	12345.679	0.009	12345.679
5_RTK5	544432.386	153103.808	0.006	27777.778	0.006	27777.778
5_RTK10	544432.386	153103.802	0.004	62500.000	0.004	62500.000
5_RTK25	544432.384	153103.805	0.002	250000.000	0.002	250000.000

5_RTK100	544432.385	153103.817	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
5_RTK250	544432.393	153103.817	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
5_RTK600	544432.385	153103.807	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
5 STATIKA	544432.387	153103.799	0.003	111111.111	0.003	111111.111
5	544432.387	153103.805	0.004		0.004	

TOČKA	E (m)	N (m)	$\sigma_E$ (m)	$pi_E$ (m <sup>2</sup> )	$\sigma_N$ (m)	$pi_N$ (m <sup>2</sup> )
6_1_1	544307.981	153059.922	0.005	40000.000	0.005	40000.000
6_1_2	544308.007	153059.890	0.004	62500.000	0.004	62500.000
6_1_3	544308.001	153059.911	0.004	62500.000	0.004	62500.000
6_2_1	544307.989	153059.931	0.003	111111.111	0.003	111111.111
6_2_3	544307.980	153059.950	0.004	62500.000	0.004	62500.000
6_3_1	544307.954	153059.928	0.006	27777.778	0.006	27777.778
6_3_2	544307.954	153059.924	0.004	62500.000	0.004	62500.000
6_3_3	544307.947	153059.933	0.006	27777.778	0.006	27777.778
6_RTK2	544308.013	153059.919	0.015	4444.444	0.015	4444.444
6_RTK5	544308.007	153059.932	0.010	10000.000	0.010	10000.000
6_RTK10	544308.005	153059.930	0.006	27777.778	0.006	27777.778
6_RTK25	544308.032	153059.921	0.007	20408.163	0.007	20408.163
6_RTK100	544308.032	153059.913	0.004	62500.000	0.004	62500.000
6_RTK250	544308.006	153059.929	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
6_RTK600	544307.993	153059.926	0.001	1000000.000	0.001	1000000.000
6 STATIKA	544308.000	153059.925	0.007	20408.163	0.007	20408.163
6	544307.998	153059.926	0.005		0.005	

### Priloga C2: izračun približnih koordinat RTV oddajnika

Trikotnik	Točka	E (m)	N (m)
101	1001	544333.924	152966.780
102	1002	544333.926	152966.767
103	1003	544333.892	152966.729
104	1004	544333.909	152966.796
105	1005	544333.931	152966.783
106	1006	544333.919	152966.773
	7	544333,917	152966,771

### Priloga D: Terestrična opazovanja horizontalnih smeri in redukcija girusov

#### Stojišče 1

j	k	I.krožna lega			II.krožna lega			sredina			reducirana sredina			sredina girusov			dj,k	rj,k	rrj,k
		°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''			
1	6	0	0	1	180	0	10	180	0	6	0	0	0	0	0	0	0	-5	25
	7	32	6	14	212	6	8	32	6	11	32	6	5	32	6	14	9	4	16
	2	67	18	47	247	18	47	67	18	47	67	18	41	67	18	48	7	2	4
																	5	1	
2	6	119	59	11	299	59	18	119	59	15	0	0	0	0	0	0	0	2	4
	7	152	5	32	332	5	30	152	5	31	32	6	16				-2	0	0
	2	187	18	2	7	18	9	187	18	6	67	18	50				-2	0	0
																	-2	2	
3	6	239	58	29	59	58	37	239	58	33	0	0	0	0	0	0	0	4	16
	7	272	4	58	92	4	50	272	4	54	32	6	20				-6	-2	4
	2	307	17	22	127	17	30	307	17	26	67	18	52				-4	0	0
																	-4	2	69

s= 4

#### Stojišče 2

j	k	I.krožna lega			II.krožna lega			sredina			reducirana sredina			sredina girusov			dj,k	rj,k	rrj,k
		°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''			
1	1	200	26	48	20	26	48	200	26	48	0	0	0	0	0	0	0	2	4
	7	275	46	4	95	46	22	275	46	13	75	19	24	75	19	18	-6	-4	16
	3	0	0	0	180	0	1	180	0	0	159	33	12	159	33	14	2	4	16
																	-2	2	
2	1	320	25	49	140	25	42	320	25	46	0	0	0				0	-1	1
	7	35	44	57	215	44	58	35	44	58	75	19	11				7	6	36
	3	119	59	3	299	59	3	119	59	3	159	33	17				-3	-4	16
																	1	1	
3	1	79	49	17	259	49	17	79	49	17	0	0	0				0	1	1
	7	155	8	26	335	8	47	155	8	36	75	19	19				-1	0	0
	3	239	22	32	59	22	31	239	22	31	159	33	14				0	1	1
																	-1	2	91

