

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*



Visokošolski program geodezija,  
Smer Geodezija v inženirstvu

Kandidat:  
**Igor Špacapan**

# **Vzpostavitev koordinatne osnove cestnega odseka Zali log - Davča**

**Diplomska naloga št.: 212**

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

**Somentor:**  
izr. prof. dr. Tomaž Ambrožič

Ljubljana, 7. 7. 2006

## **STRAN ZA POPRAVKE**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Igor Špacapan izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:»**Vzpostavitev koordinatne osnove cestnega odseka Zali log - Davča**».

Ljubljana, 04.07.2006

---

(podpis)

## **BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN**

<b>UDK:</b>	<b>528.28 (043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Igor Špacapan</b>
<b>Mentor:</b>	<b>izr. prof. dr. Bojan Stopar, doc. dr. Tomaž Ambrožič</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Vzpostavitev koordinatne osnove cestnega odseka Zali log - Davča</b>
<b>Obseg in oprema</b>	<b>53 str., 5 pregl., 12 sl., 35 en.</b>
<b>Ključne besede</b>	<b>Projekt GPS mreže, Statična GPS izmera, izravnava GPS mreže, transformacija med globalnimi in lokalnimi koordinatnimi sistemi, projekt poligonske mreže, izmera priklepnega poligona, izravnava poligonske mreže</b>

### **Izвлеček**

Cilj diplomske naloge je bilo določiti položaj navezovalnih točk, ki so kasneje služile za izmero poligonske mreže na cestnem odseku Zali log-Davča. Pri prvem pregledu terena smo namreč ugotovili, da je vsa obstoječa geodetska mreža na tem območju neuporabna. Nekatere točke so bile uničene, večina pa je bila popolnoma zaraščenih z gosto vegetacijo. Zato smo se odločili, da bomo določili položajne koordinate točkam, potrebnih za navezavo poligona, s pomočjo GPS tehnologije.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

- UDC:** 528.28 (043.2)
- Author:** Igor Špacapan
- Supervisor, cosupervisor:** Assoc. Prof. dr. Bojan Stopar, Assist. dr. Tomaž Ambrožič
- Title:** Definition of coordinate base on the road section Zali log – Davča
- Obseg in oprema:** 53 p., 10 tab., 12 fig., 35 eq.
- Key words:** Gps network project, Gps static method, Gps network adjustment, Transformation between global and local coordinate systems, Poligon network project, Poligon network survey, Poligon network adjustment

### **Abstract**

Define a position of leaning points was an aim of this thesis. Those points were afterwards used for poligon surveying on the road section Zali log-Davča. At first preview on the field we came to the conclusion, that any of the known geodetic point can not be used. Some of them were destroyed but most of them were grown over by bush and other vegetation. Therefore we decided to define coordinates of new geodetic points with GPS technology. Those points were afterwards used to lean a terrestrial poligon.

## KAZALO VSEBINE

### 1 UVOD1

<b>2 SATELITSKA GEODEZIJA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Splošno o GPS (Global Positioning System)</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Koordinatni sistemi pomembni za GPS</b> .....	<b>4</b>
2.2.1 Terestrični koordinatni sistem.....	4
2.2.2 ITRS koordinatni sistem.....	5
2.2.3 WGS-84 koordinatni sistem.....	5
2.2.4 ETRS89 koordinatni sistem.....	6
<b>2.3 Vplivi na GPS opazovanja</b> .....	<b>6</b>
2.3.1 Natančnost tirnic.....	7
2.3.2 Efemeride GPS sistemov.....	7
2.3.3 Troposferska refrakcija.....	8
2.3.4 Ionosferska refrakcija.....	9
2.3.5 Vplivi na GPS opazovanja z izvorom v njegovi okolici.....	9
<b>2.4 Geodetska GPS izmera</b> .....	<b>11</b>
2.4.1 Statična GPS izmera.....	11
2.4.2 Hitra statična GPS izmera.....	11
2.4.3 Kinematična GPS izmera.....	11
2.4.4 RTK GPS izmera.....	12
<b>2.5. Projekt geodetske GPS mreže</b> .....	<b>12</b>
2.5.1 Izbira točk v državnem in terestričnem koordinatnem sistemu.....	14
2.5.2 Izbira položajev novih točk v GPS mreži.....	15
2.5.3 Potrebno število serij izmere GPS mreže.....	16
2.5.4 Izbira vektorjev v GPS mreži.....	18
<b>2.6. Izvedba GPS izmere</b> .....	<b>19</b>
<b>2.7. Obdelava GPS opazovanj</b> .....	<b>22</b>
2.7.1 Prenos in pregled podatkov prenesenih iz GPS sprejemnika v računalnik.....	22
2.7.2 Pridobivanje podatkov o preciznih efemeridah.....	23
2.7.3 Obdelava baznih vektorjev.....	23
2.7.4 Izravnava GPS mreže in ocena natančnosti izravnave.....	26

---

<b>2.8. Transformacije koordinatnih sistemov</b> .....	<b>28</b>
2.8.1 Preračun med elipsoidnimi in pravokotnimi koordinatami.....	28
2.8.2 Metode transformacij koordinatnih sistemov.....	29
2.8.3 Podobnostna transformacija v trirazsežnem prostoru.....	30
2.8.4 Izravnava in ocena rezultatov transformacije.....	32
<b>3 KLASIČNA TERESTRIČNA GEODEZIJA</b> .....	<b>35</b>
<b>3.1 Planiranje izmere poligona</b> .....	<b>35</b>
3.1.1 Rekognosciranje terena.....	36
3.1.2 Izbira točk v državnem koordinatnem sistemu.....	37
3.1.3 Stabilizacija novih poligonskih točk.....	37
<b>3.2 Izmera poligona</b> .....	<b>38</b>
3.2.1 Merjenje horizontalnih kotov.....	38
3.2.2 Merjenje dolžin.....	40
3.2.2 Inštrumentarij.....	41
<b>3.3 Obdelava izmere poligona</b> .....	<b>43</b>
3.3.1 Reduciranje poševno merjenih dolžin.....	43
3.3.2 Izravnava poligona in ocena rezultatov izravnave.....	44
3.3.2.1 Izravnava po metodi najmanjših kvadratov.....	46
3.3.2.2 Ocena rezultatov izravnave.....	48
<b>4. ZAKLJUČEK</b> .....	<b>50</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>53</b>
<b>VIRI</b> .....	<b>53</b>
<b>PRILOGE</b> .....	<b>54</b>
<b>Priloga A: Rezultat obdelave baznih vektorjev</b>	
<b>Priloga B: Popravki opazovanj <math>v_i</math> izravnave mreže</b>	
<b>Priloga c: vrednosti referenčne variance a-posteriori <math>\hat{\sigma}_0^2</math> povezano s <math>\chi^2</math> testom</b>	
<b>Priloga D: vrednosti referenčne variance a-posteriori <math>\hat{\sigma}_0^2</math> povezano s <math>\tau</math> testom</b>	
<b>Priloga E: Izravnava in ocena rezultatov izravnave transformacije</b>	
<b>Priloga F: Vhodni podatki izravnave poligonske mreže</b>	

## **Priloga G: Rezultati izravnave poligonske mreže**



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Oznake in koordinate danih točk v obeh sistemih.....	14
Preglednica 2: Serije GPS izmere.....	17
Preglednica 3: Tehnični podatki inštrumenta Leica TC703 .....	41
Preglednica 4: Vrednosti koordinat točke P32.....	50
Preglednica 5: Ocena natančnosti določitve koordinate novih poligonskih točk v različnih primerih izravnave.....	50

## KAZALO SLIK

Slika 1: Možnost pojava večpotja (angl: multipath).....	10
Slika 2: Prikaz izbire geodetskih točk z danimi koordinatami v obeh sistemih na avtokarti Slovenije, merilo 1:350 000, 1982.....	15
Slika 3: Prikaz izbire položajev novih točk na karti Atlasu Slovenije, merilo 1:50 000, 1992.....	16
Slika 4: Prikaz izbire položajev novih GPS točk.....	19
Slika 5: Terenski zapisnik GPS izmere.....	21
Slika 6: Elipsoidne in pravokotne koordinate na rotacijskem elipsoidu.....	29
Slika 7: G in CT koordinatni sistem.....	31
Slika 8: Poligonski vlak.....	35
Slika 9: Prikaz območja poligona na Atlasu Slovenije, merilo 1:50 000, 1992.....	36
Slika 10: vrsta stabilizacije poligonske točke.....	38
Slika 11: Girusna metoda.....	40
Slika 12: Skica poligona.....	45

## 1. UVOD

Geodetska mreža je bila v preteklosti razvita za celotno območje Republike Slovenije. V urbanih delih Slovenije se je geodetska mreža po potrebi zgoščevala, v primeru uničenja zaradi različnih dejavnikov, pa se je tudi obnavljala. Na ruralnem delu države pa se mreža zaradi redkosti uporabe ni zgoščevala ali obnavljala. To v praksi pomeni, da so se stare trigonometrične točke le redko uporabljale, s časoma so se uničile, ali pa so vizure med temi točkami postale neuporabne zaradi gostih vegetacij. Tako so te točke postale neuporabne. Na takih območjih so se v preteklosti uporabljali predvsem lokalni koordinatni sistemi, katerih največja pomanjkljivost je, nezmožnost vzpostavitve predhodne geodetske izmere v tedanje stanje v primeru, ko so se vse navezovalne točke uničile. Še večja neuporabnost stare državne geodetske mreže pride do izraza v hribovitem delu Slovenije. Na teh območjih so, zaradi močno razgibane konfiguracije terena, mreže razvijali samo po glavnih vrhovih hribov.

Z razvojem računalniške informatike, se je potreba po arhiviranju numeričnih podatkov geodetskih izmer v zemljiškem katastru še povečala in postala pogoj za samo izmero. K sreči pa ni zaostal niti razvoj geodetske tehnologije določanja položaja točk. Tako je bil razvit, najprej za potrebe ameriške vojske in kasneje tudi za potrebe v civilne namene, GPS sistem določanja koordinat točk. GPS sistem temelji na globalnem koordinatnem sistemu, v katerega se je, ne glede na tip opazovanj, mogoče vključiti brez težav. Tu mislim predvsem brez vremenskih pogojev, medsebojne vidnosti med točkami, časom izmere itd. Ker pa zahteva GPS izmera relativno veliko odprtost terena zaradi boljše zmožnosti sprejema signala iz satelita v sprejemnik, tudi ta sistem določitve koordinat novih točk ni povsem uporaben. Prav v hribovitem območju, kjer se nahaja tudi cestni odsek Zali log – Davča, je možna določitev koordinat točk z GPS metodo zelo omejena. Cesta se namreč nahaja v dolini reke Davča, ki je globoka, mestoma pa poteka cesta tudi po soteski. Višinska razlika med vrhom in dnem doline, pa dosega tudi do 300 metrov. Na takšnem terenu je nemogoče uporabiti samo eno metodo izmere. Zato smo se odločili za kombinirano metodo klasične terestrične izmere in GPS izmere. Pogoj za izmero priklpnega poligona, katerega smo uporabili pri klasični izmeri, je obojestranska navezava na obstoječi koordinatni sistem. Ker pa je bila prisotna potreba po povečani natančnosti same izmere, smo določili kontrolne točke na začetku in koncu poligona. Po rekognosciranju terena smo ugotovili, da se bo natančnost izmere poligona močno zmanjšala, zaradi potrebnega velikega števila novih poligonskih točk in

kratkim poligonskim stranic zaradi razgibanosti terena. Zato smo določili še dodatno kontrolno točko za potrebe navezave vmesne točke poligona in dodatno sredinsko točko, ki pa predstavlja kar točko poligona samega. Tako smo porazdelili pogreške izmere v dva dela in s tem izboljšali natančnost rezultatov izmere koordinat novih točk.

## 2 SATELITSKA GEODEZIJA

### 2.1 Splošno o GPS (Global Positioning System)

Določitev položajev točk na osnovi GPS tehnologije lahko primerjamo s trilateracijo. Osnova za določitev položaja nove točke, je določitev razdalj med danimi in novo točko. Položaj sprejemnika (nove točke) je dan z radij vektorjem  $\vec{r}_i$ , položaj satelita (dane točke), pa je dan z radij vektorjem  $\vec{R}_j$ . Ob danem položaju satelita in ob znanem vektorju med satelitom in sprejemnikom  $\rho_i^j$ , bi položaj sprejemnika določili iz vektorske enačbe  $r_i = R^j - \rho_i^j \quad \dots(1)$

Na osnovi opazovanj pa ne moremo pridobiti vektorja  $\rho_i^j$ , pridobimo lahko samo njegovo dolžino. To pomeni, da moramo položaj določiti kot ločni presek najmanj treh dolžin med najmanj tremi sateliti (danimi točkami) in sprejemnikom (novo točko). Osnova za določitev razdalje je časovni interval, ki ga signal (elektromagnetno valovanje) potrebuje za pot od oddajnika do sprejemnika. GPS signal potuje od oddajnika do sprejemnika v Zemljini atmosferi. Dolžina poti, ki jo opravi GPS signal v Zemljini atmosferi je bistveno daljša od poti, ki jo opravi signal v primeru trilateracije. Zato morajo biti vplivi Zemljine atmosfere na GPS signal obravnavani bistveno bolj kompleksno.

Ker določitev položaja novih točk temelji na koordinatah znanih točk, točke z znanimi koordinatami pa so sateliti, pomeni, da mora GPS signal vsebovati tudi informacijo o položajih satelitov v trenutku oddaje signala. GPS signal vsebuje:

- podatke za identifikacijo posameznega satelita,
- podatek o času satelita,
- podatek o trenutnem položaju satelita,
- informacije o stanju Zemljine atmosfere.

Prenos velike množice informacij je mogoč samo s pomočjo ustreznih kod.

GPS tehnologija se pred klasičnimi geodetskimi merskimi postopki odlikuje s prednostmi:

- visoka produktivnost meritev,
- neodvisnost od vremenskih pogojev za izvedbo meritev,
- višja natančnost določitve položaja na razdaljah daljših od 1km,
- za določitev položaja točke ne potrebujemo medsebojne vidnosti točk,

- določitev tridimenzionalnega položaja točk,
- položaj, ki ga pridobimo na osnovi GPS opazovanj je geometrijski položaj in je neodvisen od oblike težnostnega polja v opazovališču,
- nižja cena izmere, ki temelji na visoki produktivnosti GPS tehnologije,
- z vzpostavitvijo permanentnih GPS postaj, bo cena GPS izmere še nižja.

Poleg prednosti, pa ima GPS tehnologija v primerjavi s klasično metodo geodetskih del tudi slabosti, kot so:

- v okolici opazovane točke ne sme biti ovir, ki bi onemogočale sprejem GPS signala,
- elipsoidna višina točke, ki jo pridobimo na osnovi GPS opazovanj, je v večini nalog neprimerna za praktično uporabo,
- za pridobitev ortometrične višine točk moramo poznati obliko ploskve geoida..

## **2.2 Koordinatni sistemi pomembni za GPS**

V klasični geodetski terminologiji predstavljajo koordinatni sestav fizično stabilizirane geodetske točke na zemeljski površini, s koordinatami določenimi v izbranem koordinatnem sistemu. Zaradi globalnega (glede na celotno Zemljo) in lokalnega (v okolici fizično stabilizirane geodetske točke) geodinamičnega dogajanja, pa se položaji točk na Zemlji stalno spreminjajo. Ustrezno obravnavanje koordinatnega sestava, mora zato vključevati tudi obravnavanje sprememb položajev točk, ki koordinatni sistem praktično realizirajo.

### **2.2.1 Terestrični koordinatni sistem**

Terestrični koordinatni sistem omogoča obravnavanje prostorskih podatkov v enotnem koordinatnem sistemu, veljavnem za celotno Zemljo. Tako danes za realizacijo koordinatnega sistema ne potrebujemo več ogromnega števila danih geodetskih točk, temveč le vzpostavitev t.i. geodetskih observatorjev, ki so opremljeni z ustrezno tehnologijo, ki omogoča praktično realizacijo terestričnih koordinatnih sistemov. Praktična realizacija terestričnega koordinatnega sistema danes poteka s postopki in tehnikami satelitske geodezije v povezavi s klasičnimi geodetskimi tehnikami in metodami izmere, kot so gravimetrična opazovanja in geometrični nivelman. Postopki satelitske geodezije so na primer:

- VLBI (Very Long Baseline Interferometry),

- SLR (Satellite Laser Ranging),
- LLR (Lunar Laser Ranging),
- GPS (Global Positioning System).

### **2.2.2 ITRS koordinatni sistem**

Najpomembnejša mednarodna služba, ki je bila ustanovljena za enotno in usklajeno uporabo merskih tehnik (VLBI, SLR, LLR, GPS), je IERS (International Earth Rotation System). Ta je nadomestila nekdanji BIH (Bureau International l'Heure). Glavna naloga IERS je praktična realizacija ICRS (IERS Celestial Reference System) – nebesnega koordinatnega sistema in ITRS (IERS Terrestrial Reference System) – terestričnega koordinatnega sistema.

ITRS koordinatni sistem je dogovorjen terestrični koordinatni sistem, ki je geocentričen in »pritrjen« na telo Zemlje na osnovi dogovorjenega IERS referenčnega Zemljinega pola (IRS) in IERS referenčnega meridiana (IRM). Za izračun elipsoidnih koordinat ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ,  $h$ ) na osnovi pravokotnih koordinat X, Y, Z se uporablja GRS-80 referenčni elipsoid.

### **2.2.3 WGS-84 koordinatni sistem**

WGS-84 (World Geodetic System) je pomemben terestrični koordinatni sistem v povezavi z GPS. Njegove lastnosti so:

- izhodišče koordinatnega sistema je v težišču Zemlje,
- z-os koordinatnega sistema je usmerjena v smeri dogovorjenega zemeljskega pola CTP (Conventional Terrestrial Pole), kot ga je definiral BIH,
- x-os je usmerjena proti presečišču BIH ničelnega meridiana in ravnine CTP ekvatorja,
- y-os zaključuje desnosučni ortogonalni koordinatni sistem.

WGS-84 koordinatni sistem sovpada z ITRS in ETRS koordinatnimi sistemi v okviru 0.1-0.2 m.

Ameriška vlada je z namenom čim boljše uskladitve WGS-84 sestava z natančnejšim sestavom ITRF ponovno določila koordinate nadzornih postaj GPS. Za točke na katere so sestav navezali, so privzeli ITRF-91 koordinate kot dane. Ta izboljšani sestav so poimenovali WGS-84. Usklajenost tega sistema z ITRF-91 in ITRF-92 naj bi bila znotraj 10 cm.

#### **2.2.4 ETRS89 koordinatni sistem**

V okviru IAG (International Association of Geodesy) je bila ustanovljena podkomisija EUREF (European Reference Frame) z nalogo vzpostavitve enotnega evropskega referenčnega sestava. Podkomisija je za področje Evrope definirala ETRS (European Terrestrial Reference System), ki ga uvrščamo med regionalne koordinatne sisteme. Koordinatni sistem, ki ga je sprejela podkomisija UEREF, sovpada z ITRS koordinatnim sistemom v začetku leta 1989 in je »pritrjen« na stabilni del evrazijske plošče. Prav zaradi letnice nastanka se sistem imenuje ETRS89. V praksi uporabljamo ETRS89 kot horizontalni koordinatni sistem, višinski evropski koordinatni sistem pa je EVRS (European Vertical Reference System). ETRS naj bi predstavljal homogeno, stabilno in natančno ogrodje za vse geodetske, geodinamične, geofizikalne in druge potrebe. Omogočal naj bi poenotenje koordinat po vsej Evropi za najrazličnejše potrebe.

V Sloveniji smo med leti 1994 do 1996 v okviru mednarodnih GPS izmer, vzpostavili EUREF koordinatni sestav in pridobili položaje teh točk v ETRS89 koordinatnem sistemu. Zaradi globalnih in geodinamičnih vzrokov so se položaji točk od časa izmere do danes spremenili za približno 15 centimetrov in tudi za nepoznane vrednosti, ki so posledica lokalnega geodinamičnega dogajanja na Zemlji. Vendar pa za večino aplikacij, kot tudi za običajno uporabo v geodetski praksi, lahko koordinate točk obravnavamo kot konstantne v času.

#### **2.3 Vplivi na GPS opazovanja**

Natančnost določitve položaja na osnovi GPS opazovanj je odvisna od geometrijske razporeditve opazovanih satelitov in od kakovosti opravljenih opazovanj. Vplive na GPS opazovanja lahko v splošnem, glede na njihov izvor, razdelimo v tri skupine:

- vplivi z izvorom v satelitih, ki vključujejo pogreške ur in tirnic satelitov,
- vplivi z izvorom v sprejemniku, ki vključujejo pogrešek ure sprejemnika, odboj signala oziroma »multipath«, spreminjanje položaja faznega centra antene in šum sprejemnika,
- vplivi z izvorom v mediju, v katerem signal potuje, ki vključujejo ionosfersko in troposfersko refrakcijo.



Nekateri naštetih vplivi so sistematični, nekateri pa slučajni. V postopku obdelave GPS opazovanj je potrebno oceniti predvsem sistematične vplive na GPS opazovanja. Sistematične vplive lahko odstranimo z uporabo ustreznih matematičnih modelov, lahko jih zmanjšamo ali celo odstranimo s primernimi kombinacijami opazovanj ali z ustrežno opravljeno geodetsko GPS izmero.

### 2.3.1 Natančnost tirnic

Kakovost položaja, določenega na osnovi GPS opazovanj, je v tesni zvezi s kakovostjo poznavanja tirnic satelitov. Pogrešek položaja satelita sestavlja pogrešek v višini oziroma v smeri radij vektorja položaja satelita  $h$ , pogrešek v prečni smeri  $c$  od nominalne ravnine tirnice in vzdolžni pogrešek položaja glede na nominalni položaj radij vektorja v ravnini tirnice. Odstopanja komponent položajev GPS satelitov v smereh posameznih osi, imajo različen vpliv na izračunano vrednost baznega vektorja in znašajo:

- radialni pogrešek ima največji vpliv na merilo baznega vektorja oziroma merilo GPS mreže. Radialni pogrešek položaja GPS satelita za 20m, predstavlja pogrešek v merilu baznega vektorja za 1 ppm.
- tangencialni pogrešek ima največji vpliv na orientacijo baznega vektorja oziroma rotacijo GPS mreže.

### 2.3.2 Efemeride GPS sistemov

Omejena natančnost položaja, ki jo je v preteklosti nudila uporaba GPS tehnologije v geodeziji, je temeljila na »broadcast« efemeridah, ki so sestavni del navigacijskega sporočila. Danes so te efemeride še vedno nepogrešljiv podatek za določitev položaja na osnovi GPS opazovanj, ko položaj opazovališča pridobimo v času opazovanj (RTK metoda GPS izmere, diferencialni GPS...). Pri geodetskih delih, kjer so zahtevane večje položajne natančnosti novo določenih koordinat točk, pa uporabljamo precizne efemeride. Pripravljajo jih različne mednarodne službe, na voljo pa so v 8 do 12 dneh. Za številne uporabnike, pa je ta časovni zamik pridobitve podatkov preciznih efemerid predolg. Ta problem so delno odpravili junija 1996, ko je IGS (International GPS Service for Geodynamics) začel pripravljati t.i. »IGS

rapid efemeride«, ki so na voljo v 24 urah. Z zakasnitvijo 11 dni, pa so na voljo najnatančnejše efemeride t.i. »IGS final efemeride«.

Kadar potrebujemo položaje točk z natančnostjo velikostnega reda 1 cm, je ustrezna uporaba »broadcast« efemerid. Vendar moramo v tem primeru poskrbeti za ustrezno kontrolo pridobljenih rezultatov. Kadar uporabljamo metodo določitve položaja točk v realnem času na velikih oddaljenostih od referenčne točke, moramo kontrolirati izmero s ponovitvijo izmere določenega števila točk. Tako lahko ocenimo posledice sistematičnih napak pri obdelavi opazovanj.

### 2.3.3 Troposferska refrakcija

Troposferska refrakcija je vpliv nevtralne (neionizirane) atmosfere na GPS opazovanja. Troposfera predstavlja pas od 8 do 18 km nad zemeljskim površjem in je zaradi razširjanja v nevtralnem delu atmosfere neodvisno od frekvence valovanja. Zato tudi ni potrebno razlikovati vpliva troposfere na opazovane kodne in fazne psevdo razdalje. Po drugi strani pa to pomeni, da troposferske refrakcije ne moremo oceniti ali odstraniti z opazovanji različnih frekvenc.

Troposfersko refrakcijo  $\Delta^{Trop}$  sestavljata vpliva mokre (wet-w) in suhe (dry-d) komponente:

$$\Delta^{Trop} = \Delta_d^{Trop} + \Delta_w^{Trop}, \quad \dots(2)$$

kjer se suha komponenta nanaša na suho atmosfero, mokra komponenta pa na vodno paro v atmosferi. Približno 90% troposferske refrakcije izhaja iz suhe in približno 10% iz mokre komponente troposferske refrakcije. Problemi se pojavijo zlasti pri mokri komponenti, ki jo je zaradi lokalnih virov vodne pare in turbulenc v nižjih atmosferskih plasteh težko določiti. Troposferski popravek, določen na podlagi modelov troposfere, je izražen v metrih in ga je potrebno odšteti opazovanim dolžinam med satelitom in sprejemnikom, po pretvorbi v dolžinsko enoto. Neupoštevanje vplivov troposfere na GPS opazovanja povzroči povečanje merila GPS mreže.

### 2.3.4 Ionosferska refrakcija

Ionosfera predstavlja pas med približno 50 in 1500 km nad zemeljskim površjem. Vpliv ionosfere na valovanje je dan z ionosferskim refrakcijskim koeficientom. Ta ima na hitrost razširjanja faze valovanja in na hitrost kode nasproten vpliv. Izraža se s prehitevanjem faze valovanja in z zakasnitvijo kode. Psevdo razdalja določena na osnovi opazovane kode, je daljša in psevdo razdalja, pridobljena na osnovi opazovane faze, je za enako vrednost krajša od prave geometrijske razdalje med satelitom in sprejemnikom. Razliko med psevdo razdaljo in pravo geometrijsko razdaljo med satelitom in sprejemnikom imenujemo ionosferska refrakcija. Vrednost ionosferske refrakcije v dolžinski meri izračunamo (Stopar, Pavlovčič, 2000):

$$\text{– za fazno valovanje: } \Delta_{ph}^{Iono} = -\frac{40.3}{f^2} * TEC \quad \dots(3)$$

$$\text{– za kodno valovanje: } \Delta_{gr}^{Iono} = \frac{40.3}{f^2} * TEC \quad \dots(4)$$

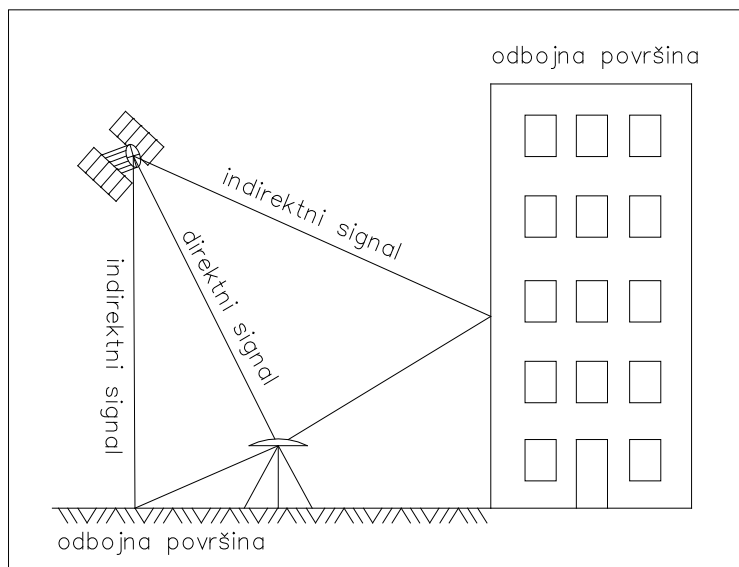
$f$ ...frekvenca valovanja

TEC...Total Electron Content (količina s katero definiramo število prostih elektronov na površini  $1m^2$ ).

Najugodnejši čas za opazovanja glede na vpliv ionosferske refrakcije je med polnočjo in 4<sup>h</sup> zjutraj. Dnevne spremembe ionosferske refrakcije znašajo do 15m, skupne letne pa lahko dosežejo tudi do 50m. Za geodetske naloge določanja položaja na razdaljah od 20 do 30 km je ionosferska refrakcija z razlikami faznih opazovanj praktično odstranjena. Na večjih razdaljah zmanjšamo vpliv ionosfere z opazovanji dveh valovanj L1 in L2.

### 2.3.5 Vplivi na GPS opazovanja z izvorom v njegovi okolici

Vpliv odboja signala »multipath« vpliva na izmerjene kodne in fazne psevdo razdalje. »Multipath« je večinoma neizogiben, ker prihaja do odboja GPS signala od objektov, tal, zgradb, vozil, vodnih površin,... v bližini GPS sprejemnika. Vpliv odboja signala je odvisen od moči signala, višinskega kota, lastnosti antene in sprejemnika, ter od načina obdelave GPS signala. » Multipath« lahko vpliva na izmerjene pseudorazdalje s pozitivnim ali negativnim predznakom. Tipičen vpliv »multipatha« se kaže s približno sinusnim obnašanjem popravkov opazovanj s periodo od približno 5 minut do približno 3 ur.



**Slika 1:** Možnost pojava večpotja (angl: multipath)

Pri kratkih baznih vektorjih lahko multipath predstavlja največji pogrešek pri določitvi relativnega položaja na osnovi opazovanj faze. Velik »multipath« povzroči težave pri določitvi neznanega začetnega števila celih valov. »Multipath« lahko zmanjšamo s previdno izbiro položajev točk, ter s primerno oblikovano anteno GPS sprejemnika.

Na osnovi geometrije situacije nastanka »multipatha« lahko ugotovimo, da je vpliv »multipatha« ob majhnem višinskem kotu sprejetega signala večji, kot pri velikem višinskem kotu. V primeru statične metode izmere, se vpliv »multipatha« izraža kot periodičen vpliv zaradi spreminjanja geometrijske razporeditve satelitov v času opazovanj. Takšna oblika multipatha je lahko problematična pri kratkotrajnih opazovanjih na posamezni točki (kinematična, RTK-GPS metoda izmere). Maksimalen vpliv multipatha v primeru

faznih opazovanj znaša  $\frac{1}{4}\lambda$ , kar je v primeru L1 enako 4.8 cm.

## **2.4 Geodetska GPS izmera**

### **2.4.1 Statična GPS izmera**

Statična GPS izmera je osnovna metoda za določanje relativnega položaja v geodeziji. Opazovanja pri tej metodi, ki trajajo tipično od 30 do 120 minut temeljijo na spremembi geometrijske razporeditve satelitov v času opazovanj. Statično izmero običajno izvajamo s številom sprejemnikov, ki je manjše od števila točk in jo izvedemo v več serijah. Rezultat statične izmere so bazni vektorji med točkami. Za doseganje visoke natančnosti (ob uporabi efemerid satelitov tudi do  $10^{-7}$ \*D) je poleg kakovostne izvedbe opazovanj in uporabe natančnih tirnic satelitov ustrezne kakovosti, potrebno ustrezno izvesti tudi obdelavo opazovanj. Končne rezultate statične izmere pridobimo z izravnavo baznih vektorjev v GPS mreži.

### **2.4.2 Hitra statična GPS izmera**

Sama hitra statična metoda GPS izmere je v osnovi enaka statični metodi izmere, z izjemo krajšega časa trajanja opazovanj. Ta metoda izmere, ki jo proizvajalci GPS opreme imenujejo tudi Rapid Static™ in Fast Static™, se je pojavila z razvojem algoritmov za učinkovito določitev neznanega začetnega števila celih valov, ob uporabi različnih tipov opazovanj in različnih kombinacij teh opazovanj. To omogoča hitro in zanesljivo določitev začetnih neznanih vrednosti celih valov. Določitev teh neznank je najučinkovitejše ob sprejemanju signalov petih ali več satelitov.

### **2.4.3 Kinematična GPS izmera**

Kinematična metoda GPS izmere temelji na določitvi relativnih položajev premičnega sprejemnika, glede na mirujoč referenčni sprejemnik. Običajna kinematična metoda GPS izmere, kjer se premični sprejemnik ves čas izmere premika, je v geodeziji le izjemoma uporabna. Bolj uporabna je Stop-and-Go metoda, kjer izvajamo opazovanja na enak način kot pri kinematični GPS izmeri, vendar se na točkah, katerih položaj določamo, zaustavimo za nekaj sekund do nekaj minut. Pri kinematični metodi je najpomembnejša t.i. inicializacija

meritev, to je določitev neznanih začetnih vrednosti za število celih valov med posameznimi sateliti in obema GPS sprejemnikoma. Temelj metode je poleg uspešne inicializacije zagotovljen neprekinjen sprejem signala najmanj 4 satelitov ves čas izmere. Zaradi kratkotrajnih opazovanj na posamezni točki, so rezultati izmere lahko obremenjeni s sistematičnimi vplivi z izvorom v okolici GPS sprejemnika.

#### **2.4.4 RTK GPS izmera**

RTK-GPS metoda izmere je v osnovi kinematična metoda, ki je lahko tudi Stop-and-Go metoda ali tudi kombinacija kinematične in hitre statične metode GPS izmere. RTK-GPS metoda potrebuje radijsko povezavo med referenčnim in premičnim GPS sprejemnikom in ustrezno programsko opremo za obdelavo opazovanj referenčnega in premičnega GPS sprejemnika v času trajanja izmere. Metoda je primerna za najrazličnejše geodetske naloge, od detajlne izmere do nalog inženirske geodezije. Največja prednost omenjene metode je med ostalimi v tem, da med samo izmero pridobimo informacijo o količini in kakovosti opravljenega terenskega dela.

Danes za potrebe topografske in katastrske geodetske izmere uporabljamo kombinacijo različnih metod GPS izmer. Najbolj uporabna je kombinacija hitre statične metode in z RTK metode GPS izmere. Glede na omejitve v samem sistemu GPS (fizične ovire za sprejemanje satelitskega signala) pa je še vedno najbolj optimalna kombinacija, za zagotovitev zahtevanih podatkov položaja iskane točke, terestričnih ter GPS metod izmere, ki zagotavlja trirazsežen položaj.

#### **2.5. Projekt geodetske GPS mreže**

Z GPS tehnologijo lahko ne glede na vremenske pogoje in medsebojno vidnost danih in novih točk izvedemo geodetsko izmero.

Upoštevati moramo dve vrsti planiranja, ki se med seboj razlikujeta glede na predviden način GPS izmere. V splošnem geodetsko GPS izmero razvrstimo na GPS izmero geodetske mreže in na t.i. radialno GPS izmero. Ko gre za izmere geodetske mreže, povezujemo bazne vektorje

med posameznimi točkami v enotno figuro-geodetsko mrežo. V primeru radialne izmere pa določamo položaj posamezne točke glede na referenčno točko.

Med pripravo statične GPS izmere moramo predvideti:

- kaj je namen in kaj cilj izmere,
- kakšna je zahtevana natančnost položajev točk,
- število in položaj referenčnih točk v mreži (minimalno tri),
- število novih točk v mreži (glede na namen same geodetske izmere),
- število in razporeditev GPS satelitov v času izmere,
- število in tip GPS sprejemnikov,
- trajanje opazovanj v odvisnosti od števila in razporeditve satelitov v času merjenja,
- logistično pripravo izmere (število in organiziranost delovnih ekip),
- način obdelave opazovanj,
- lastnosti programske opreme za obdelavo opazovanj.

Projekt geodetske mreže vključuje določitev števila in položaja danih ter novih točk. Pri projektiranju GPS mreže, je potrebno zagotoviti čimbolj neoviran sprejem signala, kar pomeni, da moramo točke izbirati na čimbolj odprtih lokacijah brez fizičnih ovir v okolici sprejemnika (prekinitev sprejema signala). Velika prednost pri GPS izmeri je, da ni potrebno zagotoviti medsebojne vidnosti točk, zato je smiselno izbirati točke na lokacijah, ki so lahko dostopne z vozilom. Tako zagotovimo večjo mobilnost same izmere, kar pomeni, da pridobimo na hitrosti dela in znižanju stroškov.

Kljub temu mora biti oblika geodetske mreže taka, da omogoča odstranitev ali zmanjšanje virov pogreškov in zagotoviti čvrsto povezavo z obstoječimi danimi točkami na obravnavanem območju. Zato pa moramo zagotoviti dovolj veliko število nadštevilnih opazovanj.

V splošnem smo upoštevali:

- vse dane točke, s katerimi bo povezana nova mreža, morajo imeti koordinate dane v istem koordinatnem sistemu, definiranem za trenutek izmere,
- koordinate danih točk so dane v ETRS89 koordinatnem sistemu,
- skupno število danih točk je do 10% števila vseh točk v mreži,

Vzpostavitev geodetske mreže je temeljila na neodvisnih vektorjih. V GPS mreži smo imeli tri dane in osem novih točk. GPS opazovanja smo izvajali v 11. serijah. Vse serije GPS

opazovanj smo izvajali s tremi sprejemniki, zato sem lahko izmed treh vektorjev v vsaki seriji opazovanj, v geodetsko mrežo vključil samo dva neodvisna vektorja.

### 2.5.1 Izbira točk v državnem in terestričnem koordinatnem sistemu

Cilj GPS izmere je bil pridobitev položajev novih točk v državnem koordinatnem sistemu. Zato smo pri planiranju izmere najprej pridobili informacije o točkah s horizontalnimi položaji, danimi v državnem horizontalnem in GPS koordinatnem sistemu. Točke so nam posredovali na Geodetski upravi Republike Slovenije. Pri izbiri točk smo bili pozorni predvsem na ovire v bližini teh točk, ki bi lahko ovirale sprejem signala v sprejemniku. Za sprejem GPS signala je ovira vsaka fizična ovira, katere premer je večji od 2-3 cm. To pomeni, da je za GPS opazovanja lahko ovira že vsak grm, krošnja drevesa, drog električne napeljave in podobno. Ker je število geodetskih točk z danimi koordinatami v obeh, GPS in državnem koordinatnem sistemu na širšem območju predvidene GPS izmere, omejeno, smo izbrali tri točke, ki so bile za to izmero najprimernejše. Paziti smo predvsem na čim boljšo mobilnost ekip, saj nam je premikanje sprejemnikov med temi točkami vzelo po eno uro časa. Izbrali smo si tri točke:

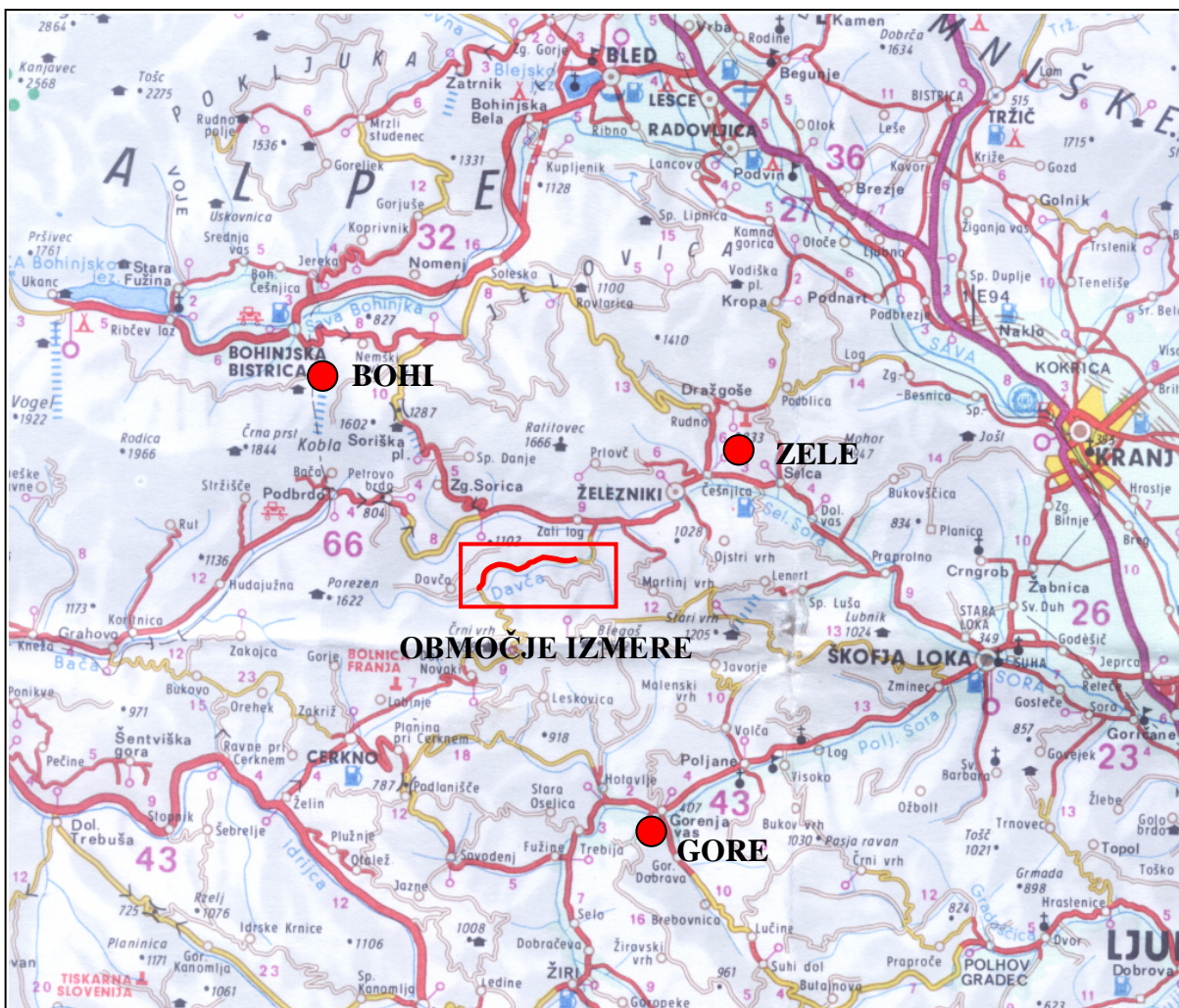
**Preglednica 1:** Oznake in koordinate danih točk v obeh sistemih