s= 5

Stojišče 3

j	k	I.krožna lega			II.krožna lega			sredina			reducirana sredina			sredina girusov			dj,k	rj,k	rrj,k
		°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''			
1	2	237	20	50	57	20	47	237	20	49	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	7	268	20	44	88	20	51	268	20	48	30	59	58	30	59	55	-3	-2	4
	4	0	0	3	180	0	6	0	0	5	122	39	15	122	39	16	1	2	4
2	2	357	20	31	177	20	35	357	20	33	0	0	0				0	0	0
	7	28	20	25	208	20	26	28	20	26	30	59	52				3	3	9
	4	119	59	51	299	59	50	119	59	51	122	39	17				-1	-1	1
3	2	116	52	18	296	52	23	116	52	21	0	0	0				0	1	1
	7	147	52	14	327	52	17	147	52	16	30	59	55				0	1	1
	4	239	31	36	59	31	39	239	31	38	122	39	17				-1	0	0
																	-1	2	21

s= 2

Stojišče 4

j	k	I.krožna lega			II.krožna lega			sredina			reducirana sredina			sredina girusov			dj,k	rj,k	rrj,k
		°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''			
1	3	15	2	56	195	3	1	15	2	58	0	0	0	0	0	0	0	-2	4
	7	78	21	2	258	20	57	78	21	0	63	18	1	63	18	8	7	5	25
	5	148	2	3	328	2	12	148	2	7	132	59	9	132	59	9	0	-2	4
2	3	227	1	18	47	1	13	227	1	15	0	0	0				2	1	
	7	290	19	9	110	19	5	290	19	7	63	17	51						
	5	0	0	2	180	0	6	0	0	4	132	58	48						
3	3	115	27	15	295	27	23	115	27	19	0	0	0				0	2	4
	7	178	45	35	358	45	33	178	45	34	63	18	15				-7	-5	25
	5	248	26	26	68	26	31	248	26	29	132	59	9				0	2	4
																	-2	-1	66

s= 6

Stojišče 5

j	k	I.krožna lega			II.krožna lega			sredina			reducirana sredina			sredina girusov			dj,k	rj,k	rrj,k
		°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''			
1	4	260	21	51	80	22	3	260	21	57	0	0	0	0	0	0	0	-2	4
	7	325	7	50	145	7	50	325	7	50	64	45	53	64	45	56	3	1	1
	6	0	0	1	180	0	5	0	0	3	99	38	5	99	38	10	5	3	9
2	4	20	23	3	200	23	7	20	23	5	0	0	0				2	2	
	7	85	9	1	265	9	1	85	9	1	64	45	55				0	1	1
	6	120	1	18	300	1	19	120	1	19	99	38	14				1	2	4
3	4	139	52	53	319	52	54	139	52	53	0	0	0				-4	-3	9
	7	204	38	53	24	38	53	204	38	53	64	45	59				0	2	4
	6	239	31	4	59	31	6	239	31	5	99	38	11				-3	-1	1
																-1	0		
																-2	2	34	

s= 3

Stojišče 6

j	k	I.krožna lega			II.krožna lega			sredina			reducirana sredina			sredina girusov			dj,k	rj,k	rrj,k
		°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''	°	'	''			
1	5	222	8	42	42	8	47	222	8	44	0	0	0	0	0	0	0	-4	16
	7	316	0	56	136	0	59	316	0	57	93	52	13	93	52	21	8	4	16
	1	0	0	1	180	0	2	0	0	1	137	51	17	137	51	21	4	0	0
2	5	324	22	14	144	22	17	324	22	15	0	0	0				4	0	
	7	58	14	47	238	14	36	58	14	42	93	52	26				0	4	16
	1	102	13	41	282	13	45	102	13	43	137	51	27				-5	-1	1
3	5	94	45	47	274	45	51	94	45	49	0	0	0				-6	-2	4
	7	188	38	16	8	38	14	188	38	15	93	52	25				-4	-3	9
	1	232	37	9	52	37	9	232	37	9	137	51	19				-4	0	
																0	1	0	
																-1	0	71	

s= 4

### Priloga E: Redukcija dolžin

Dolžina: 1_6							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
				D=		177.1186	
km=	1.000032					Sr=	177.11858334
t=	13	°C				Sp=	177.11543409
p=	894	hPa				Sk=	177.11538861
				D=		177.1186	
i=	1.637	m					
l=	1.594	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	177.113	m					
z'=	1.64422	rad		ε=	-0.0000120499817		
R=	6374000	m		Sm=	176.63832425		
k=	0.13			Hm=	1100.4640		
Ha=	1106.931	m		S <sub>0</sub> =	176.60783310		
Hb=	1093.997	m		S=	176.60783311		
Y <sub>m</sub> =	-44.27	km		S <sub>TM</sub> =	176.594	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 6_1							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
				D=		177.1056	
km=	1.000032					Sr=	177.10563865
t=	14	°C				Sp=	177.11290787
p=	896	hPa				Sk=	177.11286147
				D=		177.1056	
i=	1.67	m					
l=	1.57	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	177.1	m					
z'=	1.49832	rad		ε=	-0.0000120507720		
R=	6374000	m		Sm=	176.64775930		
k=	0.13			Hm=	1100.4640		
Ha=	1093.997	m		S <sub>0</sub> =	176.61726652		
Hb=	1106.931	m		S=	176.61726653		
Y <sub>m</sub> =	-44.27	km		S <sub>TM</sub> =	176.604	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						



Dolžina: 1_2							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr= 122.76486994	
km=	1.000032					Sp= 122.75782350	
t=	13	°C					Sk= 122.75779198
p=	894	hPa					
				D= 122.7649			
i=	1.637	m					
l=	1.552	m					
				c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	122.761	m					
z'=	1.65414	rad	ε=	-0.0000083443066			
R=	6374000	m	Sm=	122.33181879			
k=	0.13		Hm=	1101.8515			
Ha=	1106.931	m	S <sub>0</sub> =	122.31067537			
Hb=	1096.772	m	S=	122.31067537			
Y <sub>m</sub> =	-44.28	km	S <sub>TM</sub> =	122.301		m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 2_1							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr= 122.75283509	
km=	1.000031					Sp= 122.75661993	
t=	13	°C					Sk= 122.75658893
p=	895	hPa					
				D= 122.7528			
i=	1.61	m					
l=	1.564	m					
				c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	122.749	m					
z'=	1.48861	rad	ε=	-0.0000083451434			
R=	6374000	m	Sm=	122.34215995			
k=	0.13		Hm=	1101.8515			
Ha=	1096.772	m	S <sub>0</sub> =	122.32101474			
Hb=	1106.931	m	S=	122.32101474			
Y <sub>m</sub> =	-44.28	km	S <sub>TM</sub> =	122.312		m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 2_3							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr=	132.42813737
km=	1.000031					Sp=	132.42767869
t=	13	°C				Sk=	132.42764524
p=	895	hPa					
				D=	132.4281		
i=	1.61	m					
l=	1.6	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	132.424	m					
z'=	1.61672	rad		ε=	-0.0000090267058		
R=	6374000	m		Sm=	132.28809367		
k=	0.13			Hm=	1093.7555		
Ha=	1096.772	m		S <sub>0</sub> =	132.26539740		
Hb=	1090.739	m		S=	132.26539741		
Y <sub>m</sub> =	-44.41	km		S <sub>TM</sub> =	132.255	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 3_2							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr=	132.42821622
km=	1.000032					Sp=	132.42798718
t=	14	°C				Sk=	132.42795352
p=	896	hPa					
				D=	132.4282		
i=	1.62	m					
l=	1.625	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	132.424	m					
z'=	1.52495	rad		ε=	-0.0000090267637		
R=	6374000	m		Sm=	132.28876313		
k=	0.13			Hm=	1093.7555		
Ha=	1090.739	m		S <sub>0</sub> =	132.26606675		
Hb=	1096.772	m		S=	132.26606675		
Y <sub>m</sub> =	-44.41	km		S <sub>TM</sub> =	132.256	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 3_4							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
				D=		Sr= 68.95519538	
km=	1.000032					Sp= 68.95511190	
t=	14	°C				Sk= 68.95509437	
p=	896	hPa					
				D=		68.9552	
i=	1.62	m					
l=	1.614	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	68.953	m					
z'=	1.58475	rad		ε=	-0.0000047053824		
R=	6374000	m		Sm=	68.94838210		
k=	0.13			Hm=	1090.2580		
Ha=	1090.739	m		S <sub>0</sub> =	68.93659066		
Hb=	1089.777	m		S=	68.93659066		
Y <sub>m</sub> =	-44.48	km		S <sub>TM</sub> =	68.931	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 4_3							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
				D=		Sr= 68.95531497	
km=	1.000034					Sp= 68.95565705	
t=	16	°C				Sk= 68.95563947	
p=	896	hPa					
				D=		68.9553	
i=	1.625	m					
l=	1.6	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	68.953	m					
z'=	1.55729	rad		ε=	-0.0000047054535		
R=	6374000	m		Sm=	68.94934968		
k=	0.13			Hm=	1090.2580		
Ha=	1089.777	m		S <sub>0</sub> =	68.93755807		
Hb=	1090.739	m		S=	68.93755807		
Y <sub>m</sub> =	-44.48	km		S <sub>GKM</sub> =	68.932	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžin: 4_5							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr= 128.47231308	
km=	1.000034					Sp= 128.47291143	
t=	16	°C					Sk= 128.47287867
p=	896	hPa					
				D= 128.4723			
i=	1.625	m					
l=	1.75	m					
				c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	128.468	m					
z'=	1.57510	rad	ε=	-0.0000087676668			
R=	6374000	m	Sm=	128.47169562			
k=	0.13		Hm=	1089.4270			
Ha=	1089.777	m	S <sub>0</sub> =	128.44974133			
Hb=	1089.077	m	S=	128.44974134			
Y <sub>m</sub> =	-44.46	km	S <sub>TM</sub> =	128.440		m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžin: 5_4							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr= 128.47309030	
km=	1.000032					Sp= 128.47314472	
t=	14	°C					Sk= 128.47310924
p=	896	hPa					
				D= 128.4731			
i=	1.76	m					
l=	1.747	m					
				c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	128.469	m					
z'=	1.56666	rad	ε=	-0.0000087676896			
R=	6374000	m	Sm=	128.47200601			
k=	0.13		Hm=	1089.4270			
Ha=	1089.077	m	S <sub>0</sub> =	128.45005167			
Hb=	1089.777	m	S=	128.45005167			
Y <sub>m</sub> =	-44.46	km	S <sub>TM</sub> =	128.440		m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 5_6							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr=	132.03520371
km=	1.000032					Sp=	132.04067603
t=	14	°C				Sk=	132.04063958
p=	896	hPa					
				D=	132.0352		
i=	1.76	m					
l=	1.614	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	132.031	m					
z'=	1.53386	rad		ε=	-0.0000090041801		
R=	6374000	m		Sm=	131.95052696		
k=	0.13			Hm=	1091.5370		
Ha=	1089.077	m		S <sub>0</sub> =	131.92793452		
Hb=	1093.997	m		S=	131.92793452		
Y <sub>m</sub> =	-44.37	km		S <sub>TM</sub> =	131.918	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