Oznaka točke	Državni koordinatni sistem			ETRS89 koordinatni sistem		
	Y	X	H	$\Phi$	$\Lambda$	H
BOHI	420621,92	124634,02	714,50	46°15'40,1480"	13°57'55,8271"	762,0272
ZELE	437489,35	121549,66	871,65	46°14'06,6153"	14°11'04,9134"	918,8855
GORE	434351,81	106572,41	401,17	46°06'00,4712"	14°08'45,9813"	447,9369

Oznaka točk uporabljenih v GPS zajemanju in obdelavi podatkov ne sme imeti več kot štiri znake, zato smo danim točkam, tudi zaradi lažjega razpoznavanja, izbrali prve štiri črke najbližjega kraja. Sicer pa je njihova oznaka v seznamu geodetskih točk:

- BOHI:           300031Z       BOHINJSKA BISTRICA
- ZELE:           300138Z       ŽELEZNIKI
- GORE:           400360S2       GORENJA VAS





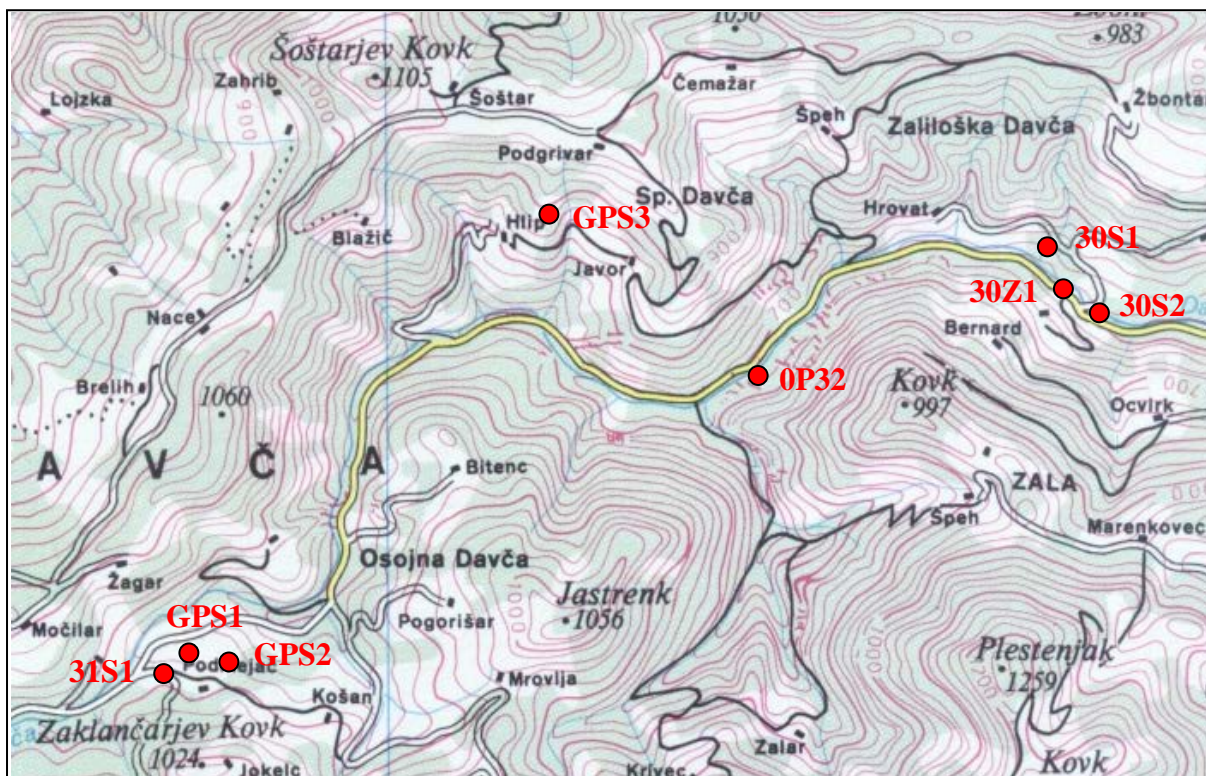
**Slika 2:** Prikaz izbire geodetskih točk z danimi koordinatami v obeh sistemih na avtokarti Slovenije, merilo 1:350 000, 1982

### 2.5.2 Izbira položajev novih točk v GPS mreži

Izbrane točke dane v državnem koordinatnem sistemu, so služile kot izhodišče za izmero poligona klasične geodetske izmere. Točke smo izbrali tako, da so ustrezale pogojem klasičnega poligona. Na začetku predvidenega poligona smo izbrali tri točke. Eno za stojišče oziroma prvo točko poligona in dve točki, ki sta služili za navezavo. Prav tako smo izbrali tri točke na koncu predvidenega poligona in sicer točko na kateri smo poligon zaključili in dve točki za navezavo. Zaradi potrebe po večji natančnosti določitve koordinat novih točk poligona smo določili še koordinate ene točke znotraj predvidenega poligona (P32). Prav tako



pa smo stabilizirali in določili koordinate dodatne točke izven predvidenega poligona, ki nam je služila za dodatno navezavo iz poligonske točke P15.



Slika 3: Prikaz izbire položajev novih točk na karti Atlasa Slovenije, merilo 1:50 000, 1992

### 2.5.3 Potrebno število serij izmere GPS mreže

Ker smo vsako točko v GPS mreži določili trikrat smo opazovanja opravljali tako, da so bile posamezne postavitve GPS sprejemnika na isto točko med seboj neodvisne. To pomeni, da smo GPS sprejemniku, kadar smo merili na isti točki večkrat zaporedoma, po končani seriji spremenili višino. Na ta način poizkušamo ustvariti pogoje, v katerih grobi pogreški ne bodo ostali neodkriti. Tu posvečamo pozornost predvsem na določanje višine antene sprejemnika.

Položaje točk v mreži določamo v serijah. Serija opazovanj je situacija, ko določeno število sprejemnikov istočasno sprejema signale z vseh razpoložljivih satelitov. Najenostavnejši način za določitev minimalnega števila serij opazovanj  $s$  v ploskovni mreži, za določitev položajev  $m$  točk, določimo na osnovi vnaprej izbranega števila serij  $n$ , v katerih naj bi bil določen položaj vsake točke in števila sprejemnikov  $r$ , ki jih imamo na razpolago:

$$s = \frac{m * n}{r} \quad s = \frac{11 * 3}{3} = 11 \quad \dots(5)$$

*m*...število točk v mreži (imeli smo tri dane točke in osem novih točk, skupaj 11)

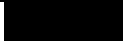



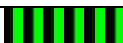






*n*...vsaka točka je bila določana v treh serijah

*r*...na razpolago smo imeli tri sprejemnike

Če je *s* realno število, ga zaokrožimo na prvo večje naravno število. V naši mreži smo imeli 11 serij (Preglednica 2).

V primerih, ko z GPS opazovanji vključujemo v obstoječo GPS mrežo nove točke, je pomembno število povezav novih točk mreže z danimi in novimi točkami. Pri tem je pomembno, da je število povezav točk mreže s sosednjimi točkami čim bolj enako. Nobena nova točka mreže ne sme biti povezana samo z eno točko v mreži, kar pomeni, da nobena točka ne sme biti določena kot slepa točka.

**Preglednica 2:** Serije GPS izmere

SERIJA ŠT.:		EKIPA 1	EKIPA 2	EKIPA 3
1		BOHI	ZELE	30Z1
2		BOHI	ZELE	0P32
3		BOHI	GORE	GPS1
4		0P32	GORE	ZELE
5		0P32	30S2	31S1
6		GPS3	30S2	30S1
7		GPS3	GPS2	30S1
8		GPS3	GPS1	0P32
9		GPS3	GPS1	31S1
10		30Z1	GPS2	31S1
11		30Z1	30S2	30S1

#### **2.5.4 Izbira vektorjev v GPS mreži**

Na začetku izmere smo najprej izvedli izmero med točkami, danimi v ETRS89 koordinatnem sistemu. Te točke ležijo na obrobju mreže, tako da smo na ta način najprej izmerili najdaljše vektorje v mreži. Ta izmera je bila zaradi večje dolžine vektorjev časovno daljša od predvidenih izmer drugih vektorjev v mreži in sicer je bilo opazovanje dolgo 60 minut. Ostala opazovanja v GPS mreži so potekala po 30 minut.

V planiranju izmere obravnavamo samo neodvisne vektorje. Posebno pomembni so neodvisni vektorji s stališča kontrole izmere v zaključenih zankah. Tako ugotavljamo prisotnost grobih pogreškov, saj mora biti vsota vektorjev v zaključenem poligonu enaka nič. Prisotnost grobih pogreškov v GPS izmeri, je najpogostejša pri napačni izmeri višine antene in pri izmeri napačne točke. Sestavljanje figur iz neodvisnih vektorjev, pridobljenih v različnih serijah izmere, omogoča odkrivanje vektorjev obremenjenih z grobimi pogreški, in njihovo ustrezno obravnavo, ter njihovo morebitno izločitev iz nadaljnje obravnave. V posamezno zanko vključimo vektorje pridobljene v dveh ali več serijah. Splošno načelo je tudi izbira najkrajših možnih vektorjev, predvsem zaradi sistematičnih vplivov na bazne vektorje. Ti vplivi so lahko netočnosti tirnic GPS satelitov, vpliv ionosfere in troposfere ter odstranitvev »cycle slipov«, ki jih lahko uspešneje odstranimo pri vektorjih kratkih dolžin.

#### **2.6. Izvedba GPS izmere**

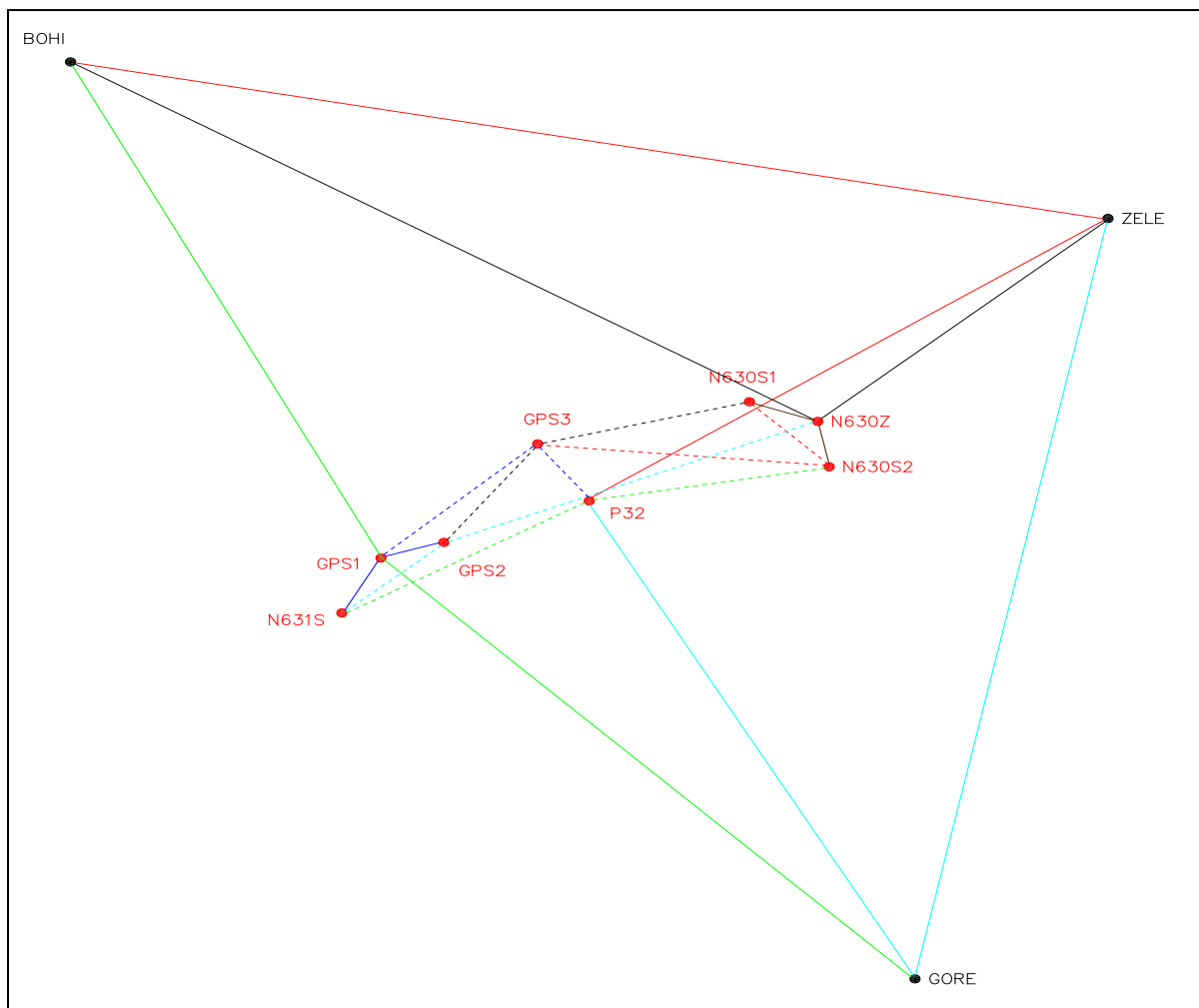
GPS izmero smo opravljali z uporabo treh sprejemnikov, v treh ekipah. V projektu izmere smo predvideli za vsako ekipo določeno točko opazovanja v določeni seriji. V prvem delu smo opazovali vektorje med danimi točkami, saj so bili dolžinsko in časovno najdaljši (po 60 min). Opazovanja med danimi točkami smo opravili v prvih štirih serijah. Pri teh serijah smo poleg daljšega časa opazovanja, porabili tudi več časa za logistiko, saj so točke med seboj oddaljene tudi do 50 km. V drugem delu smo opazovali točke na območju izmere poligona. Tu so bile razdalje med točkami krajše (do 6 km), opazovanja pa so bila 30 minutna. Časovni interval opazovanja (60 min. ali 30 min.) poteka od trenutka, ko začne sprejemati zadnji sprejemnik in do trenutka ko preneha sprejemati prvi sprejemnik. Zato smo za komuniciranje med ekipami smo uporabljali mobilne telefone. Vsaka postavitve instrumenta na točko mora biti popolnoma neodvisna. Kadar smo merili na isti točki v dveh ali treh serijah zaporedoma,

smo pred vsako novo serijo anteni spremenili višino. S tem smo zagotovili dodatno kontrolo nad pojavom grobih pogreškov v izmeri višine antene in centriranja antene. Višino antene smo izmerili pred, med in po zaključku izmere. Višino smo merili od vrha točke do treh enakomerno razporejenih točk na anteni. S tem smo upoštevali tudi pogrešek nehorizontalnosti antene. Vsaka postavitev instrumenta na točko je bila dokumentirana v terenskem zapisniku GPS izmere, ki smo ga izpolnjevali za vsako meritev posebej.

Terenski zapisnik vsebuje:

- datum GPS izmere,
- številka serije GPS izmere,
- oznaka stojišča,
- ime datoteke v katero se shranjujejo podatki GPS sprejemnika,
- ime operaterja, ki je instrument postavil,
- podatki za identifikacijo sprejemnika (tip in serijska številka),
- podatki za identifikacijo antene (tip in serijska številka),
- čas opazovanja (začetek in konec),
- višinski kot in interval registracije,
- podatki za identifikacijo grezila in način grezenja,
- podatki o izmeri višine antene,
- opis stabilizacije in označbe točke,
- skica ali fotografija točke,
- opombe (če med samo izmero ugotovimo napako).

Zaradi zamudne logistike v prvem delu izmere smo deseto in enajsto serijo opravili naslednji dan.



**Slika 4:** Grafični prikaz GPS mreže (M = 1:150000, Legenda: Preglednica 2)

## ZAPISNIK GPS IZMERE

PROJEKT/NALOGA	DATUM 13.7.2005	ŠT.SERIJE 2	IZVAJALEC IGOE ŠPACAPAN
STOJIŠČE P32	IME DATOTEKE OP32-194-2	OPERATER IGOE ŠPACAPAN	

TIP SPREJEMNIKA TRIMBLE 4000 SSI/SSE	od 8 <sup>30</sup>	do 9 <sup>30</sup>
ŠTEVILKA SPREJEMNIKA SLO 7	VIŠINSKI KOT 10°	
INTERVAL REGISTRACIJE		15 <sup>00</sup>

TIP ANTENE COMPACT L1/2 W/GND P	NAČIN POSTAVITVE ANTENE OPIS STABILIZACIJE IN OZNAČBE TOČKE TRINOŽNI STATIV KOVINSKI KLIN S PLASTIČNO KAPO 10x10 ROBEČE BARVE
ŠTEVILKA ANTENE FGG 2: 51884	

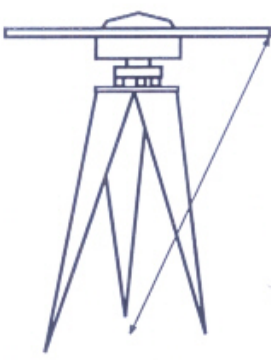
GREZILO / ŠT.GREZILA	
NAČIN GREZENJA OPTIČNO GREZENJE	

**KONTROLA POSTOPKOV**

- ime točke
- ime datoteke
- višina antene
- način izmere viš.ant.
- številka serije
- višinski kot
- interval registracije

**IZMERA VIŠINE ANTENE - poševna**

Skica



št.utora	pred meritvijo	št.utora	po meritvi
11	1,396	3	1,397
3	1,396	6	1,397
6	1,396	11	1,396
11	1,397	3	1,396
		6	1,396

višina antene/  
poševna 1,396

višina antene/  
vertikalna

**OPOMBE**  
 PRILOGE (SKICE, FOTOGRAFIJE TOČKE)  
 OCENA METEOROLOŠKIH POGOJEV

**Slika 5:** Terenski zapisnik GPS izmere

## **2.7. Obdelava GPS opazovanj**

### **2.7.1 Prenos in pregled podatkov prenesenih iz GPS sprejemnika v računalnik**

Podatki GPS izmere, ki je sestavljena iz več serij opazovanj, se na terenu avtomatsko shranjuje na notranji pomnilnik GPS sprejemnika. Zato moramo kasneje te podatke prenesti iz pomnilnika GPS sprejemnika v računalnik, v katerem bomo meritve obdelovali. Pomembno je da vse podatke shranimo v eno mapo, ki navadno nosi ime projekta (večja preglednost). Podatki GPS izmere so zapisani v binarni in tekstovni obliki. Datoteka s končnico \*.DAT vsebuje podatke GPS opazovanj (kodna in fazna opazovanja na eni oziroma obeh nosilnih valovanjih L1/L2). V datoteki s končnico \*.EPH so dani parametri, povezani z določitvijo položajev aktivnih GPS satelitov v aktualnem koordinatnem sistemu. V tekstovni datoteki \*.TXT pa so dani parametri, povezani s podatki o uporabljenem instrumentariju in anteni na določenem stojišču, kot tudi parametri, ki jih je operater vnesel v računalnik (podatki o višini antene). Tej datoteki je potrebno posvetiti pozornost, saj vsebuje pomembne podatke o imenu točke, vrsti antene in načinu merjenja njene višine, ter podatek o sami višini. Če se podatki terenskega zapisnika in podatki vneseni v sprejemnik ne ujemajo, imamo pri naknadni obdelavi podatkov v programskem paketu možnost popravljanja parametrov.

Ko imamo podatke pregledane in označene morebitne napake pri vnosu podatkov o anteni v GPS sprejemnik, vnesemo te podatke v računalniški program s katerim bomo podatke obdelovali. Uporabili smo programski paket *GPSurvey 2.35* proizvajalca Trimble. Tu moramo definirati dane točke v mreži, to so točke, katerih položaj poznamo. Položaj danih točk se tudi po izravnavi ne bo spremenil. Pri vsaki dani točki vnesemo definitivne GPS koordinate in jih označimo kot »fixed point« točke. Nove točke katerih koordinate bomo pridobili tekom obdelave, pa označimo kot »point positioning«. V fazi vnašanja podatkov v program odpravimo še morebitna neskladja med terenskim zapisnikom in podatki shranjenimi v datoteki.

### **2.7.2 Pridobivanje podatkov o preciznih efemeridah**

V primerih, ko lahko pridobimo rezultate obdelave z določenim zamikom (nekaj dni), je dobro podatke GPS-opazovanj obdelati s pomočjo natančnejših podatkov o tirnicah GPS-



satelitov, kot jih nudijo oddane (ang. broadcast) efemeride v datotekah \*.EPH oziroma \*.YYN. Za ta namen določene službe prek spleta nudijo podatke o tirnicah GPS-satelitov, ki so posredovani naknadno - na voljo so s časovnim zamikom (od 12 ur do 16 dni). Podatke o preciznih efemeridah smo dobili na internetnem naslovu ameriške vesoljske agencije NASA: *ftp://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/product/1331*. Ti podatki so dani v ASCII datotekah s končnico \*.SP3. Podatke smo s programom *SP3EF18.EXE* pretvorili v ustrezen binarni zapis s končnico \*.E18.