Dolžina: 6_5							
Podatki:							
				a.) Meteorološki popravki:		b.) geometrični popravki:	
						Sr=	132.03920384
km=	1.000032					Sp=	132.03590914
t=	14	°C				Sk=	132.03587454
p=	896	hPa					
				D=	132.0392		
i=	1.67	m					
l=	1.582	m		c.) Projekcijski popravki:			
D <sub>0</sub> '=	132.035	m					
z'=	1.60858	rad		ε=	-0.0000090035288		
R=	6374000	m		Sm=	131.94169374		
k=	0.13			Hm=	1091.5370		
Ha=	1093.997	m		S <sub>0</sub> =	131.91910281		
Hb=	1089.077	m		S=	131.91910281		
Y <sub>m</sub> =	-44.37	km		S <sub>TM</sub> =	131.909	m	
A=	287.6155						
B=	1.62887						
C=	0.0136						

## Priloga F: Izravnava mreže

### Prosta mreža

Izravnava ravninske GEodetske Mreže

Program: GEM4, ver.4.0, oktober 2005

Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk & Zvonimir Jamšek

Datum : 2.2.2011

Cas : 11:18

Ime datoteke s podatki: IZR.pod  
Ime datoteke za rezultate: IZR.gem  
Ime datoteke z obvestili programa: IZR.obv  
Ime datoteke za risanje slike mreže: IZR.ris  
Ime datoteke za izracun premikov: IZR.koo  
Ime datoteke z utežmi: IZR.ute  
Ime datoteke za S-transformacijo: IZR.str  
Ime datoteke za ProTra: IZR.ptr  
Ime datoteke za izpis kovariančne matrike: IZR.SII  
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Hannover): IZR.dah  
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Ašanin): IZR.daa  
Ime datoteke za lastne vrednosti : IZR.svd  
Ime datoteke za kvadrate popravkov opazovanj: IZR.pvv

### Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk

=====

Točka	Y (m)	X (m)
1	544223.9110	152904.6290
2	544345.6180	152892.3830
3	544473.5430	152925.9460
4	544494.7710	152991.5300
5	544432.3870	153103.8050
6	544307.9980	153059.9260
7	544333.9170	152966.7710

Vseh novih točk je : 7

Pregled opazovanih smeri

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer	W	Utež	Gr
		(stopinje)	(")			
1	1	6	0 0 0	0.000	1.00	1
2	1	7	32 6 14	0.000	1.00	1
3	1	2	67 18 48	0.000	1.00	1
4	2	1	0 0 0	0.000	1.00	1
5	2	7	75 19 18	0.000	1.00	1
6	2	3	159 33 14	0.000	1.00	1
7	3	2	0 0 0	0.000	1.00	1
8	3	7	30 59 55	0.000	1.00	1
9	3	4	122 39 16	0.000	1.00	1
10	4	3	0 0 0	0.000	1.00	1
11	4	7	63 18 8	0.000	1.00	1
12	4	5	132 59 9	0.000	1.00	1
13	5	4	0 0 0	0.000	1.00	1
14	5	7	64 45 56	0.000	1.00	1
15	5	6	99 38 10	0.000	1.00	1
16	6	5	0 0 0	0.000	1.00	1
17	6	7	93 52 21	0.000	1.00	1
18	6	1	137 51 21	0.000	1.00	1

Pregled opazovanih dolžin

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Dolžina	Du	Utež
19	1	6	176.5940	0.0000	1.00
20	1	2	122.3010	0.0000	1.00
21	2	1	122.3120	0.0000	1.00
22	2	3	132.2550	0.0000	1.00
23	3	2	132.2560	0.0000	1.00
24	3	4	68.9310	0.0000	1.00
25	4	3	68.9320	0.0000	1.00
26	4	5	128.4400	0.0000	1.00
27	5	4	128.4400	0.0000	1.00
28	5	6	131.9180	0.0000	1.00

29	6	5	131.9090	0.0000	1.00
30	6	1	176.6040	0.0000	1.00

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 3.00 sekund.

Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 4.000 mm.

Enačbe POPRAVKOV opazovanj za smeri

```
=====
```

	(Točka)		(Točka)		(Točka)			
Štev. opaz.	Koef. _X	Koef. _Y	Koef. _X	Koef. _Y	Orientacij. neznanka	Prosti člen	Utež	
1	(1 )	(6 )	(1 )					
	-1027.08	556.12	1027.08	-556.12	-1.0	1.158	0.11111	
2	(1 )	(7 )	(1 )					
	-802.97	1421.44	802.97	-1421.44	-1.0	2.669	0.11111	
3	(1 )	(2 )	(1 )					
	168.82	1677.78	-168.82	-1677.78	-1.0	-3.827	0.11111	
4	(2 )	(1 )	(2 )					
	-168.82	-1677.78	168.82	1677.78	-1.0	8.622	0.11111	
5	(2 )	(7 )	(2 )					
	-2705.87	-425.63	2705.87	425.63	-1.0	-14.985	0.11111	
6	(2 )	(3 )	(2 )					
	-395.79	1508.55	395.79	-1508.55	-1.0	6.363	0.11111	
7	(3 )	(2 )	(3 )					
	395.79	-1508.55	-395.79	1508.55	-1.0	20.531	0.11111	
8	(3 )	(7 )	(3 )					
	-397.92	-1360.92	397.92	1360.92	-1.0	23.185	0.11111	
9	(3 )	(4 )	(3 )					
	-2846.80	921.44	2846.80	-921.44	-1.0	-43.716	0.11111	
10	(4 )	(3 )	(4 )					
	2846.80	-921.44	-2846.80	921.44	-1.0	-38.778	0.11111	

```
=====
```



11 (4 ) (7 ) (4 )  
 192.81 -1252.63 -192.81 1252.63 -1.0 3.741 0.11111

-----  
 12 (4 ) (5 ) (4 )  
 -1403.76 -779.98 1403.76 779.98 -1.0 35.037 0.11111

-----  
 13 (5 ) (4 ) (5 )  
 1403.76 779.98 -1403.76 -779.98 -1.0 18.906 0.11111

-----  
 14 (5 ) (7 ) (5 )  
 992.65 -713.30 -992.65 713.30 -1.0 -6.811 0.11111

-----  
 15 (5 ) (6 ) (5 )  
 520.21 -1474.71 -520.21 1474.71 -1.0 -12.094 0.11111