### 2.7.3 Obdelava baznih vektorjev

Število vektorjev, ki jih je potrebno v dani GPS mreži obdelati je dano z izrazom:

$$n * (r - 1), \quad \dots(6)$$

kjer je  $n$  število serij opazovanj in  $r$  število sprejemnikov. V vsaki seriji pa je potrebno obdelati  $r - 1$  linearno neodvisnih vektorjev. V našem primeru smo imeli 11 serij opazovanj in tri sprejemnike, kar pomeni, da smo obdelali 22 linearno neodvisnih vektorjev. Pri izbiri vektorjev posamezne serije opazovanj smo upoštevali kriterije:

- pri obdelavi GPS-opazovanj s komercialnimi programskimi paketi naj vektorji ne bi bili daljši od 30 km (zaradi problemov obravnavanja ionosferske refrakcije in algoritmov določanja neznanega števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj),
- v okviru ene serije vektorji ne smejo biti linearno odvisni,
- če obravnavamo vektorje serij opazovanj v celoti, naj bi se ti čim manjkrat podvajali in hkrati naj bi tvorili čim več zaključenih figur v mreži.

Po obdelavi baznih vektorjev moramo oceniti kakovost obdelave posameznih baznih vektorjev. V programskih paketih za obdelavo GPS opazovanj imamo na voljo vsaj tri cenilke kvalitete vektorja in sicer (Stopar, Pavlovčič 2000):

- način določitve neznanega števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj  $N$ .  
Neznano število celih valov je določeno:
  - v območju celih števil (ang. Fixed Solution),
  - v območju realnih števil (ang. Float Solution),
  - na voljo imamo rešitev trojnih faznih razlik (ang. Triple Solution),

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

Ker vemo, da je neznano število celih valov v začetnem trenutku opazovanj  $N$  vezano na celo vrednost, je prva rešitev ustrezna (PRILOGA A), 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 bilo mogoče hkrati sprejemati opazovanja vsaj štirih skupnih satelitov. V tem primeru je največkrat potrebno ponoviti rekognosciranje terena (odstraniti eventualne ovire), planiranje izmere in opazovanja ponoviti.

– referenčna varianca a-posteriori

A-posteriori referenčna varianca določa, kako GPS-opazovanja ustrezajo modelu izravnave. Iz statističnih testov malih vzorcev izhaja, da naj bi se kvocijent med referenčno varianco a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  in a-priori  $\sigma_0^2$  v primeru, ko je število opazovanj

$$\text{v izravnavi večje od } 10 \text{ (} n > 10 \text{) in ko velja } \frac{n}{n - n_0} > 2 \quad \dots(7)$$

( $n_0$ ...število opazovanj potrebnih za enolično rešitev), moral nahajati v mejah:

$$0,6 < \frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} < 1,6 \text{ (PRILOGA A).} \quad \dots(8)$$

Pri tem pomeni:

- o  $\hat{\sigma}_0^2 = 1$ ...opazovanja idealno ustrezajo modelu izravnave,
- o  $\hat{\sigma}_0^2 < 1$ ...opazovanja bolj ustrezajo modelu izravnave kot smo pričakovali,
- o  $\hat{\sigma}_0^2 > 1$ ...opazovanja manj ustrezajo modelu izravnave kot smo pričakovali.

Vrednost referenčne variance a-posteriori je odvisna od števila nadštevilnih opazovanj, ki so bila vključena v obdelavo. To pomeni, da pridobimo boljše vrednost in s tem višjo kakovost obdelanega baznega vektorja, v primeru daljšega časa izvajanja opazovanj, večjega števila GPS satelitov, katerih opazovanja so bila vključena v obdelavo, kot tudi večjega števila trenutkov registracije GPS-signala. Iz visoke vrednosti a-posteriori referenčne variance lahko sklepamo:

- o na prisotnost ovir v okolici sprejema GPS-signalov,

- na prisotnost sistematičnih pogreškov odboja signala od objektov (ang. multipath),
  - obdelava je potekala prek slabo izbranega algoritma določanja neznanega števila celih valov v začetnem trenutku opazovanj.
- razmerje (ang. ratio)

Tretja cenilka nam določa razmerje med a-posteriori referenčno varianco prve in druge najboljše rešitve baznega vektorja, ko je neznano število celih valov v začetnem trenutku opazovanj določeno kot celo število (PRILOGA A). Čim večje je razmerje, bolje je obdelan bazni vektor. V programskih paketih so dana priporočila, naj bo prva najboljša rešitev za faktor 1.5 boljša od naslednje rešitve. In šele, ko pogoj zadostimo, bo vektor obdelan v načinu »Fixed Solution«.

Še ena kontrola pri ugotavljanju kvalitete obdelave baznih vektorjev, je zapiranje figur v GPS mreži, ki jo izvedemo po obdelavi vektorjev in pred izravnavo vektorjev v mreži. Pri zapiranju zaključenih figur v GPS mreži moramo biti posebej pozorni na komponento vzdolž normale na elipsoid (ang. upping). V primeru, da komponenta zavzame veliko vrednost (nad 2 cm), lahko sklepamo o prisotnosti grobega pogreška, z izvorom v nepravilno določeni višini GPS antene. Zapiranje figur se lotimo po principu »iz velikega v malo«. To pomeni, da figuro razdelimo na manjše, da lahko naprej ugotavljamo na katerem stojišču je prišlo do napake.

Po zapiranju mreže in analizi posameznih vektorjev, smo morali, zaradi visoke vrednosti A-posteriori referenčne variance, obdelavo v nekaterih primerih ponoviti. Nižjo vrednost referenčne variance smo dosegli z dviganjem višinskega kota in krajšanjem intervala časa zajema podatkov, pri obdelavi posameznega para vektorjev. Po ponovni obdelavi smo še enkrat zapirali figure in s tem preverili natančnost obdelave vektorje. Če kateri vektorji še vedno niso bili obdelani z zadovoljivo natančnostjo smo postopek obdelave ponovili. To delo je bilo v našem primeru zelo obsežno, saj je bil zajem podatkov na terenu na določenih točkah (P32, N630Z, N630S2) otežen zaradi strmih pobočij doline v južni smeri.

## 2.7.4 Izravnava GPS mreže in ocena natančnosti izravnave

Kvaliteta izravnave GPS-mreže je odvisna od geometrije mreže in kakovosti opazovanj v GPS mreži.

Po uvozu podatkov opazovanj (baznih vektorjev), pripadajočih variančno-kovariančnih matrik in približnih položajev točk lahko že izvedemo postopek izravnave po metodi najmanjših kvadratov (navadno sta potrebni dve oz. tri iteracije).

Mrežo smo najprej izravnali kot *prosto*, t.j. z minimalnim številom vez med neznankami (ang. minimal constraints), da bi določili notranjo natančnost in ustreznost mreže oz. ujemanje opazovanj z modelom. Če po izravnavi izris geometrije mreže ni približno enak, lahko z gotovostjo sklepamo o prisotnosti grobega pogreška v opazovanjih.

Zatem smo mrežo izravnali kot *vklopljeno*. Poznali smo položaj treh točk v ETRS89 koordinatnem sistemu (položaji teh točk se po izravnavi niso spremenili). Z izravnavo vklopljene mreže, smo mrežo vključili v koordinatni sistem.

Kakovosti rezultatov izravnave mreže ocenimo na osnovi (Stopar, Pavlovčič 2000):

- popravkov opazovanj  $v_i$ ,

Pomembno je, da že med izravnavo samo pregledamo popravke opazovanj vključenih v obdelavo. Vzrok manjše vrednosti popravkov opazovanj so slučajni pogreški, vzrok večje, pa grobi pogreški (PRILOGA B). Določitev vrednosti popravkov je odvisna tudi od števila nadštevilnosti  $i$ -tega opazovanja  $r_i$ .

- vrednosti referenčne variance a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  povezano s  $\chi^2$  testom (PRILOGA C)

Test je namenjen ugotovitvi ali se popravki opazovanj porazdeljujejo normalno. Če se

$$\text{vrednost testne } Y = \frac{\hat{\sigma}_0^2}{\sigma_0^2} \quad \dots(9)$$

statistike nahaja v intervalu zaupanja, ki je dan približno z  $0,6 < Y < 1,6$ , testno statistiko sprejmemo, sicer lahko sklepamo na:

- slabo izbiro uteži opazovanj – oceno referenčne variance a-priori  $\sigma_0^2$
  - prisotnost grobih pogreškov v opazovanjih
- vrednosti referenčne variance a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  povezano s  $\tau$  testom (PRILOGA D)

$\tau$ -test (Pope-ov test) je orodje, ki ga uporabimo v primeru, ko dejanske vrednosti referenčne variance a-priori ne poznamo, oziroma če je a-priori natančnost opazovanj vprašljiva. Takrat raje uporabimo po izravnavi pridobljeno vrednost a-posteriori referenčne variance  $\hat{\sigma}_0^2$ .

V programskih paketih obdelave GPS opazovanj, je merilo prisotnosti grobih pogreškov opazovanj, vrednost razmerja izračunane vrednosti  $\tau_i$  za  $i$ -ti popravek  $v_i$  in statistično določene vrednosti  $\tau_{r,\alpha/2}$  (ta je odvisna od nadštevilnosti  $r$  in določena s studentovo  $\tau$ -porazdelitvijo):

- če je  $\frac{\tau_i}{\tau_{r,\alpha/2}} < 1$   $i$ -to opazovanje ni obremenjeno z grobim pogreškom
- če je  $\frac{\tau_i}{\tau_{r,\alpha/2}} > 1$  je  $i$ -to opazovanje obremenjeno z manjšim grobim pogreškom

## 2.8. Transformacije koordinatnih sistemov

Pri transformaciji rezultatov GPS izmere v državni koordinatni sistem, izvajamo transformacije trirazsežnih pravokotnih koordinatnih sistemov med terestričnimi in klasičnimi geodetskimi koordinatnimi sistemi. GPS izmera se nanaša na terestrične koordinatne sisteme, državni koordinatni sistem pa temelji na astrogeodetskem datumu. Pri transformaciji trirazsežnih koordinatnih sistemov, potrebujemo pravokotne trirazsežne koordinate (X, Y, Z), ki jih pridobimo na osnovi elipsoidnih koordinat ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , h) točk. Trojico elipsoidnih koordinat pridobimo neposredno z obdelavo GPS opazovanj ali pa z združitvijo horizontalnih koordinat ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ) in elipsoidne višine (h). Horizontalni koordinati točk v državnem koordinatnem sistemu ( $\varphi$ ,  $\lambda$ ), pridobimo s preračunom danih pravokotnih ravninskih koordinat (y, x) v Gauss-Kruegerjevi projekcijski ravnini. Za izračun trirazsežnih pravokotnih koordinat (X, Y, Z) naj bi uporabljali elipsoidne koordinate točk ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , h). V nekaterih primerih pa se izkaže, da lahko elipsoidno višino (h) točke nadomestimo tudi z ortometrično (H).

### 2.8.1 Preračun med elipsoidnimi in pravokotnimi koordinatami

Pretvorba med geodetskimi ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , h) in pravokotnimi (X, Y, Z) koordinatnimi sistemi je pomembna pri povezavi terestričnih opazovanj. Transformacija med državnimi in globalnimi koordinatnimi sistemi, se izvaja na nivoju pravokotnih prostorskih koordinat točk, zato je potrebno geodetske koordinate pretvoriti v pravokotne.

Zveza med pravokotnimi (X, Y, Z) koordinatami točke v prostoru in elipsoidnimi koordinatami ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , h) je za rotacijski elipsoid dana z izrazom:

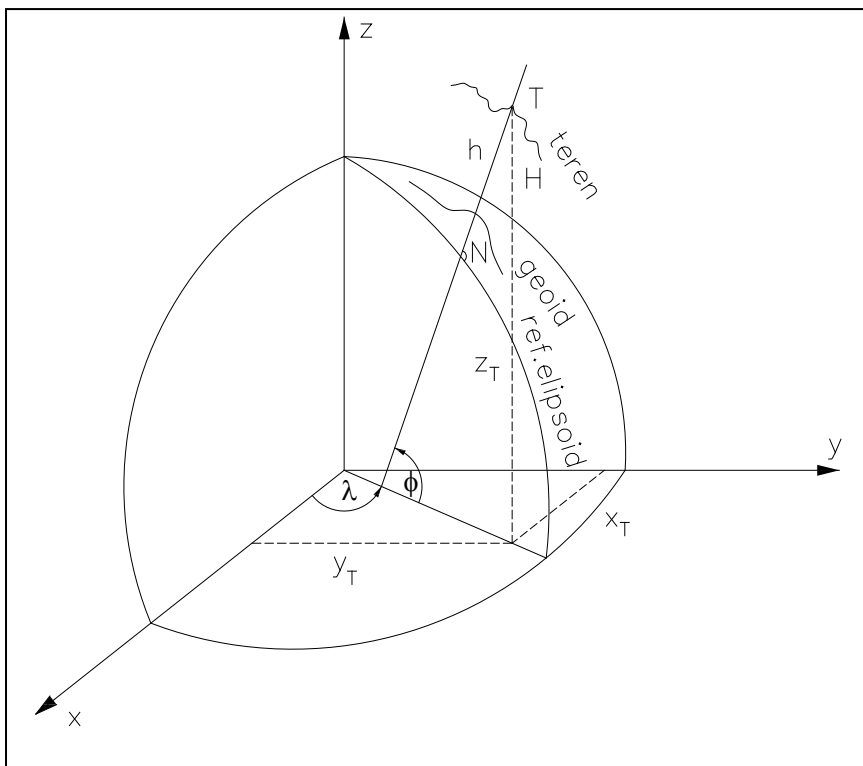
$$X = (N + h) * \cos \varphi * \cos \lambda \quad \dots(10)$$

$$Y = (N + h) * \cos \varphi * \sin \lambda \quad \dots(11)$$

$$Z = \left(\frac{b^2}{a^2} * N + h\right) * \sin \varphi \quad \dots(12)$$

$$N \dots \text{radij ukrivljenosti prvega vertikalnega za geografsko širino } \varphi \quad N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \quad \dots(13)$$

a, b...pol osi rotacijskega elipsoida.



**Slika 6:** Elipsoidne in pravokotne koordinate na rotacijskem elipsoidu

### 2.8.2 Metode transformacij koordinatnih sistemov

Obstaja veliko modelov transformacij trirazsežnih koordinatnih sistemov. Izbiro modela transformacije narekujejo želene lastnosti transformacijskih modelov in želene lastnosti transformiranih položajev točk. Transformacijski parametri so lahko vnaprej znani ali pa jih ocenimo na osnovi koordinat točk danih v obeh koordinatnih sistemih. V geodeziji uporabljamo naslednje transformacije koordinatnih sistemov:

- **afina transformacija** transformira preme linije v preme linije in ohranja vzporednost. V splošnem pa se spremeni velikost, oblika, položaj in orientacija linij v koordinatnem sistemu. Merilo je odvisno od smeri linije v koordinatnem sistemu.
- **podobnostna transformacija** prav tako transformira preme linije v preme linije in ohranja kote. Merilo je neodvisno od smeri linije, dolžine linij in položaji točk v mreži pa se lahko spremenijo.

- **ortogonalna transformacija** je podobnostna transformacija, pri kateri je merilo enako enoti. Koti in razdalje med točkami se ne spremenijo, spremenijo se položaji točk v koordinatnem sistemu.

### 2.8.3 Podobnostna transformacija v trirazsežnem prostoru

Ko transformiramo rezultate GPS izmere v državni koordinatni sistem, najpogosteje uporabljamo podobnostno transformacijo trirazsežnih koordinatnih sistemov. V primeru te transformacije je zveza med koordinatnima sistemoma dana s 7 transformacijskimi parametri:

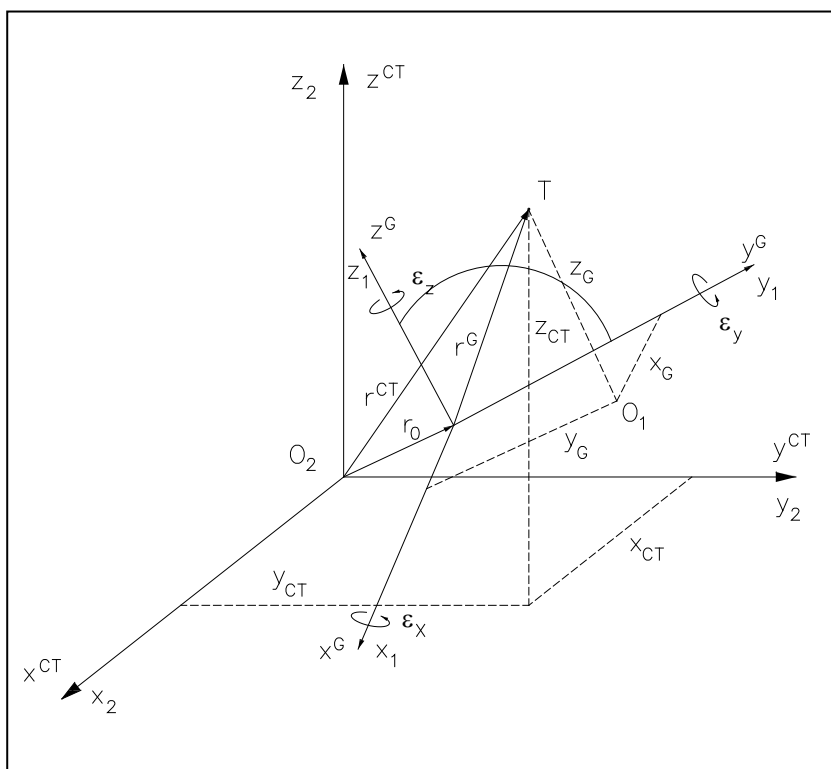
- tremi premiki med koordinatnima sistemoma,
- tremi zasuki med koordinatnima sistemoma in
- enim razmerjem enote dolžin med koordinatnima sistemoma (dolžinsko merilo).

Transformacijo med obema koordinatnima sistemoma, bi lahko izvedli na podlagi vnaprej danih transformacijskih parametrov, vendar pri nas (nekateri države imajo) parametrov nimamo vnaprej določenih. Zato transformacijske parametre določimo z izravnavo na osnovi koordinat identičnih točk danih v obeh sistemih.

Če transformiramo koordinate točke T iz geodetskega (G:  $O_1, x, y, z$ ) v konvencionalni terestrični (CT:  $O_2, X, Y, Z$ ) koordinatni sistem, moramo:

- prenesti izhodišče  $O_1$  v izhodišče  $O_2$ ,
- zasukati koordinatni sistem G okrog x-osi za kot  $\varepsilon_x$ , okrog y-osi za kot  $\varepsilon_y$ , okrog z-osi za kot  $\varepsilon_z$ .
- pomnožiti tako transformirane koordinate za razliko enote meril koordinatnega sistema G glede na koordinatni sistem CT.





**Slika 7:** G in CT koordinatni sistem

Prenos  $O_1$  v  $O_2$  izvedemo s translacijo za vektor  $\vec{r}_0$  s komponentami  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$ . Rotacije okrog posameznih koordinatnih osi izvedemo z množenjem rotacijskih matrik med seboj. Pri tem je pomemben vrstni red rotacije oziroma množenja rotacijskih matrik. Oba koordinatna sistema sta desnosučna, zato je kot zasuka pozitiven v proti urni smeri. V praksi je najpogosteje v porabi t.i. kardanska rotacijska matrika, ki jo dobimo z množenjem rotacijskih matrik v vrstnem redu:  $R = R_z(\varepsilon)R_y(\varepsilon)R_x(\varepsilon)$ . ... (14)

Rotacijske matrike za kote rotacij  $\varepsilon_x$ ,  $\varepsilon_y$ ,  $\varepsilon_z$ , okrog osi  $x_G$ ,  $y_G$ ,  $z_G$  imajo obliko:

$$- \text{ rotacijska matrika okrog z-osi } R_z = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_z & \sin \varepsilon_z & 0 \\ -\sin \varepsilon_z & \cos \varepsilon_z & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots(15)$$

$$- \text{ rotacijska matrika okrog y-osi } R_y = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_y & 0 & -\sin \varepsilon_y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \varepsilon_y & 0 & \cos \varepsilon_y \end{bmatrix} \quad \dots(16)$$

$$- \text{rotacijska matrika okrog x-osi } R_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varepsilon_x & \sin \varepsilon_x \\ 0 & -\sin \varepsilon_x & \cos \varepsilon_x \end{bmatrix} \quad \dots(17)$$

Za majhne vrednosti kotov (manjše od 10") rotacij lahko uporabimo približno kardansko

$$\text{rotacijsko matriko } R \approx \begin{bmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{bmatrix} \quad \dots(18)$$

Skupna (sedem parametrična) Helmertova transformacija koordinatnega sistema G v CT je dana z matričnim zapisom:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \end{bmatrix} + (1 + \varepsilon_s) * R_z * R_y * R_x + \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} \quad \dots(19)$$

V vektorskem zapisu pa ima izraz obliko:

$$\vec{r}_T^G = (1 - \varepsilon_s) * R_z(-\varepsilon_z) * R_y(-\varepsilon_y) * R_x(-\varepsilon_x) * [\vec{r}_T^{CT} - \vec{r}_0] \quad \dots(20)$$

#### 2.8.4 Izravnava in ocena rezultatov transformacije

Za izravnavo transformacije uporabimo splošni model izravnave, ki omogoča skupno obravnavo opazovanj in neznank. V primeru transformacije, obravnavamo koordinate točk dane v obeh koordinatnih sistemih, kot opazovanja s pripadajočo informacijo o natančnosti - neznanke so transformacijski parametri. Za zanesljivo rešitev in natančnost izravnave transformacije je pomembno, da je prostorska razporeditev točk čimbolj enakomerna, sicer bomo dobili rešitev, ki bo značilna za področje z večjo gostoto točk.