-----  
 16 (6 ) (5 ) (6 )  
 -520.21 1474.71 520.21 -1474.71 -1.0 -21.834 0.11111

-----  
 17 (6 ) (7 ) (6 )  
 2055.11 571.81 -2055.11 -571.81 -1.0 12.994 0.11111

-----  
 18 (6 ) (1 ) (6 )  
 1027.08 -556.12 -1027.08 556.12 -1.0 8.840 0.11111

Enacbe POPRAVKOV opazovanj za dolžine

=====

	(Tocka)		(Tocka)		(Tocka)			
Štev. opaz.	Koef. _X	Koef. _Y	Koef. _X	Koef. _Y	Multi. nez.	Adic. nez.	Prosti clen	Utež
19	(1 )	(6 )	(1 )					
	-0.476142	-0.879368	0.476142	0.879368			0.007	62500
20	(1 )	(2 )	(1 )					
	-0.994976	0.100113	0.994976	-0.100113			0.021	62500
21	(2 )	(1 )	(2 )					
	0.994976	-0.100113	-0.994976	0.100113			0.010	62500
22	(2 )	(3 )	(2 )					
	-0.967263	-0.253776	0.967263	0.253776			0.000	62500

23	(3 )	(2 )	(3 )	0.967263	0.253776	-0.967263	-0.253776	-0.001	62500
24	(3 )	(4 )	(3 )	-0.307947	-0.951404	0.307947	0.951404	0.003	62500
25	(4 )	(3 )	(4 )	0.307947	0.951404	-0.307947	-0.951404	0.002	62500
26	(4 )	(5 )	(4 )	0.485696	-0.874128	-0.485696	0.874128	0.002	62500
27	(5 )	(4 )	(5 )	-0.485696	0.874128	0.485696	-0.874128	0.002	62500
28	(5 )	(6 )	(5 )	0.943045	0.332665	-0.943045	-0.332665	-0.017	62500
29	(6 )	(5 )	(6 )	-0.943045	-0.332665	0.943045	0.332665	-0.008	62500
30	(6 )	(1 )	(6 )	0.476142	0.879368	-0.476142	-0.879368	-0.003	62500

Število enacb popravkov je 30  
 - Število enacb popravkov za smeri je 18  
 - Število enacb popravkov za dolžine je 12  
 Število neznank je 20  
 - Število koordinatnih neznank je 14  
 - Število orientacijskih neznank je 6  
 Defekt mreže je 3  
 Število nadštevilnih opazovanj je 13

#### POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Izravnava je izracunana klasicno z normalnimi enacbami.

Tocka	Dy	Dx	Do
	(m)	(m)	(")
1	0.005	-0.004	-14.5
2	-0.007	0.003	-0.5
3	-0.005	0.008	16.3

4	0.012	-0.002	18.0
5	0.004	-0.008	5.1
6	-0.009	-0.001	-5.9
7	-0.001	0.004	

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

```
=====
```

Točka	Y	X	My	Mx	Mp	a	b	Theta
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(st.)
1	544223.916	152904.625	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	72
2	544345.611	152892.386	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	35
3	544473.538	152925.954	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	48
4	544494.783	152991.528	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	49
5	544432.391	153103.797	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	20
6	544307.989	153059.925	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	161
7	544333.916	152966.775	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	175

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 1.17149.

[pvv] = 17.8411895938

[xx] vseh neznank = 861.6639771886

[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0005166534

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m\_arit/ je 0.00135.

Srednji pogrešek smeri /m0\*m0\_smeri/ je 3.5145 sekund.

Srednji pogrešek dolžin /m0\*m0\_dolžin/ je 0.005 metrov.

Največji položajni pogrešek /Mp\_max/ je 0.002 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp\_min/ je 0.002 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp\_sred/ je 0.002 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI

```
=====
```

Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Nova točka: 1 Y = 544223.916 X = 152904.625

Orientacijski kot = 28 25 46

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
6	1	1.00	0 0 0	28 25 46	28 25 45	-1	176.597
7	1	1.00	32 6 14	60 31 60	60 32 0	0	126.343
2	1	1.00	67 18 48	95 44 34	95 44 34	0	122.309

Nova točka: 2      Y = 544345.611   X = 152892.386

Orientacijski kot = 275 44 35

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
1	1	1.00	0 0 0	275 44 35	275 44 34	-1	122.309
7	1	1.00	75 19 18	351 3 53	351 3 54	0	75.302
3	1	1.00	159 33 14	75 17 49	75 17 50	1	132.257