Transformacijske parametre ocenjujemo z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov, koordinate točk v obeh sistemih pa obravnavamo kot »opazovanja«. Ko ocenjujemo izravnavo transformacije, v večini obravnavamo splošne lastnosti izravnave, nekaj pa je tudi specifičnih. Posebej specifično je vrednotenje rezultatov izravnave, kjer je potrebno upoštevati številne vplive na rezultate, med katerimi so pomembni vpliv geometrije mreže, vpliv distorzij koordinatnih sistemov,...

Splošne lastnosti izravnave so:

- vrednost referenčne variance a-posteriori,
- transformacijski parametri,
- odstopanja med danimi in transformiranimi koordinatami identičnih točk,
- kovariančno matriko vektorja neznank in vektorja odstopanj,

Rezultat izravnave transformacije sta dva niza koordinat, ki ju povezujejo ocenjene vrednosti transformacijskih parametrov. Merilo, orientacija in položaj posameznega koordinatnega sistema v prostoru, ostanejo po transformaciji nespremenjeni. Spremenijo se položaji, ter dolžine in koti med točkami v posameznem koordinatnem sistemu. Premiki točk v mreži so običajno majhni in ne spreminjajo narave transformiranega lika.

Pri ocenjevanju transformacijskih parametrov je potrebno transformacijskim parametrom nameniti ustrezno pozornost, ter ugotoviti ali so vrednosti transformacijskih parametrov sploh značilno različne od 0. Če ugotovimo, da so vrednosti značilno enake 0, privzamemo za vrednosti transformacijskih parametrov kar vrednosti enake 0. Med transformacijskimi parametri je za geodezijo najpomembnejša ocena vrednost merila med sistemoma, zato jo je potrebno izvesti dovolj obširno. Pri ocenjevanju faktorja merila je tako potrebno ugotoviti:

- ali je merilo, določeno iz posamezne dolžine med parom točk, skladen s skupnim merilom na obravnavanem območju. Pri tem lahko uporabimo običajne teste za ugotavljanje prisotnosti grobih pogrškov:
  - ali so dolžine na enem delu območja skladne z drugim delom,
  - ali so stranice v določeni smeri skladne z ostalimi stranicami,
  - če imamo dovolj podatkov, območje razdelimo na manjša območja in ugotavljamo skladnost lokalnega merila območja s skupnim merilom celotnega območja.

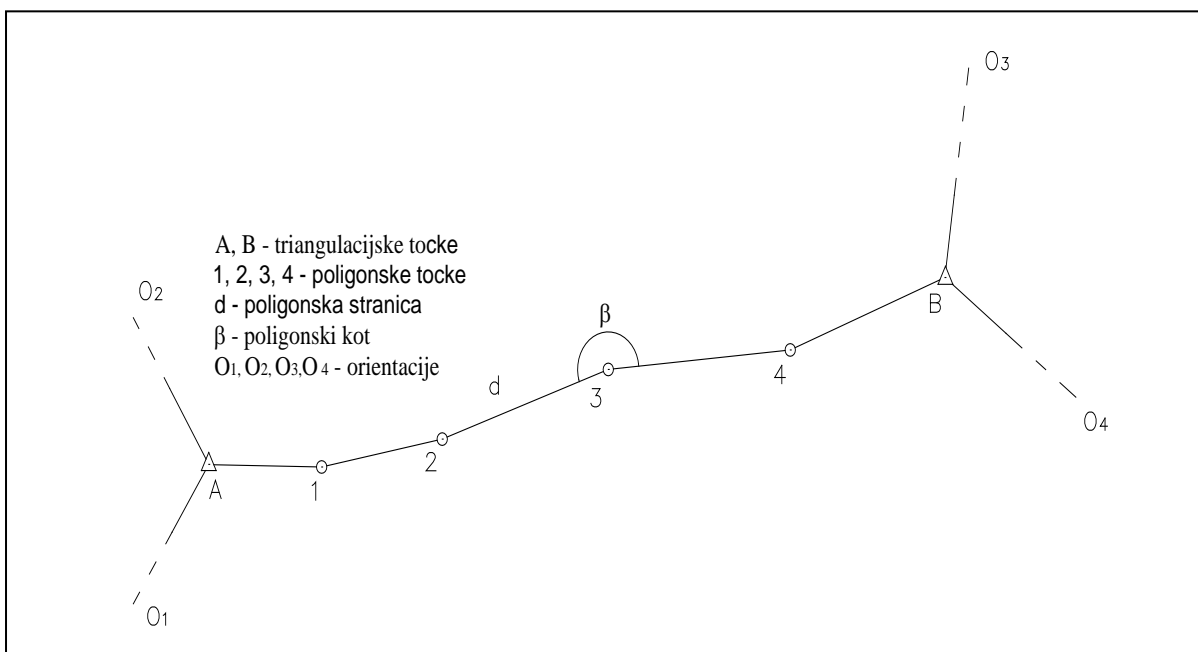
Naslednje kar nas zanima je obravnava popravkov koordinat, izračunanih kot razlika koordinat pred transformacijo, ter na osnovi ocenjenih transformacijskih parametrov preračunanih koordinat. Če popravki niso normalno porazdeljeni, lahko sklepamo na prisotnost sistematičnih in/ali grobih pogrškov koordinat. Zato naj bi po opravljeni izravnavi, s postopkom pregleda opazovanj (data snooping) ugotovili prisotnost teh pogrškov v vsaki koordinati. Natančnost transformiranih koordinat je odvisna od

natančnosti koordinat, ki smo jih uporabili za oceno transformacijskih parametrov ter od natančnosti ocene transformacijskih parametrov (PRILOGA E).

### 3 KLASIČNA TERESTRIČNA GEODEZIJA

#### 3.1 Planiranje izmere poligona

Pri popolno razviti triangulacijski mreži IV reda bi dobili na območju, ki ga želimo uporabiti za detajlno izmero, geodetske točke v oddaljenosti 1 do 3 kilometrov. Ker pa je triangulacijska mreža takšnega reda še vedno preredka, da bi jo lahko uporabljali za detajlno izmero, moramo mrežo dodatno zgostiti. To naredimo s pomočjo niza medsebojno povezanih poligonskih točk, ki sestavljajo poligonske vlake in poligonske mreže. Takšni vlaki in mreže, pa so osnova za neposredno terensko delo.

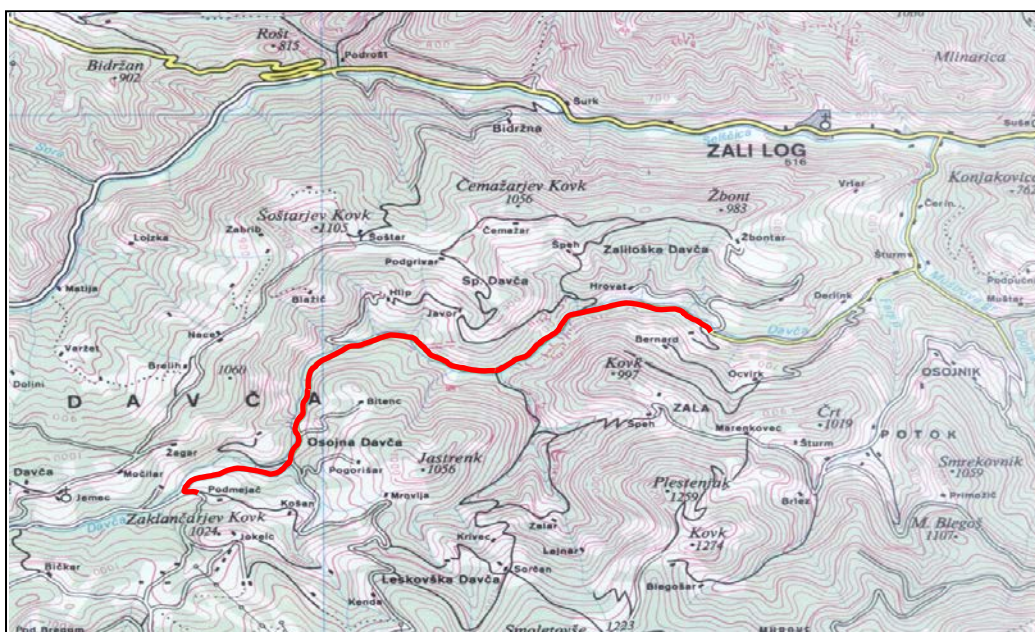


**Slika 8:** Poligonski vlak

Če so poligonski vlaki vezani na začetku in koncu na trigonometrične točke, se takšni vlaki imenujejo priklepni poligonski vlaki. Prav tako so lahko priklepni poligonski vlaki navezani na poligonske točke, ki so bile že predhodno določene in so višjega reda.

### 3.1.1 Rekognosciranje terena

Rekognosciranje poligonske mreže pomeni izbiro mesta novih poligonskih točk. To je en bolj odgovornih del pri planiranju izmere poligona, saj je od njega odvisna kvaliteta mreže in ekonomičnost del. Pred samim terenskim ogledom izdelamo projekt mreže. To pomeni, da na topografsko karto v merilu npr. 1:50 000 vrisemo predvidene nove poligonske točke in tako ocenimo približno število novih točk. Ker pa se iz karte ne da nedvoumno ugotoviti ali se med dvema novima točka dejansko vidi ali pa pogled zastira gostota vegetacije ali podobno, je potrebno opraviti ogled terena. S tem ogledom pridobimo potrebne informacije o dejanskih topografskih značilnostih terena, kar je pri planiranju poligonske mreže nepogrešljivo. Z ogledom preverimo ali je gostota planiranih novih poligonskih točk, ki jih bomo potrebovali za učinkovitost geodetske izmere pravilna, in če ni, dodamo nove točke. V mojem primeru je bilo potrebno razviti poligonsko mrežo za potrebe parcelacije dolžinskega objekta v izmeri cca. 6 km, na lokaciji med krajema Zali log – Davča. Ob prvem terenskem ogledu sem ugotovil, da bo gostota poligonske mreže velika zaradi velike razgibanosti terena. Cesta poteka po dolini reke Davče z ozkimi skalnimi grli in velikim številom cestnih ovinkov.



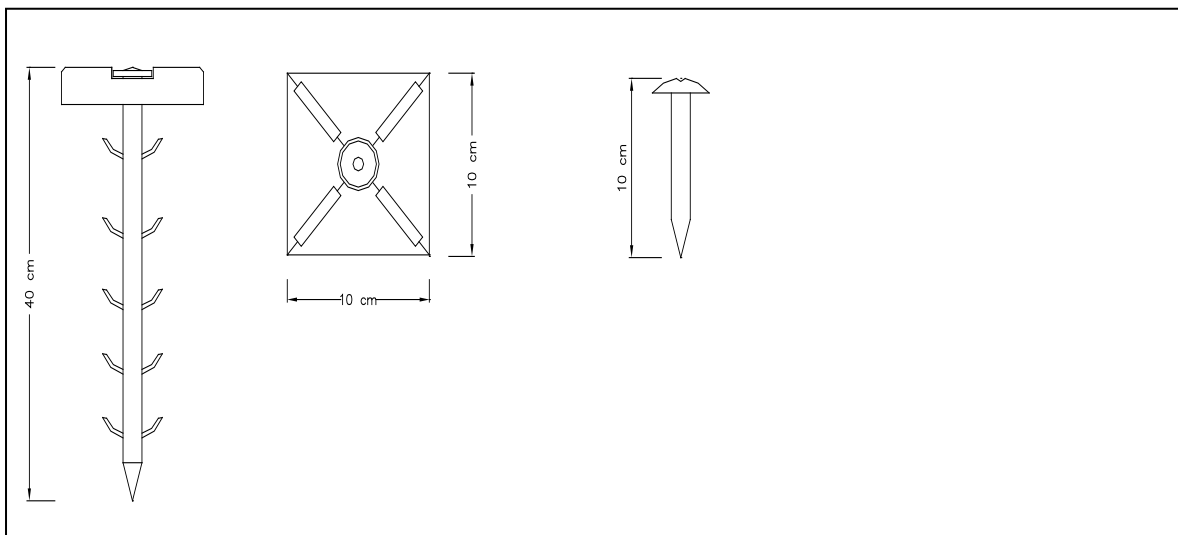
**Slika 9:** Prikaz območja poligona na Atlasu Slovenije, merilo 1:50 000, 1992

### **3.1.2 Izbira točk v državnem koordinatnem sistemu**

Za izračun priklepnega poligona potrebujemo na vsaki strani poligona po eno točko določeno v državnem koordinatnem sistemu (na sliki 8 označeni kot črki A in B). Na vsaki strani poligona pa potrebujemo še vsaj eno dano točko, ki nam bo služila kot orientacija (na sliki 8 označeni kot črki O). Pri rekognosciranju terena smo ugotovili, da je na našem območju izmere obstoječa mreža v državnem koordinatnem sistemu neuporabna saj je bila določena v pred skoraj petdesetimi leti, medtem pa je gozd zakril vse vizure med točkami, nekatere pa so bile že uničene. Zato smo na območju razvili novo mrežo z uporabo GPS metode. Določili smo po tri nove GPS točke na vsaki strani poligona, tako da smo imeli eno točko za začetno in končno stojišče, ter po dve orientaciji teh stojišč. Za kontrolo in za natančnejšo določitev koordinat poligonskih točk, pa smo določili s GPS metodo še koordinate ene izmed novih točk poligona (P32) in eno dodatno orientacijsko točko izven poligona, ki je služila kot orientacija za notranjo smer ene izmed novih poligonskih točk (P15).

### **3.1.3 Stabilizacija novih poligonskih točk**

Vse nove poligonske točke se na terenu trajno stabilizirajo. V našem primeru smo točke označevali na dva načina in sicer z jeklenim sidrom dolžine 40 cm in plastično kapo rdeče barve ali pa z jeklenim klinom dolžine 10 cm na glavi katerega je napis geodetska točka (Slika 10). Sidra se uporabljajo za stabilizacijo v mehkem terenu (pesek, zemlja...), jeklene kline pa zabijemo v asfalt. Na trasi poligona smo morali zaradi razgibanosti in nepreglednosti terena stabilizirati 46 novih poligonskih točk.



**Slika 10:** vrsta stabilizacije poligonske točke

## 3.2 Izmera poligona

### 3.2.1 Merjenje horizontalnih kotov

Meritve horizontalnih kotov opravljamo z elektronskimi tahimetri. Elektronski tahimeter je kombinacija elektronskega teodolita in elektronskega razdaljemera. Prednosti elektronskega teodolita v primerjavi s klasičnim mehanskim teodolitom je veliko. Najbolj izrazita prednost je elektronski način čitanja na krogih, ki je zamenjalo klasično čitanje skozi okular razdelbe horizontalnega kroga. S tem pridobimo ne samo pri hitrosti ampak predvsem pri natančnosti in odpravi grobega pogreška čitanja. Potem je tu še odprava zamudnega zapisovanja terenskih zapisnikov, ki ga je nadomestilo registriranje podatkov in avtomatično shranjevanje na notranji pomnilnik inštrumenta ali celo na prenosni medij. Tudi tu odpravimo grobi pogrešek, ki se lahko pojavi pri zapisovanju merskih podatkov v zapisnik in kasneje prepisovanje podatkov v računalnik. Seveda je prednosti še več. Vendar pa se tudi pri elektronskih tahimetrih lahko pojavijo instrumentalni pogreški. Najpogosteje se pojavijo trije tipi pogreškov (Mihailović 1974):

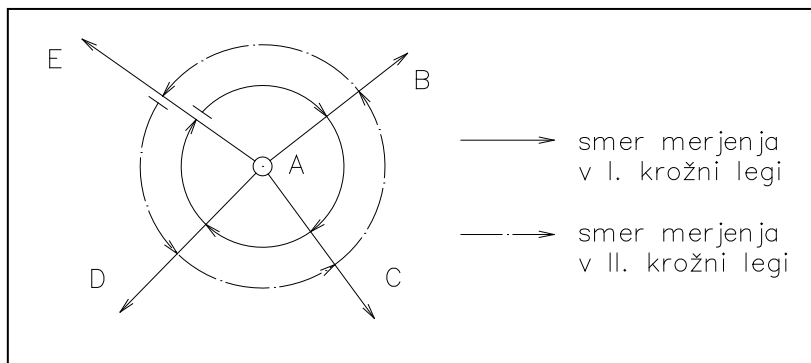
- Kolimacijski pogrešek, ki predstavlja nepravokotnost Y in X osi, označimo pa ga s črko c. Pogrešek se odpravi z merjenjem horizontalnih kotov v obeh krožnih legah (girusna metoda).



- Pogrešek nehorizontalnosti Y osi, ki predstavlja nepravokotnost Y in Z osi, označimo pa ga s črko *i*. Pogrešek se odpravi z merjenjem kotov v obeh krožnih legah (girusna metoda).
- Pogrešek alhidadnih libel oziroma kompenzatorja, ki predstavlja nepravokotnost Z in L osi. Velikost pogreška lahko zmanjšamo z uravnavanjem alhidadnih libel in delovanjem kompenzatorja. Pogreška ni mogoče odpraviti z merjenjem v obeh krožnih legah. Velja, da prav pogrešek alhidadnih libel najbolj vpliva na natančnost merjenja horizontalnih kotov.

Za nadzor in odpravo instrumentalnih pogreškov moramo poskrbeti sami in sicer z rednim opazovanjem pojavljanja pogreškov (navadno imajo elektronski tahimetri že vgrajeno programsko opremo za ugotavljanje instrumentalnih pogreškov) in odpravo le teh na pooblaščenih servisih, kjer instrument natančno preizkusijo in pogreške odpravijo.

Poznamo več metod merjenja horizontalnih kotov, izbira prave pa je odvisna od namena geodetske izmere in predvidene natančnosti le te. Z željo po odpravi grobih pogreškov in zadovoljitvi natančnosti geodetskih meritev, uporabljamo girusno metodo. Osnova girusne metode je merjenje v dveh krožnih legah. Istočasno merimo več kotov z istim temenom, v obeh krožnih legah, v pravilnem zaporedju. V prvi krožni legi merimo kote v smeri urinega kazalca od začetne smeri do zadnje smeri, v drugi krožni legi pa v obratni smeri. Želene kote dobimo z odštevanje prve smeri od ustreznih drugih smeri (Slika 11).



**Slika 11:** Girusna metoda

Če želimo povečati natančnost geodetskih meritev, moramo meriti v več girusih. V našem primeru smo merili v dveh girusih. Kadar merimo v več girusih, lahko vrednost začetne smeri v naslednjem girusu premaknemo za približno  $180^\circ/n$  ( $n$  je število vseh girusov). Vizirati začnemo in končamo na isti točki.

### 3.2.2 Merjenje dolžin

Danes dolžine merimo z elektronskimi razdaljemerji. Poznamo tri vrste elektrooptičnih razdaljemerov, ki se med seboj ločijo glede na način merjenja (Kogoj 2002):

- Impulzni razdaljemerji. Dolžino merijo s pomočjo svetlobnega žarka, ki je svetlobni sunek pravokotne ali trikotne oblike. Dolžino določajo na osnovi direktno merjenega časa, ki ga svetlobni impulz potrebuje, da prepotuje razdaljo od instrumenta do reflektorja in nazaj.
- Interferenčni razdaljemerji. To so predvsem laboratorijski instrumenti, za merjenje kratkih dolžin. V geodeziji jih uporabljamo predvsem za kompariranje nivelmanskih lat, ter zelo natančne meritve v inženirski geodeziji. Na osnovi interference svetlobe, instrument izmeri velikost premika merske prizme merskega sistema.
- Fazni razdaljemerji. Temeljijo na moduliranem elektromagnetnem valovanju. Združujemo dve elektromagnetni valovanji in sicer nosilno valovanje in mersko valovanje. Nosilno valovanje zagotavlja premočrtnost razširjanja, mersko valovanje pa določa dolžinsko mersko enoto. Fazni način meritev je najbolj preizkušen način merjenja z elektrooptičnimi razdaljemerji. Ti instrumenti so cenejši in so večinoma sestavni del elektronskih tahimetrov.

Tudi pri merjenju dolžin poznamo pogreške. Obravnavamo lahko dva bistvena sistematična pogreška (Kogoj 2002):

- Vpliv atmosfere. Razdaljemer vedno izračuna razdaljo med dvema točkama ob predpostavki, da v atmosferi veljajo izbrani referenčni pogoji. Ker pa so ti pogoji realno v vsakem trenutku lahko drugačni, moramo za vsako opravljeno meritev dolžine v poligonskem vlaku meriti meteorološke parametre (temperatura zraka, zračni tlak, delni tlak vodne pare), s katerimi lahko določimo dejansko stanje atmosfere. Tako lahko upoštevamo spremembo hitrosti razširjanja elektromagnetnega valovanja, zaradi spremenjene optične gostote zraka.
- Instrumentalni pogreški. Najpogostejši so pogrešek merske frekvence (dejanska merska frekvenca se zaradi različnih vzrokov razlikuje od tiste, ki jo upošteva instrument), pogrešek merjenja faze (omejena ločljivost instrumenta je posledica nepopolnosti sistema, ki določa fini odčitek dolžine), in pogrešek adicijske konstante (horizontalna ekscentriciteta stojiščnih osi instrumenta in reflektorja in točk oddaje, odboja in sprejema elektromagnetnega valovanja).