Nova točka: 3      Y = 544473.538   X = 152925.954

Orientacijski kot = 255 17 52

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
2	1	1.00	0 0 0	255 17 52	255 17 50	-2	132.257
7	1	1.00	30 59 55	286 17 47	286 17 50	3	145.467
4	1	1.00	122 39 16	17 57 8	17 57 7	-1	68.930

Nova točka: 4      Y = 544494.783   X = 152991.528

Orientacijski kot = 197 57 5

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
3	1	1.00	0 0 0	197 57 5	197 57 7	2	68.930
7	1	1.00	63 18 8	261 15 13	261 15 9	-4	162.761
5	1	1.00	132 59 9	330 56 14	330 56 16	2	128.442

Nova točka: 5      Y = 544432.391   X = 153103.797

Orientacijski kot = 150 56 17

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
4	1	1.00	0 0 0	150 56 17	150 56 16	-1	128.442
7	1	1.00	64 45 56	215 42 13	215 42 15	2	168.738
6	1	1.00	99 38 10	250 34 27	250 34 26	-1	131.912

Nova točka: 6      Y = 544307.989   X = 153059.925

Orientacijski kot = 70 34 26

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
5	1	1.00	0 0 0	70 34 26	70 34 26	1	131.912
7	1	1.00	93 52 21	164 26 47	164 26 47	1	96.691
1	1	1.00	137 51 21	208 25 47	208 25 45	-1	176.597

PREGLED merjenih DOLŽIN

=====

Multiplikacijska konstanta ni bila izračunana (= 1).

Adicijska konstanta ni bila izračunana (= 0 metra).

Od tocke	Do tocke	Utež dolž	Merjena dolžina	Modulirana 'Mer.*Mk+Ak	Definitivna Proj.-Du	Popravek Mod.dolž.	Projekcij. iz koo.
1	6	1.00	176.594	176.594	176.597	0.003	176.597
1	2	1.00	122.301	122.301	122.309	0.008	122.309
2	1	1.00	122.312	122.312	122.309	-0.003	122.309
2	3	1.00	132.255	132.255	132.257	0.002	132.257
3	2	1.00	132.256	132.256	132.257	0.001	132.257
3	4	1.00	68.931	68.931	68.930	-0.001	68.930
4	3	1.00	68.932	68.932	68.930	-0.002	68.930
4	5	1.00	128.440	128.440	128.442	0.002	128.442
5	4	1.00	128.440	128.440	128.442	0.002	128.442
5	6	1.00	131.918	131.918	131.912	-0.006	131.912
6	5	1.00	131.909	131.909	131.912	0.003	131.912
6	1	1.00	176.604	176.604	176.597	-0.007	176.597

## Vpeta mreža

Izravnava ravninske GEodetske Mreže

Program: GEM4, ver.4.0, oktober 2005

Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk & Zvonimir Jamšek

Datum : 2.2.2011

Cas : 11:25

Ime datoteke s podatki: IZR vpeta.pod  
Ime datoteke za rezultate: IZR vpeta.gem  
Ime datoteke z obvestili programa: IZR vpeta.obv  
Ime datoteke za risanje slike mreže: IZR vpeta.ris  
Ime datoteke za izracun premikov: IZR vpeta.koo  
Ime datoteke z utežmi: IZR vpeta.ute  
Ime datoteke za S-transformacijo: IZR vpeta.str  
Ime datoteke za ProTra: IZR vpeta.ptr  
Ime datoteke za izpis kovariančne matrike: IZR vpeta.Sll  
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Hannover): IZR vpeta.dah  
Ime datoteke za deformacijsko analizo (Ašanin): IZR vpeta.daa  
Ime datoteke za lastne vrednosti : IZR vpeta.svd  
Ime datoteke za kvadrate popravkov opazovanj: IZR vpeta.pvv

Seznam koordinat DANIH tock

=====

Tocka	Y (m)	X (m)
1	544223.9160	152904.6290
2	544345.6110	152892.3860
3	544473.5380	152925.9540
4	544494.7830	152991.5280
5	544432.3910	153103.7970
6	544307.9890	153059.9250