Natančnost razdaljemerov je podana z dvema parametroma. Prvi definira vpliv konstantnega dela pogreškov, drugi pa je vpliv pogreškov, ki so odvisni od velikosti dolžine. Natančnost merjene dolžine opisuje standardna deviacija merjene dolžine.

### 3.2.2 Instrumentarij

Pri izmeri poligona smo uporabljali elektronski tahimeter znamke Leica tip TC703. Kot pribor pa smo uporabili tri trinožne stativo, dve podnožji s prizmami proizvajalca Leica, ročni merski trak in termometer. Tehnični podatki inštrumenta so predstavljeni v preglednici št.3.

**Preglednica 3:** Tehnični podatki inštrumenta Leica TC703

<b>Teleskop</b>	
Povečava	30x
Slika	Pokončna
Svetli premer objektiv	40 mm

Najkrajša fokusna razdalja	1.7 m
Fokusiranje	Precizno
Vidno polje	1°30'
Vidno polje teleskopa pri 100 m	2.6 m
<b>Merjenje kotov</b>	
Absolutno, trajno	
Osveževanje	0.3 s
Enote	360°seksagezimalno, 400gon, 360° decimalno, v%, ±V
Standardni odklon TC 703	3" (1 mgon)
Najmanjša prikazana enota TC 703	gon – 0.0005, 360d – 0.0005, 360s – 1"
Občutljivost libele	Dozna libela – 6'/2 mm, Elektronska libela – 20''/2 mm
<b>Lasersko grezilo</b>	
V alhidadi, vrtljivo z inštrumentom	
Natančnost	Največji rotacijski premer laserske pike: ±0.8 mm / 1.5 m
Premer laserske pike	2.5 mm / 1.5 m
<b>Kompenzator</b>	
Dvoosni oljni	
Področje delovanja	±4' (0.07 gon)
Nastavitvena točnost TC 703	1" (0.3 mgon)
<b>Samodejni popravki</b>	
Kolimacijski pogrešek	DA
Indeksni pogrešek	DA

Ukrivljenost zemlje	DA
Refrakcija	DA (srednja vrednost koeficienta refrakcije $k = 0.13$ )
<b>Merjenje dolžin</b>	
Tip	Infrardeč
Valovna dolžina nosilnega valovanja	0.780 $\mu\text{m}$
Merilni sistem	Poseben frekvenčni sistem, osnova 100 MHz $\approx$ 1.5m
Tip razdaljemera	Koaksialen
Zaslonska ločljivost	1 mm
Natančnost običajne meritve	2 mm + 2 ppm
Čas običajne meritve	< 1 s

### 3.3 Obdelava izmere poligona

#### 3.3.1 Reduciranje poševno merjenih dolžin

Na terenu izmerjena dolžina med dvema poligonskima točkama je navadno poševna in zaradi meteoroloških popravkov tudi ukrivljena. Ker so dolžine merjene med različnimi nadmorskimi višinami, jih še ne moremo uporabljati za računanja na skupni površini (izbrana primerjalna ploskev – plašč referenčnega elipsoida ali plašč krogle). Merjeno dolžino moramo zato reducirati, kar pomeni, da jo popravimo za izračunano vrednost. Poznamo tri vrste popravkov (Kogoj 2002):

- *Meteorološke (fizikalne) popravke*, kar pomeni izračun razlike med vrednostjo, ki jo prikaže instrument in geometrično dolžino poti svetlobnega žarka med razdaljemerom in reflektorjem. Ločimo prvi popravek hitrosti (upoštevanje dejanske hitrosti svetlobe

zaradi spremenjenih optičnih lastnosti atmosfere), ki ga moramo vedno obvezno upoštevati in drugi popravek hitrosti (napaka interpolacije meteoroloških parametrov), katerega velikost je bistvena šele pri daljših dolžinah.

- *Geometrične popravke* je potrebno upoštevati zaradi oblike refrakcijske krivulje, s katero opišemo pot žarka, ter zaradi horizontalnih in vertikalnih ekscentricitet razdaljemera in reflektorja. Rezultat je poševna dolžina na nivoju točk (dolžina »kamen-kamen«). Te redukcije zahtevajo dodatne dane oz. merjene količine, vezane tudi na izbrano referenčno ploskev (višinska razlika, zenitna razdalja, ukrivljenost Zemlje ...)
- *Projekcijski popravki*: Izračun in upoštevanje projekcijskih popravkov pomeni prehod s prostorske poševne dolžine na nivoju točk, na dolžino sfernega loka na nivoju referenčnega horizonta (na referenčni ploskvi), ter nato v izbrano projekcijsko ravnino. Tu so potrebne elipsoidne višine, problem pa je, da so na splošno na razpolago le nadmorske oz. ortometrične višine, ki se nanašajo na ploskev geoida. Obravnavane geometrične redukcije se delijo v 2 skupini in sicer:
  - razlike med dolžinami tetiv v odvisnosti od naklona in višine,
  - razlike med dolžino na izbrani referenčni ploskvi in v izbrani projekcijski ravnini.

Redukcije poševno merjenih dolžin smo opravili s pomočjo geodetskega programskega paketa Geo10 (Geodetski zavod Slovenije). Dolžine smo merili obojestransko, temperaturo smo merili trikrat (na začetku, sredini in koncu poligona), zračnega tlaka pa nismo merili, zaradi relativno kratkih merjenih dolžin in zaradi manjšega vpliva spremembe dejanskega tlaka od referenčnega.

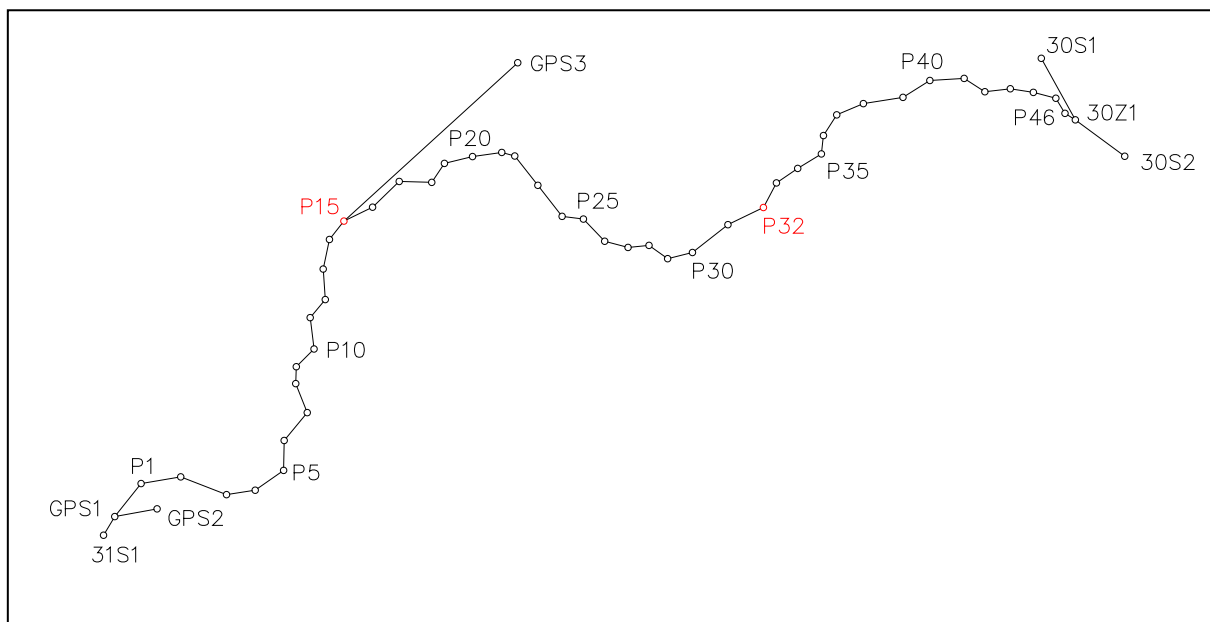
### **3.3.2 Izravnava poligona in ocena rezultatov izravnave**

Nepristransko oceno za vse spremenljivke v matematičnem modelu, bomo pridobili samo v primeru, ko bodo pravi pogreški opazovanj porazdeljeni slučajno. Ker pa so v opazovanjih vedno prisotni tudi grobi in sistematični pogreški, jim je potrebno posvetiti posebno pozornost. Pri tem obravnavamo prisotnost grobih in/ali sistematičnih pogreškov v

opazovanjih na osnovi predhodne analize opazovanj, ter tudi na osnovi rezultatov izravnave opazovanj.

Uporabili smo posredno izravnavo opazovanj. Ker smo imeli možnost uporabiti večje število opazovanj kot je bilo nujno potrebno za enolično rešitev, smo podatke izravnali na več načinov in sicer:

- znano stojišče na začetku in koncu poligona s smermi na dve dani točki,
- znano stojišče na začetku in koncu poligona s smermi na dve dani točki, ter vmesno poligonsko točko P32 z znanimi koordinatami,
- znano stojišče na začetku in koncu poligona s smermi na dve dani točki, ter dodatno smerjo na dano točko s poligonske točke P15,
- znano stojišče na začetku in koncu poligona s smermi na dve dani točki, vmesno poligonsko točko P32 z znanimi koordinatami, ter dodatno smerjo na dano točko s poligonske točke P15.



**Slika 12:** Skica poligona (M = 1:25000)

Cilj različnih načinov izravnav je bil ugotoviti, koliko in kakšne dodatne meritve je smiselno uporabiti za kvalitetno izmero in izračun koordinat novih poligonskih točk.

V primeru nadštevilnih opazovanj imamo torej opravka s predoločenim problemom (na razpolago imamo več neodvisnih opazovanj kot neodvisnih neznank), ki ga rešimo pod pogojem, da mora biti vsota kvadratov popravkov opazovanj minimalna. Izravnava nadštevilnih opazovanj pod tem dodatnim pogojem imenujemo izravnava po metodi najmanjših kvadratov.

### 3.3.2.1 Izravnava po metodi najmanjših kvadratov

Definitivne položaje točk, pridobljene s postopki izmere poligona, kot tudi končno analizo natančnosti posameznih opazovanj in natančnosti določitve definitivnih položajev točk, pridobimo z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov. Poleg dejstva, da morajo opazovanja popolnoma ustrezati modelu (mreža mora biti geometrično in matematično zaprta), morajo odgovarjajoči popravki opazovanj zadostiti pogoju najmanjše vsote kvadratov:

$$\Phi = p_1 * v_1^2 + \dots + p_n * v_n^2 = \sum_{i=1}^n p_i * v_i^2 \longrightarrow \min \quad \dots(21)$$

kjer so  $p_i$  uteži opazovanj  $l_i$ . Utežna funkcija  $\Phi$  velja za primer nekoreliranih opazovanj različnih natančnosti. Vsako ocenjeno opazovanje dobimo kot vsoto vrednosti opazovanj in pripadajočega popravka:  $\hat{l}_i = l_i + v_i$ . ...(22)

Ker pa popravkov ne poznamo, jih moramo določiti preden lahko določimo popravljene vrednosti opazovanj.

Najpogostejša tehnika izravnave po metodi najmanjših kvadratov je posredna izravnava, ki ima naslednje značilnosti (Stopar, predavanja izravnalni račun I):

- število enačb  $s$  je enako številu opazovanj  $n : s = n$ ,
- enačbe vključujejo opazovanja in neznanke,
- vsaka enačba vključuje samo eno opazovanje.

Matrični model veznih enačb (Gauss-Markov model) ima obliko:

$$\mathbf{v}_{[n \times 1]} + \mathbf{B}_{[n \times u]} * \Delta_{[u \times 1]} = \mathbf{f}_{[n \times 1]} \quad \dots(23)$$



$n$ ...število opazovanj

$u$ ...število neznank

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

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

$\Delta$ ...vektor neznank

$\mathbf{f}$ ...vektor prostih členov, ki običajno vsebuje a-priori numerične vrednosti opazovanj  $f = k - l$

$\mathbf{k}$ ...vektor numeričnih konstant [ $n \times 1$ ]

$\mathbf{l}$ ...vektor opazovanj [ $n \times 1$ ]

Za določitev minimuma utežne funkcije  $\Phi$ , enačimo parcialne odvode utežne funkcije  $\Phi$  po vseh neznankah z nič. Matrika uteži  $\mathbf{P}$  je lahko diagonalna (nekorelirana opazovanja) ali pa polna (korelirana opazovanja). Rešitev posredne izravnave so vrednosti neznank in vektor popravkov opazovanj, ter pripadajoče ocene natančnosti.

$$- \text{Matrika koeficientov normalnih enačb: } \mathbf{N}_{[u \times u]} = \mathbf{B}^T * \mathbf{P} * \mathbf{B} \quad (\mathbf{N} \text{ regularna}); \quad \dots(24)$$

$$- \text{Normalne enačbe: } \mathbf{N} * \Delta = \mathbf{t}, \quad \dots(25)$$

$$- \text{kjer je } \mathbf{t} \text{ vektor konstant normalnih enačb } \mathbf{t} = \mathbf{B}^T * \mathbf{P} * \mathbf{f}; \quad \dots(26)$$

$$- \text{Rešitev normalnih enačb – vektor neznank: } \Delta = \mathbf{N}^{-1} * \mathbf{t}; \quad \dots(27)$$

$$- \text{Popravki opazovanj: } \mathbf{v} = \mathbf{f} - \mathbf{B} * \Delta; \quad \dots(28)$$

$$- \text{Vrednosti izravnanih opazovanj: } \hat{\mathbf{l}} = \mathbf{l} + \mathbf{v}. \quad \dots(29)$$

Natančnost ocenjenih vrednosti neznank in izravnanih vrednosti opazovanj, podajata matriki

$$\text{kofaktorjev: } \mathbf{Q}_{\Delta\Delta} = \mathbf{N}^{-1} \quad \dots(30)$$

$$\text{in } \mathbf{Q}_{\hat{l}\hat{l}} = \mathbf{B} * \mathbf{N}^{-1} * \mathbf{B}^T. \quad \dots(31)$$

Oceno izravnave celotne mreže podaja referenčna varianca a-posteriori, dobljena na osnovi izravnave po metodi najmanjših kvadratov, ki je dana z izrazom:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{v}^T * \mathbf{P} * \mathbf{v}}{r}, \quad \dots(32)$$

$$\text{kjer je } r \text{ število nadštevilnih opazovanj: } r = n - u \quad \dots(33)$$

( $n$ ...število opazovanj,  $u$ ...število neznank).

Kovariančno-variančni matriki sta izračunani kot:  $\sum_{\Delta\Delta} = \hat{\sigma}_0^2 * \mathbf{Q}_{\Delta\Delta}$  ... (34)

in  $\sum_{ll} = \hat{\sigma}_0^2 * \mathbf{Q}_{ll}$ . ... (35)

### 3.3.2.2 Ocena rezultatov izravnave

Rezultat izravnave geodetske mreže je vektor izravnanih opazovanj in vektor ocenjenih koordinat točk mreže. Pred izravnavo naj bi opazovanja popravili za vrednosti sistematičnih vplivov na opazovanja, ter odstranili grobo pogrešena opazovanja iz niza opazovanj. Kljub temu pa moramo pred nadaljnjo uporabo ugotoviti ali so pridobljeni rezultati izravnave zanesljivi. To je tudi glavna naloga ocenjevanja rezultatov izravnave.

Ocenjevanje rezultatov izravnave je v glavnem omejeno na ugotavljanje in odstranjevanje grobo pogrešenih opazovanj, ki so po velikosti pogreškov »malo grobo pogrešena«. Pri tem predpostavljamo, da smo »zelo grobo pogrešena« opazovanja odstranili med samo izmero ali s predhodno obdelavo opazovanj ali z obojim. Popravki opazovanj so merilo kakovosti opazovanj, ter tudi merilo kakovosti matematičnega modela v katerega so opazovanja vključena. Teoretično naj bi bili vzrok za pojav popravkov opazovanj samo slučajni pogreški opazovanj. V praksi pogosto uporabljamo približno predhodno oceno prisotnosti grobih pogreškov v opazovanjih, ki temelji na kriteriju, da je vsako odstopanje v enačbi popravkov, ki je dvakrat večje od pripadajoče standardne deviacije tega odstopanja, potrebno obravnavati glede prisotnosti grobih pogreškov. Prisotnost grobih pogreškov poveča velikost popravkov opazovanj. Izravnava po metodi najmanjših kvadratov teži k odstranitvi vpliva grobo pogrešenega opazovanja na rezultate izravnave. Tako se veliki popravki opazovanj pojavijo za opazovanja v bližini grobo pogrešenega opazovanja in ne nujno za grobo pogrešeno opazovanje.

Globalni test modela in pregled opazovanj sta najpogosteje uporabljana postopka za ocenjevanje popravkov opazovanj. Z globalnim testom modela ugotovimo prisotnost grobih pogreškov opazovanj, s postopkom pregleda opazovanj pa lociramo grobo pogrešena opazovanja. Po izravnavi najprej izvedemo globalni test modela, s katerim testiramo skladnost referenčne variance a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  z referenčno varianco a-priori  $\sigma_0^2$ . Referenčna varianca

a-priori  $\sigma_0^2$  za vsako skupino opazovanj mora biti izbrana tako, da bo zagotovljena vrednost referenčne variance a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  v mejah med 0.6 in 1.6. Če je globalni testa modela neuspešen, je potrebno ponovno pregledati opazovanja. Pregled opazovanj je kombiniran proces odkrivanja »poprakov verjetno grobo pogrešenih opazovanj«, ter lociranje in odstranitev grobih pogreškov opazovanj.

#### 4. ZAKLJUČEK

Potreba po navezavi katastrske izmere na državno mrežo je pogojila določitev geodetske mreže na območju izmere. Ker razgibanost in predvsem poraščenost terena z gosto vegetacijo ni omogočala navezave poligona na obstoječo državno geodetsko mrežo in ker prav tako razgibanost terena (strmine in poraščenost terena) ni omogočala določitev koordinat novih točk poligona s klasično terestrično metodo, smo se odločili za kombinirano metodo izmere. Najprej smo s pomočjo GPS izmere določili mrežo GPS točk, ki so nam kasneje služile za umestitev poligona v državno geodetsko mrežo. Na širšem območju smo izbrali tri geodetske točke z danimi koordinatami v obeh koordinatnih sistemih (ETRS89 in državnem). Po rekognosciranju terena poligonske mreže, smo si zastavili cilj, da bomo obliko GPS mreže, ki bo služila za navezavo poligona, oblikovali tako, da bo mogoče kontrolirati natančnost izmere poligona tudi znotraj poligona samega. Zaradi velike razgibanosti terena (ovinkaste ceste), smo morali na šestih kilometrih ceste postaviti kar 46 poligonskih točk. To pa nam je zmanjšalo položajno natančnost določitve teh točk. Tako smo določili poleg osnovnih točk na začetku in koncu poligona (ena točka za začetno oz. končno stojišče in po dve točki za navezavo), še notranjo vizuro iz poligonske točke številka P15 in GPS koordinato poligonske točke številka P32. Pri izravnavi poligonske mreže smo nato opazovali, kaj se dogaja s koordinatami točke P32, glede na različne vrste izravnav:

- IZRAVNAVA 1: Poligon smo navezali na tri točke na začetku in na tri točke na koncu
- IZRAVNAVA 2: Poligon smo navezali na tri točke na začetku, tri točke na koncu in poligonsko točko P32, smo prevzeli kot fiksno
- IZRAVNAVA 3: Poligon smo navezali na tri točke na začetku in na tri točke na koncu, ter s poligonske točke P15 smo vzeli vizuro na GPS točko
- IZRAVNAVA 4: Poligon smo navezali na tri točke na začetku in na tri točke na koncu, s poligonske točke P15 smo vzeli vizuro na GPS točko in poligonsko točko P32 smo vzeli za fiksno

V preglednici 4 so prikazane različne vrednosti koordinat točke P32, ko je bila ta vključena v izravnavo kot dana točka. Razvidno je, kako velika razlika v koordinatah je nastala, ko smo točko vključili v izravnavo brez vmesnih vizur na znano točko. Že ko smo dodali vizuro in poligonske točke P15, se je koordinata približala koordinati točke, določene z GPS izmero.

**Preglednica 4:** Vrednosti koordinat točke P32

<i><b>POLIGONSKA TOČKA P32</b></i>			
<i><b>VRSTA IZRAVNAVE</b></i>	<i><b>y</b></i>	<i><b>x</b></i>	<i><b>DOLOČITEV</b></i>
IZRAVNAVA 1	429046.9150	116621.3430	IZRAVNANA
<b>IZRAVNAVA 2</b>	<b>429047.0705</b>	<b>116621.2642</b>	<b>FIKSNA</b>
IZRAVNAVA 3	429046.9520	116621.3010	IZRAVNANA
<b>IZRAVNAVA 4</b>	<b>429047.0705</b>	<b>116621.2642</b>	<b>FIKSNA</b>

GPS metoda izmere nam je olajšala, če ne sploh omogočila izmero poligona po klasični terestrični izmeri, vendar pa smo ugotovili, da tudi samo GPS izmera, v našem primeru ne bi bila izvedljiva. Zato je zaradi velike razgibanosti terena v Sloveniji najbolj primerna kombinirana metoda izmere. Iz različnih primerov izravnave pa je razvidno, da je v primeru zahtevnega terena potrebno zagotoviti čim večje število dodatnih kontrolnih točk, da bi zadostili zahtevani natančnosti določitve koordinat novih točk (preglednica 5).

**Preglednica 5:** Ocena natančnosti določitve koordinate novih poligonskih točk v različnih primerih izravnave

<b>Točka</b>	<b>Izravnava 1</b>	<b>Izravnava 2</b>	<b>Izravnava 3</b>	<b>Izravnava 4</b>
P1	0.013	0.016	0.014	0.016
P2	0.018	0.022	0.019	0.022
P3	0.023	0.028	0.024	0.028
P4	0.025	0.031	0.027	0.030
P5	0.028	0.033	0.029	0.033
P6	0.030	0.035	0.031	0.035
P7	0.032	0.038	0.033	0.037
P8	0.034	0.040	0.034	0.038
P9	0.035	0.041	0.035	0.039
P10	0.037	0.042	0.036	0.040
P11	0.038	0.043	0.037	0.041
P12	0.040	0.044	0.037	0.041
P13	0.042	0.046	0.038	0.042
P14	0.044	0.047	0.039	0.042
P15	0.045	0.048	0.039	0.042

P16	0.046	0.048	0.038	0.041
P17	0.047	0.048	0.038	0.040
P18	0.047	0.047	0.038	0.039
P19	0.048	0.048	0.039	0.039
P20	0.049	0.047	0.039	0.038
P21	0.049	0.045	0.039	0.037
P22	0.049	0.044	0.039	0.037
P23	0.048	0.042	0.040	0.036
P24	0.048	0.039	0.041	0.035
P25	0.048	0.037	0.041	0.034
P26	0.047	0.034	0.042	0.032
P27	0.047	0.032	0.042	0.031
P28	0.046	0.030	0.042	0.028
P29	0.046	0.027	0.042	0.027
P30	0.045	0.024	0.042	0.023
P31	0.043	0.016	0.040	0.016
P32	0.041	0.013	0.039	0.013
P33	0.040	0.017	0.038	0.017
P34	0.038	0.021	0.037	0.021
P35	0.037	0.023	0.036	0.022
P36	0.036	0.024	0.035	0.024
P37	0.034	0.025	0.034	0.025
P38	0.032	0.026	0.032	0.026
P39	0.029	0.025	0.029	0.025
P40	0.026	0.024	0.027	0.024
P41	0.023	0.022	0.024	0.022
P42	0.021	0.020	0.021	0.020
P43	0.018	0.017	0.018	0.017
P44	0.015	0.013	0.015	0.013
P45	0.011	0.009	0.012	0.008
P46	0.007	0.016	0.007	0.016

## LITERATURA

- Kogoj, D. 2002. Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljmeri. Izbrana poglavja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG. 159 str.
- Macarol, S. 1986. Praktična geodezija. Druga izdaja. Zagreb, Tehnička knjiga. 723 str.
- Mihailović, K. 1974. Geodezija II, I deo. Beograd, Građevinska knjiga. 520 str..

## VIRI

- Ambrožič, T., Turk, G. 1996. Navodila za uporabo programa RaM ver 3.2, avg. 96. Interna izdaja
- Atlas Slovenije. 1992. Ljubljana. Založba Mladinska knjiga in Geodetski zavod Slovenije
- Avtokarta Slovenije z Istro in Hrvatskim primorjem. 1982. Ljubljana: Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo
- Leica Geosystems. 2000. TPS700 Performance Series, Uporabniška navodila, Različica 1.1, Slovenščina. Heerbrugg, Švica
- Stopar, B. 2001. Zapiski predavanj GPS. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG
- Stopar, B. 2001. Zapiski predavanj Temeljne mreže z višjo geodezijo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG
- Stopar, B. 1998. Zapiski predavanj Izravnalni račun I. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG
- Stopar, B., Pavlovčič, P. 2000. GPS v geodetski praksi. Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG
- Trimble Navigation. 1992. Survey Network Software Users'Manual. Sunnyvale, California, USA. TRIMNET Plus.

## PRILOGE

- PRILOGA A: Rezultat obdelave baznih vektorjev
- PRILOGA B: Popravki opazovanj  $v_i$  izravnave mreže
- PRILOGA C: vrednosti referenčne variance a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  povezano s  $\chi^2$  testom
- PRILOGA D: vrednosti referenčne variance a-posteriori  $\hat{\sigma}_0^2$  povezano s  $\tau$  testom
- PRILOGA E: Izravnava in ocena rezultatov izravnave transformacije
- PRILOGA F: Vhodni podatki izravnave poligonske mreže
- PRILOGA G: Rezultati izravnave poligonske mreže



**PRILOGA A: Rezultat obdelave baznih vektorjev**

**** SSF/SSK Solution Output Files For Selected Baselines ****						
*.ssf Solution Output File	From Station Short Name	To Station Short Name	Solution Type	Slope	Ratio	Reference Variance
00000564.ssf	0P32	GORE	Iono free fixed	11367.515	19.5	1.447
00000724.ssf	30S1	30S2	L1 fixed	438.951	12.1	1.945
00000860.ssf	30S2	0P32	L1 fixed	1234.611	15.2	2.673
00000868.ssf	30Z1	30S1	L1 fixed	246.246	32.4	1.155
00000872.ssf	30Z1	30S2	L1 fixed	207.279	31.6	0.849
00000632.ssf	30Z1	GPS2	L1 fixed	3383.974	15.8	1.734
00000544.ssf	30Z1	ZELE	Iono free fixed	8725.055	22.5	1.052
00000828.ssf	31S1	0P32	L1 fixed	2503.294	24.0	1.619
00000540.ssf	BOHI	30Z1	Iono free fixed	12226.776	14.3	1.054
00000556.ssf	BOHI	GPS1	Iono free fixed	10996.423	27.7	0.694
00000548.ssf	BOHI	ZELE	Iono free fixed	17151.053	40.2	0.643
00000568.ssf	GORE	ZELE	Iono free fixed	15312.244	71.8	0.758
00000612.ssf	GPS1	0P32	L1 fixed	2441.328	12.2	1.323
00000624.ssf	GPS1	31S1	L1 fixed	74.220	46.5	0.856
00000560.ssf	GPS1	GORE	Iono free fixed	11730.017	17.5	0.813
00000628.ssf	GPS1	GPS2	L1 fixed	145.653	46.4	0.913
00000616.ssf	GPS1	GPS3	L1 fixed	2051.418	15.1	1.368
00000636.ssf	GPS2	31S1	L1 fixed	201.929	22.2	0.419
00000620.ssf	GPS3	0P32	L1 fixed	984.081	10.8	1.620
00000740.ssf	GPS3	30S1	L1 fixed	1780.151	12.3	1.685
00000668.ssf	GPS3	GPS2	L1 fixed	1938.946	25.9	1.729
00000552.ssf	ZELE	0P32	Iono free fixed	9779.887	23.5	0.820

\*\*\*\*\* End of Report \*\*\*\*\*

## PRILOGA B: Popravki opazovanj v<sub>i</sub> izravnave mreže

### COORDINATE ADJUSTMENT SUMMARY

NETWORK = POLIGON

TIME = Thu Feb 9 20:54:26 2006

Datum = WGS-84

Coordinate System = Geographic

Zone = Global

Network Adjustment Constraints:

3 fixed coordinates in y

3 fixed coordinates in x

3 fixed coordinates in H

POINT	NAME	OLD COORDS	ADJUST	NEW COORDS	1.00σ
1	0P32				
	LAT=	46° 11' 24.008063"	-0.000035"	46° 11' 24.008028"	0.006147m
	LON=	14° 04' 33.572980"	+0.000013"	14° 04' 33.572992"	0.005989m
	ELL HT=	697.6760m	+0.0000m	697.6759m	0.007615m
	ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
2	30S1				
	LAT=	46° 11' 40.674707"	-0.000010"	46° 11' 40.674697"	0.009410m
	LON=	14° 05' 17.130762"	+0.000005"	14° 05' 17.130767"	0.008794m
	ELL HT=	719.3590m	+0.0029m	719.3619m	0.011865m
	ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
3	30S2				
	LAT=	46° 11' 30.043604"	-0.000023"	46° 11' 30.043581"	0.008945m
	LON=	14° 05' 30.458761"	+0.000013"	14° 05' 30.458774"	0.008640m
	ELL HT=	662.5920m	+0.0026m	662.5946m	0.012156m
	ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
4	30Z1				
	LAT=	46° 11' 33.975321"	-0.000012"	46° 11' 33.975309"	0.006435m
	LON=	14° 05' 22.629181"	-0.000025"	14° 05' 22.629156"	0.006433m
	ELL HT=	656.6422m	+0.0029m	656.6451m	0.008960m
	ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN
5	31S1				
	LAT=	46° 10' 47.291236"	-0.000030"	46° 10' 47.291206"	0.008386m
	LON=	14° 02' 50.116141"	-0.000064"	14° 02' 50.116077"	0.008310m
	ELL HT=	936.3709m	-0.0063m	936.3646m	0.009267m
	ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m	NOT KNOWN

6 BOHI			
LAT=	46° 15' 40.148000"	+0.000000"	46° 15' 40.148000" FIXED
LON=	13° 57' 55.827100"	+0.000000"	13° 57' 55.827100" FIXED
ELL HT=	762.0272m	+0.0000m	762.0272m FIXED
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m NOT KNOWN
7 GORE			
LAT=	46° 06' 00.471200"	+0.000000"	46° 06' 00.471200" FIXED
LON=	14° 08' 45.981300"	+0.000000"	14° 08' 45.981300" FIXED
ELL HT=	447.9369m	+0.0000m	447.9369m FIXED
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m NOT KNOWN
8 GPS1			
LAT=	46° 10' 49.348032"	-0.000015"	46° 10' 49.348018" 0.005995m
LON=	14° 02' 51.820994"	-0.000044"	14° 02' 51.820950" 0.005936m
ELL HT=	924.7012m	-0.0055m	924.6957m 0.006640m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m NOT KNOWN
9 GPS2			
LAT=	46° 10' 50.237538"	-0.000025"	46° 10' 50.237513" 0.007690m
LON=	14° 02' 58.486818"	-0.000074"	14° 02' 58.486744" 0.007624m
ELL HT=	920.3896m	-0.0056m	920.3840m 0.008634m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m NOT KNOWN
10 GPS3			
LAT=	46° 11' 39.488567"	-0.000003"	46° 11' 39.488564" 0.007777m
LON=	14° 03' 54.548535"	-0.000019"	14° 03' 54.548516" 0.007620m
ELL HT=	896.3713m	+0.0000m	896.3713m 0.009302m
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m NOT KNOWN
11 ZELE			
LAT=	46° 14' 06.615300"	+0.000000"	46° 14' 06.615300" FIXED
LON=	14° 11' 04.913400"	+0.000000"	14° 11' 04.913400" FIXED
ELL HT=	918.8855m	+0.0000m	918.8855m FIXED
ORTHO HT=	0.0000m	+0.0000m	0.0000m NOT KNOWN

## **PRILOGA C: vrednosti referenčne variance a-posteriori $\hat{\sigma}_0^2$ povezano s $\chi^2$ testom**

ADJUSTMENT STATISTICS SUMMARY  
NETWORK = POLIGON  
TIME = Thu Feb 9 20:54:26 2006

### ADJUSTMENT SUMMARY

Network Reference Factor = 1.10  
Chi-Square Test ( $\hat{\alpha} = 95\%$ ) = PASS  
Degrees of Freedom = 38.00

### GPS OBSERVATIONS

Reference Factor = 1.10  
r = 38.00

GPS Solution	1	Reference Factor =	1.30	r =	1.83
GPS Solution	2	Reference Factor =	0.97	r =	1.89
GPS Solution	3	Reference Factor =	0.72	r =	1.88
GPS Solution	4	Reference Factor =	1.10	r =	2.05
GPS Solution	5	Reference Factor =	1.02	r =	1.57
GPS Solution	6	Reference Factor =	1.55	r =	1.68
GPS Solution	7	Reference Factor =	1.36	r =	1.92
GPS Solution	8	Reference Factor =	1.60	r =	2.06
GPS Solution	9	Reference Factor =	0.65	r =	2.08
GPS Solution	10	Reference Factor =	0.46	r =	1.85
GPS Solution	11	Reference Factor =	0.44	r =	1.81
GPS Solution	12	Reference Factor =	0.75	r =	1.64
GPS Solution	13	Reference Factor =	1.03	r =	1.81
GPS Solution	14	Reference Factor =	1.50	r =	1.47
GPS Solution	15	Reference Factor =	0.66	r =	1.49
GPS Solution	16	Reference Factor =	0.36	r =	1.61
GPS Solution	17	Reference Factor =	1.09	r =	1.56
GPS Solution	18	Reference Factor =	0.87	r =	1.23
GPS Solution	19	Reference Factor =	0.64	r =	1.68
GPS Solution	20	Reference Factor =	0.70	r =	1.42
GPS Solution	21	Reference Factor =	1.95	r =	1.75
GPS Solution	22	Reference Factor =	1.42	r =	1.70

### WEIGHTING STRATEGIES:

#### GPS OBSERVATIONS:

No scalar weighting strategy was used

No summation weighting strategy was used

#### Station Error Strategy:

H.I. error = 0.0070

Tribrach error = 0.0070

## PRILOGA D: vrednosti referenčne variance a-posteriori $\hat{\sigma}_0^2$ povezano s $\tau$ testom

OBSERVATION ADJUSTMENT SUMMARY  
 NETWORK = POLIGON  
 TIME = Thu Feb 9 20:54:27 2006

OBSERVATION ADJUSTMENT (Tau = 3.18)

GPS Parameter Group 1 GPS Observations  
 Azimuth rotation = -0.0314 seconds      1.00Å = 0.0670 seconds  
 Deflection in latitude = -0.4244 seconds      1.00Å = 0.1147 seconds  
 Deflection in longitude = +0.3527 seconds      1.00Å = 0.1105 seconds  
 Network scale = 0.999999332641      1.00Å = 0.000000325829

OBS#	BLK#/ REF#	TYPE	BACKSIGHT/ INSTRUMENT/ FORESIGHT	UDVC/ UDPG/ SBNT	OBSERVED/ ADJUSTED/ RESIDUAL	1.00Å/ 1.00Å/ 1.00Å	TAU
1	1	gpsaz	---	---	128°23'59.0144"	0.1870"	0.53
			BOHI	---	128°23'59.2532"	0.1205"	
			30Z1	1	+0.238789"	0.1430"	
2	1	gpsht	---	---	-105.3651m	0.0174m	0.39
			BOHI	---	-105.3824m	0.0102m	
			30Z1	1	-0.017353m	0.0141m	
3	1	gpsds	---	---	12224.9652m	0.0113m	0.05
			BOHI	---	12224.9637m	0.0072m	
			30Z1	1	-0.001494m	0.0087m	
4	2	gpsaz	---	---	57°14'58.2867"	0.2659"	0.04
			30Z1	---	57°14'58.2599"	0.1622"	
			ZELE	1	-0.026788"	0.2108"	
5	2	gpsht	---	---	+262.2002m	0.0167m	0.44
			30Z1	---	+262.2188m	0.0100m	
			ZELE	1	+0.018552m	0.0134m	
6	2	gpsds	---	---	8720.0388m	0.0111m	0.20
			30Z1	---	8720.0444m	0.0068m	
			ZELE	1	+0.005556m	0.0088m	
7	3	gpsaz	---	---	99°36'59.0809"	0.1317"	0.28
			BOHI	---	99°36'59.1828"	0.0670"	
			ZELE	1	+0.101892"	0.1134"	
8	3	gpsht	---	---	+156.8311m	0.0112m	0.21
			BOHI	---	+156.8359m	0.0087m	
			ZELE	1	+0.004752m	0.0071m	
9	3	gpsds	---	---	17148.0851m	0.0109m	0.06
			BOHI	---	17148.0832m	0.0056m	
			ZELE	1	-0.001921m	0.0094m	
10	4	gpsaz	---	---	239°08'14.3058"	0.2510"	0.36
			ZELE	---	239°08'14.0632"	0.1382"	
			0P32	1	-0.242533"	0.2095"	
11	4	gpsht	---	---	-221.1801m	0.0170m	0.09

	1		ZELE	-*-		-221.1844m	0.0092m	
			0P32	1		-0.004296m	0.0143m	
12	4	gpsds	-*-	-*-		9776.1489m	0.0113m	0.37
	1		ZELE	-*-		9776.1379m	0.0063m	
			0P32	1		-0.010925m	0.0094m	
13	5	gpsaz	-*-	-*-	144ø43'	43.4540"	0.2048"	0.45
	1		BOHI	-*-	144ø43'	43.2315"	0.1328"	
			GPS1	1		-0.222480"	0.1558"	
14	5	gpsht	-*-	-*-		+162.6744m	0.0112m	0.10
	1		BOHI	-*-		+162.6767m	0.0085m	
			GPS1	1		+0.002269m	0.0072m	
15	5	gpsds	-*-	-*-		10993.7667m	0.0109m	0.15
	1		BOHI	-*-		10993.7706m	0.0071m	
			GPS1	1		+0.003980m	0.0083m	
16	6	gpsaz	-*-	-*-	139ø31'	33.0216"	0.1923"	0.21
	1		GPS1	-*-	139ø31'	32.9224"	0.1202"	
			GORE	1		-0.099168"	0.1502"	
17	6	gpsht	-*-	-*-		-476.7345m	0.0112m	0.76
	1		GPS1	-*-		-476.7532m	0.0082m	
			GORE	1		-0.018643m	0.0077m	
18	6	gpsds	-*-	-*-		11719.0660m	0.0109m	0.24
	1		GPS1	-*-		11719.0724m	0.0069m	
			GORE	1		+0.006424m	0.0084m	
19	7	gpsaz	-*-	-*-	151ø30'	18.8789"	0.2020"	0.06
	1		0P32	-*-	151ø30'	18.8474"	0.1207"	
			GORE	1		-0.031555"	0.1619"	
20	7	gpsht	-*-	-*-		-249.7335m	0.0136m	0.18
	1		0P32	-*-		-249.7275m	0.0087m	
			GORE	1		+0.005992m	0.0105m	
21	7	gpsds	-*-	-*-		11363.7512m	0.0125m	0.63
	1		0P32	-*-		11363.7719m	0.0069m	
			GORE	1		+0.020773m	0.0104m	
22	8	gpsaz	-*-	-*-	11ø12'	59.8033"	0.1490"	0.10
	1		GORE	-*-	11ø12'	59.8470"	0.0670"	
			ZELE	1		+0.043691"	0.1331"	
23	8	gpsht	-*-	-*-		+470.9312m	0.0123m	0.67
	1		GORE	-*-		+470.9132m	0.0090m	
			ZELE	1		-0.017969m	0.0084m	
24	8	gpsds	-*-	-*-		15303.3621m	0.0110m	0.52
	1		GORE	-*-		15303.3457m	0.0050m	
			ZELE	1		-0.016385m	0.0098m	
25	9	gpsaz	-*-	-*-	63ø51'	54.7967"	0.9415"	0.18
	1		GPS1	-*-	63ø51'	55.2398"	0.5275"	
			0P32	1		+0.443093"	0.7798"	
26	9	gpsht	-*-	-*-		-227.0331m	0.0136m	0.22
	1		GPS1	-*-		-227.0252m	0.0073m	
			0P32	1		+0.007909m	0.0114m	

27	9	gpsds	---	---	2430.4395m	0.0109m	0.17
			GPS1	---	2430.4345m	0.0061m	
			0P32	1	-0.005053m	0.0091m	
28	10	gpsaz	---	---	40°58'50.7779"	1.1157"	0.07
			GPS1	---	40°58'50.9848"	0.6985"	
			GPS3	1	+0.206888"	0.8700"	
29	10	gpsht	---	---	-28.3367m	0.0136m	0.21
			GPS1	---	-28.3293m	0.0082m	
			GPS3	1	+0.007428m	0.0109m	
30	10	gpsds	---	---	2050.9292m	0.0109m	0.03
			GPS1	---	2050.9284m	0.0069m	
			GPS3	1	-0.000822m	0.0085m	
31	11	gpsaz	---	---	119°43'51.1497"	2.3516"	0.22
			GPS3	---	119°43'52.4136"	1.5055"	
			0P32	1	+1.263931"	1.8065"	
32	11	gpsht	---	---	-198.6965m	0.0141m	0.03
			GPS3	---	-198.6954m	0.0086m	
			0P32	1	+0.001115m	0.0112m	
33	11	gpsds	---	---	963.6926m	0.0111m	0.01
			GPS3	---	963.6922m	0.0071m	
			0P32	1	-0.000363m	0.0085m	
34	12	gpsaz	---	---	209°55'33.8056"	30.8888"	0.31
			GPS1	---	209°55'56.4877"	20.5019"	
			31S1	1	+22.682096"	23.1039"	
35	12	gpsht	---	---	+11.6678m	0.0109m	0.08
			GPS1	---	+11.6697m	0.0076m	
			31S1	1	+0.001941m	0.0079m	
36	12	gpsds	---	---	73.2863m	0.0109m	0.19
			GPS1	---	73.2813m	0.0072m	
			31S1	1	-0.005041m	0.0082m	
37	13	gpsaz	---	---	79°07'33.5206"	15.4446"	0.10
			GPS1	---	79°07'29.7883"	9.5334"	
			GPS2	1	-3.732246"	12.1512"	
38	13	gpsht	---	---	-4.3198m	0.0109m	0.32
			GPS1	---	-4.3114m	0.0071m	
			GPS2	1	+0.008439m	0.0083m	
39	13	gpsds	---	---	145.5682m	0.0109m	0.38
			GPS1	---	145.5787m	0.0067m	
			GPS2	1	+0.010484m	0.0086m	
40	14	gpsaz	---	---	246°24'53.8087"	0.6721"	0.29
			30Z1	---	246°24'53.3593"	0.4626"	
			GPS2	1	-0.449427"	0.4875"	
41	14	gpsht	---	---	+263.7643m	0.0114m	0.72
			30Z1	---	+263.7476m	0.0088m	
			GPS2	1	-0.016786m	0.0073m	
42	14	gpsds	---	---	3373.2624m	0.0110m	0.22
			30Z1	---	3373.2679m	0.0075m	
			GPS2	1	+0.005548m	0.0080m	