Vseh danih tock je : 6

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih tock

=====

Tocka	Y (m)	X (m)
7	544333.9170	152966.7710

Vseh novih tock je : 1

Pregled opazovanih smeri

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer	W	Utež	Gr
		(stopinje)	(")			
1	1	6	0 0 0	0.000	1.00	1
2	1	7	32 6 14	0.000	1.00	1
3	1	2	67 18 48	0.000	1.00	1
4	2	1	0 0 0	0.000	1.00	1
5	2	7	75 19 18	0.000	1.00	1
6	2	3	159 33 14	0.000	1.00	1
7	3	2	0 0 0	0.000	1.00	1
8	3	7	30 59 55	0.000	1.00	1
9	3	4	122 39 16	0.000	1.00	1
10	4	3	0 0 0	0.000	1.00	1
11	4	7	63 18 8	0.000	1.00	1
12	4	5	132 59 9	0.000	1.00	1

```

13 5 4 0 0 0 0.000 1.00 1
14 5 7 64 45 56 0.000 1.00 1
15 5 6 99 38 10 0.000 1.00 1

16 6 5 0 0 0 0.000 1.00 1
17 6 7 93 52 21 0.000 1.00 1
18 6 1 137 51 21 0.000 1.00 1
    
```

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 3.00 sekund.

Enačbe POPRAVKOV opazovanj za smeri

```

=====
          (Tocka)      (Tocka)      (Tocka)
Štev. Koef. Koef. Koef. Koef. Orientacij. Prosti Utež
opaz.  _X   _Y   _X   _Y   neznanka  clen
-----
1 (1   )   (6   ) (1   )
                    -1.0  -5.716 0.11111
-----
2 (1   )   (7   ) (1   )
                    803.02 -1421.47 -1.0  5.603 0.11111
-----
3 (1   )   (2   ) (1   )
                    -1.0   0.114 0.11111
-----
4 (2   )   (1   ) (2   )
                    -1.0   2.978 0.11111
-----
5 (2   )   (7   ) (2   )
                    2706.06 425.42 -1.0  0.045 0.11111
-----
6 (2   )   (3   ) (2   )
                    -1.0  -3.023 0.11111
-----
7 (3   )   (2   ) (3   )
                    -1.0  -0.209 0.11111
-----
8 (3   )   (7   ) (3   )
                    397.88 1361.00 -1.0  0.299 0.11111
-----
9 (3   )   (4   ) (3   )
    
```

-1.0 -0.090 0.11111

-----  
10 (4 ) (3 ) (4 )

-1.0 3.328 0.11111

-----  
11 (4 ) (7 ) (4 )

-192.77 1252.55 -1.0 -6.948 0.11111

-----  
12 (4 ) (5 ) (4 )

-1.0 3.620 0.11111

-----  
13 (5 ) (4 ) (5 )

-1.0 -0.622 0.11111

-----  
14 (5 ) (7 ) (5 )

-992.64 713.36 -1.0 -0.751 0.11111

-----  
15 (5 ) (6 ) (5 )

-1.0 1.373 0.11111

-----  
16 (6 ) (5 ) (6 )

-1.0 0.519 0.11111

-----  
17 (6 ) (7 ) (6 )

-2055.03 -571.99 -1.0 -0.805 0.11111

-----  
18 (6 ) (1 ) (6 )

-1.0 0.285 0.11111

-----  
Število enacb popravkov je 18

- Število enacb popravkov za smeri je 18

- Število enacb popravkov za dolžine je 0

Število neznank je 8

- Število koordinatnih neznank je 2

- Število orientacijskih neznank je 6

Število nadštevilnih opazovanj je 10



POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Izravnava je izračunana klasično z normalnimi enačbami.

Točka	Dy	Dx	Do
	(m)	(m)	(")
7	-0.001	0.004	
1			-2.2
2			-0.5
3			1.6
4			1.7
5			1.3
6			0.1

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y	X	My	Mx	Mp	a	b	Theta
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(st.)
7	544333.916	152966.775	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	174

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.96821.

[pvv] = 9.3742246078

[xx] vseh neznank = 12.3569652411

[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0000168456

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m\_arit/ je 0.68462.

Srednji pogrešek smeri /m0\*m0\_smeri/ je 2.9046 sekund.

Največji položajni pogrešek /Mp\_max/ je 0.002 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp\_min/ je 0.002 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp\_sred/ je 0.002 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI

=====

Smerni koti in dolžine so izračunani iz nezaokroženih koordinat.

Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Dana točka: 1 Y = 544223.916 X = 152904.629

Orientacijski kot = 28 25 51

Vizura	Gr	Utež	Opazov.smer	Orient.smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
6	1	1.00	0 0 0	28 25 51	28 25 48	-4	176.593
7	1	1.00	32 6 14	60 32 5	60 32 6	1	126.341
2	1	1.00	67 18 48	95 44 39	95 44 41	2	122.309