43	15	gpsaz	---	---	243°07'47.5310"	11.1494"	0.16
	1		GPS2	---	243°07'43.5372"	7.8548"	
			31S1	1	-3.993780"	7.9127"	
44	15	gpsht	---	---	+15.9884m	0.0110m	0.28
	1		GPS2	---	+15.9817m	0.0080m	
			31S1	1	-0.006683m	0.0076m	
45	15	gpsds	---	---	201.2659m	0.0109m	0.09
	1		GPS2	---	201.2636m	0.0076m	
			31S1	1	-0.002242m	0.0078m	
46	16	gpsaz	---	---	218°20'05.0857"	1.1653"	0.16
	1		GPS3	---	218°20'05.5336"	0.7799"	
			GPS2	1	+0.447943"	0.8658"	
47	16	gpsht	---	---	+24.0186m	0.0116m	0.00
	1		GPS3	---	+24.0185m	0.0082m	
			GPS2	1	-0.000100m	0.0082m	
48	16	gpsds	---	---	1938.5213m	0.0110m	0.07
	1		GPS3	---	1938.5230m	0.0073m	
			GPS2	1	+0.001711m	0.0082m	
49	17	gpsaz	---	---	138°57'08.8190"	6.8196"	0.46
	1		30S1	---	138°57'16.7325"	4.2092"	
			30S2	1	+7.913530"	5.3657"	
50	17	gpsht	---	---	-56.7547m	0.0155m	0.36
	1		30S1	---	-56.7667m	0.0115m	
			30S2	1	-0.012029m	0.0105m	
51	17	gpsds	---	---	435.2189m	0.0148m	0.22
	1		30S1	---	435.2269m	0.0093m	
			30S2	1	+0.008030m	0.0116m	
52	18	gpsaz	---	---	88°48'24.8894"	1.4739"	0.07
	1		GPS3	---	88°48'24.6693"	1.0526"	
			30S1	1	-0.220093"	1.0316"	
53	18	gpsht	---	---	-177.0165m	0.0115m	0.23
	1		GPS3	---	-177.0120m	0.0097m	
			30S1	1	+0.004512m	0.0062m	
54	18	gpsds	---	---	1771.1040m	0.0111m	0.35
	1		GPS3	---	1771.1124m	0.0082m	
			30S1	1	+0.008396m	0.0075m	
55	19	gpsaz	---	---	62°55'27.8408"	0.9462"	0.22
	1		31S1	---	62°55'27.3454"	0.6324"	
			0P32	1	-0.495393"	0.7038"	
56	19	gpsht	---	---	-238.6873m	0.0132m	0.22
	1		31S1	---	-238.6943m	0.0085m	
			0P32	1	-0.006978m	0.0100m	
57	19	gpsds	---	---	2491.5696m	0.0111m	0.06
	1		31S1	---	2491.5712m	0.0075m	
			0P32	1	+0.001572m	0.0082m	
58	20	gpsaz	---	---	261°19'11.7234"	1.9801"	0.23
	1		30S2	---	261°19'10.7212"	1.4281"	
			0P32	1	-1.002157"	1.3715"	



59	20	gpsht 1	---	---	+35.0762m	0.0148m	0.26
			30S2	---	+35.0843m	0.0111m	
			0P32	1	+0.008127m	0.0098m	
60	20	gpsds 1	---	---	1233.9815m	0.0116m	0.00
			30S2	---	1233.9816m	0.0081m	
			0P32	1	+0.000070m	0.0082m	
61	21	gpsaz 1	---	---	330°19'24.9508"	9.7841"	0.74
			30Z1	---	330°19'08.4863"	6.8226"	
			30S1	1	-16.464511"	7.0129"	
62	21	gpsht 1	---	---	+62.7653m	0.0265m	0.64
			30Z1	---	+62.7171m	0.0121m	
			30S1	1	-0.048206m	0.0236m	
63	21	gpsds 1	---	---	238.0866m	0.0118m	0.23
			30Z1	---	238.0928m	0.0083m	
			30S1	1	+0.006214m	0.0083m	
64	22	gpsaz 1	---	---	125°52'11.7976"	11.0568"	0.13
			30Z1	---	125°52'08.6564"	7.8785"	
			30S2	1	-3.141184"	7.7578"	
65	22	gpsht 1	---	---	+5.9118m	0.0234m	0.60
			30Z1	---	+5.9499m	0.0125m	
			30S2	1	+0.038104m	0.0198m	
66	22	gpsds 1	---	---	207.1733m	0.0116m	0.33
			30Z1	---	207.1821m	0.0080m	
			30S2	1	+0.008778m	0.0084m	

## PRILOGA E: Izravnava in ocena rezultatov izravnave transformacije

PROSTORSKA TRANSFORMACIJA  
SiTra v0.91

-----  
17.03.2006 08:16

7-PARAMETRICNA PROSTORSKA TRANSFORMACIJA  
(3 translacije + 3 rotacije + merilo)

Izracun transformacijskih parametrov in transf. koordinat

KOORDINATE TOCK V ZACETNEM DATUMU - GPS.KOO - elipsoid WGS-84 - elipsoidne koord.

tocka	fi	la	h	s_fi	s_la	s_h
0P32	46 11 24.00803	14 04 33.57299	697.676	1.000	1.000	1.000
30S1	46 11 40.67470	14 05 17.13077	719.362	1.000	1.000	1.000
30S2	46 11 30.04358	14 05 30.45877	662.595	1.000	1.000	1.000
30Z1	46 11 33.97531	14 05 22.62916	656.645	1.000	1.000	1.000
31S1	46 10 47.29121	14 02 50.11608	936.365	1.000	1.000	1.000
BOHI_TEST	46 15 40.14800	13 57 55.82710	762.027	1.000	1.000	1.000
GORE_TEST	46 06 00.47120	14 08 45.98130	447.937	1.000	1.000	1.000
GPS1	46 10 49.34802	14 02 51.82095	924.696	1.000	1.000	1.000
GPS2	46 10 50.23754	14 02 58.48682	920.390	1.000	1.000	1.000
GPS3	46 11 39.48857	14 03 54.54853	896.371	1.000	1.000	1.000
ZELE_TEST	46 14 06.61530	14 11 04.91340	918.885	1.000	1.000	1.000
BOHI	46 15 40.14800	13 57 55.82710	762.027	1.000	1.000	1.000
ZELE	46 14 06.61530	14 11 04.91340	918.885	1.000	1.000	1.000
GORE	46 06 00.47120	14 08 45.98130	447.937	1.000	1.000	1.000

KOORDINATE TOCK V CILJNEM DATUMU - GK.KOO - elipsoid Bessel - GK mod. koord.

tocka	x	y	H	s_x	s_y	s_H
BOHI	124634.0200	420621.9200	714.500	1.000	1.000	1.000
ZELE	121549.6600	437489.3500	871.650	1.000	1.000	1.000
GORE	106572.4100	434351.8100	401.170	1.000	1.000	1.000

Skupne tocke za izracun transformacijskih parametrov:

BOHI        ZELE        GORE

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOCK - elipsoid Bessel - GK mod. koord.

tocka	x	y	H	N(int.)
0P32	116621.2642	429047.0705	650.2860	47.3900
30S1	117125.0259	429986.8998	671.9741	47.3879
30S2	116793.5436	430268.8953	615.2171	47.3779
30Z1	116916.8456	430102.4143	609.2626	47.3824
31S1	115513.9106	426815.2522	888.9990	47.3660
BOHI_TEST	124634.0359	420621.9122	714.3336	47.6934
GORE_TEST	106572.4182	434351.8280	400.9969	46.9401
GPS1	115576.9712	426852.5739	877.3274	47.3686
GPS2	115602.7226	426995.8508	873.0200	47.3700
GPS3	117108.9751	428215.9588	848.9646	47.4064
ZELE_TEST	121549.6359	437489.3398	871.5890	47.2960
BOHI	124634.0359	420621.9122	714.3338	47.6934
ZELE	121549.6359	437489.3398	871.5895	47.2960
GORE	106572.4182	434351.8280	400.9968	46.9401

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT SKUPNIH TOCK V PRAVOKOTNEM KOORDINATNEM SISTEMU

tocka	X	Y	Z	
BOHI	4286666.3239	1066417.3710	4585443.2479	dan
	4286666.3150	1066417.3606	4585443.2591	transf.
	0.0089	0.0104	-0.0112	dan - transf.
	0.0264	0.0264	0.0264	std.dev.transf.k.
	0.3372	0.3951	0.4237	std.popr.
	0.2384	0.2794	0.2996	tau test
ZELE	4284683.3628	1083348.4265	4583558.9738	dan
	4284683.3816	1083348.4209	4583558.9565	transf.
	-0.0188	0.0056	0.0174	dan - transf.
	0.0264	0.0264	0.0264	std.dev.transf.k.
	0.7133	0.2109	0.6585	std.popr.
	0.5044	0.1491	0.4657	tau test
GORE	4295596.6539	1083028.9785	4572823.4514	dan
	4295596.6439	1083028.9945	4572823.4576	transf.
	0.0099	-0.0160	-0.0062	dan - transf.
	0.0264	0.0264	0.0264	std.dev.transf.k.
	0.3761	0.6059	0.2348	std.popr.
	0.2660	0.4285	0.1660	tau test

PRIMERJAVA DANIH IN TRANSFORMIRANIH KOORDINAT SKUPNIH TOCK V CILJNEM DATUMU

tocka	x	y	H	
BOHI	124634.0200	420621.9200	714.5000	dan
	124634.0359	420621.9122	714.3338	transf.

	-0.0159	0.0078	0.1662	dan - transf.
ZELE	121549.6600	437489.3500	871.6500	dan
	121549.6359	437489.3398	871.5895	transf.
	0.0241	0.0102	0.0605	dan - transf.
GORE	106572.4100	434351.8100	401.1700	dan
	106572.4182	434351.8280	400.9968	transf.
	-0.0082	-0.0180	0.1732	dan - transf.

TRANSFORMIRANE KOORDINATE TOCK Z UPOSTEVANJEM Odstopanj NA RAVNINI PROJEKCIJE

točka	vx	x	vy	y	H
0P32	-0.0008	116621.2633	-0.0003	429047.0702	650.2860
30S1	0.0023	117125.0283	0.0010	429986.9008	671.9741
30S2	0.0025	116793.5461	0.0006	430268.8958	615.2171
30Z1	0.0023	116916.8479	0.0007	430102.4150	609.2626
31S1	-0.0088	115513.9019	-0.0035	426815.2487	888.9990
BOHI_TEST	-0.0159	124634.0200	0.0078	420621.9200	714.3336
GORE_TEST	-0.0082	106572.4100	-0.0180	434351.8100	400.9969
GPS1	-0.0085	115576.9627	-0.0033	426852.5705	877.3274
GPS2	-0.0081	115602.7145	-0.0032	426995.8477	873.0200
GPS3	-0.0022	117108.9728	0.0002	428215.9589	848.9646
ZELE_TEST	0.0241	121549.6600	0.0102	437489.3500	871.5890
BOHI	-0.0159	124634.0200	0.0078	420621.9200	714.3338
ZELE	0.0241	121549.6600	0.0102	437489.3500	871.5895
GORE	-0.0082	106572.4100	-0.0180	434351.8100	400.9968

Transf. parametri:                      Stand. odkloni:

deltaX	-311.457702	17.781847
deltaY	0.504835	17.960294
deltaZ	-521.271998	15.468401
alfa	0 00 02.022847	0 00 00.470568
beta	0 00 08.706438	0 00 00.649074
gama	- 0 00 09.105363	0 00 00.527905
merilo (ppm)	-26.388940	1.858872

Srednji st. odklon (matricni racun):    0.024516  
 Srednji st. odklon (iz odstopanj):    0.026369  
 Stevilo iteracij:                      2  
 Stevilo nadstevilnosti:                2

Rotacijska matrika:

0.999999998134901	-0.000044142575302	-0.000042209374037
0.000044142989175	0.999999998977635	0.000009804364383
0.000042208941204	-0.000009806227613	0.999999999061122

Povrsina obmocja transformacije: 131.15 km<sup>2</sup>

Najmanjse in največje vrednosti odstopanj:

	dx(cm)	dy(cm)	dH(cm)
min	-1.59	-1.80	6.05
max	2.41	1.02	17.32
-----			
sr.v.	-0.00	-0.00	13.33
sr.v.(abs)	1.61	1.20	13.33

## PRILOGA F: Vhodni podatki izravnave poligonske mreže

```

*D      seznam koordinat danih tock v mreži
'GPS1   '      426852.5705      115576.9627
'GPS2   '      426995.8477      115602.7145
'N631S1 '      426815.2487      115513.9019
'GPS3   '      428215.9589      117108.9728
'P32    '      429047.0702      116621.2633
'N630Z  '      430102.4150      116916.8479
'N630S1 '      429986.9008      117125.0283
'N630S2 '      430268.8958      116793.5461
*N      seznam koordinat tock v mreži
'P1     '      426941.880      115688.482
'P2     '      427076.045      115710.626
'P3     '      427231.337      115651.182
'P4     '      427328.218      115665.655
'P5     '      427423.574      115732.628
'P6     '      427426.072      115833.619
'P7     '      427503.829      115927.591
'P8     '      427464.618      116025.969
'P9     '      427467.015      116082.684
'P10    '      427526.569      116142.766
'P11    '      427514.174      116249.407
'P12    '      427564.764      116309.778
'P13    '      427557.914      116412.877
'P14    '      427579.345      116512.546
'P15    '      427628.540      116575.096
'P16    '      427724.785      116622.099
'P17    '      427814.698      116709.067
'P18    '      427924.702      116706.119
'P19    '      427968.279      116770.437
'P20    '      428063.164      116793.205
'P21    '      428162.580      116807.233
'P22    '      428206.144      116795.193
'P23    '      428283.932      116696.119
'P24    '      428365.774      116590.969
'P25    '      428437.869      116581.983
'P26    '      428510.377      116506.872
'P27    '      428588.830      116485.485
'P28    '      428660.430      116492.296
'P29    '      428723.269      116447.662
'P30    '      428807.238      116469.141
'P31    '      428927.236      116562.365
'P33    '      429091.096      116703.761
'P34    '      429163.450      116752.988
'P35    '      429243.542      116801.872
'P36    '      429250.449      116864.184
'P37    '      429295.534      116933.874
'P38    '      429384.816      116972.315
'P39    '      429519.036      116993.218
'P40    '      429610.027      117049.365
'P41    '      429725.762      117057.170
'P42    '      429796.074      117011.493
'P43    '      429881.661      117021.706
'P44    '      429960.349      117010.342
'P45    '      430036.514      116990.010
'P46    '      430066.763      116938.990
*O      seznam opazovanj v mreži
3 'GPS1   ' 'GPS2   '      66 29 37.0  1.      145.5710  0.00687  1
3 'GPS1   ' 'N631S1 '      197 18 20.0  1.      73.2760  0.01365  1
3 'GPS1   ' 'P1     '      25 22 25.0  1.      142.8640  0.00700  1
3 'P1     ' 'GPS1   '      91 10 03.0  1.      142.8640  0.00700  1
3 'P1     ' 'P2     '      313 06 12.0  1.      135.9680  0.00735  1
    
```

3	'P2	'P1	141 27 07.0	1.	135.9680	0.00735	1
3	'P2	'P3	351 46 08.0	1.	166.2600	0.00601	1
3	'P3	'P2	301 39 57.0	1.	166.2600	0.00601	1
3	'P3	'P4	92 13 19.0	1.	97.9480	0.01021	1
3	'P4	'P3	269 57 56.0	1.	97.9480	0.01021	1
3	'P4	'P5	63 22 40.0	1.	116.5200	0.00858	1
3	'P5	'P4	35 14 53.0	1.	116.5200	0.00858	1
3	'P5	'P6	161 44 48.0	1.	101.0280	0.00990	1
3	'P6	'P5	125 41 03.0	1.	101.0280	0.00990	1
3	'P6	'P7	343 52 17.0	1.	121.9690	0.00820	1
3	'P7	'P6	127 22 59.0	1.	121.9690	0.00820	1
3	'P7	'P8	246 02 44.0	1.	105.9150	0.00944	1
3	'P8	'P7	108 50 05.0	1.	105.9150	0.00944	1
3	'P8	'P9	312 59 08.0	1.	56.7690	0.01762	1
3	'P9	'P8	268 14 51.0	1.	56.7690	0.01762	1
3	'P9	'P10	130 34 22.0	1.	84.5940	0.01182	1
3	'P10	'P9	74 32 47.0	1.	84.5940	0.01182	1
3	'P10	'P11	203 10 10.0	1.	107.3680	0.00931	1
3	'P11	'P10	27 16 25.0	1.	107.3680	0.00931	1
3	'P11	'P12	253 51 53.0	1.	78.7640	0.01270	1
3	'P12	'P11	137 36 06.0	1.	78.7640	0.01270	1
3	'P12	'P13	273 50 16.0	1.	103.3340	0.00968	1
3	'P13	'P12	38 54 36.0	1.	103.3340	0.00968	1
3	'P13	'P14	234 50 47.0	1.	101.9520	0.00981	1
3	'P14	'P13	96 30 42.0	1.	101.9520	0.00981	1
3	'P14	'P15	302 33 37.0	1.	79.5770	0.01257	1
3	'P15	'P14	236 55 45.0	1.	79.5770	0.01257	1
1	'P15	'GPS3	66 28 44.0	1.			1
3	'P15	'P16	82 42 57.0	1.	107.1020	0.00934	1
3	'P16	'P15	116 50 33.0	1.	107.1020	0.00934	1
3	'P16	'P17	278 49 31.0	1.	125.0890	0.00799	1
3	'P17	'P16	244 58 17.0	1.	125.0890	0.00799	1
3	'P17	'P18	110 33 11.0	1.	110.0310	0.00909	1
3	'P18	'P17	117 03 07.0	1.	110.0310	0.00909	1
3	'P18	'P19	239 38 06.0	1.	77.6900	0.01287	1
3	'P19	'P18	273 51 01.0	1.	77.6900	0.01287	1
3	'P19	'P20	136 14 22.0	1.	97.5700	0.01025	1
3	'P20	'P19	49 36 19.0	1.	97.5700	0.01025	1
3	'P20	'P21	235 04 01.0	1.	100.3910	0.00996	1
3	'P21	'P20	351 44 15.0	1.	100.3910	0.00996	1
3	'P21	'P22	195 13 12.0	1.	45.1910	0.02213	1
3	'P22	'P21	276 28 43.0	1.	45.1910	0.02213	1
3	'P22	'P23	132 53 32.0	1.	125.9460	0.00794	1
3	'P23	'P22	342 10 05.0	1.	125.9460	0.00794	1
3	'P23	'P24	162 24 39.0	1.	133.2290	0.00751	1
3	'P24	'P23	318 44 14.0	1.	133.2290	0.00751	1
3	'P24	'P25	93 44 13.0	1.	72.6440	0.01377	1
3	'P25	'P24	274 35 30.0	1.	72.6440	0.01376	1
3	'P25	'P26	133 29 54.0	1.	104.3850	0.00958	1
3	'P26	'P25	352 05 19.0	1.	104.3850	0.00958	1
3	'P26	'P27	141 19 38.0	1.	81.3050	0.01230	1
3	'P27	'P26	145 53 51.0	1.	81.3050	0.01230	1
3	'P27	'P28	305 12 59.0	1.	71.9160	0.01390	1
3	'P28	'P27	64 04 59.0	1.	71.9160	0.01391	1
3	'P28	'P29	284 54 12.0	1.	77.0660	0.01297	1
3	'P29	'P28	218 06 47.0	1.	77.0660	0.01298	1
3	'P29	'P30	348 22 44.0	1.	86.6650	0.01154	1
3	'P30	'P29	185 59 10.0	1.	86.6650	0.01154	1
3	'P30	'P31	342 29 33.0	1.	151.9490	0.00658	1
3	'P31	'P30	75 19 06.0	1.	151.9490	0.00658	1
3	'P31	'P32	266 59 20.0	1.	133.5180	0.00749	1
3	'P32	'P31	359 59 57.0	1.	133.5180	0.00749	1
3	'P32	'P33	144 15 38.0	1.	93.5100	0.01070	1
3	'P33	'P32	221 54 08.0	1.	93.5100	0.01069	1

3	'P33	'	'P34	'	69	35	12.0	1.	87.5170	0.01143	1
3	'P34	'	'P33	'	139	06	02.0	1.	87.5170	0.01143	1
3	'P34	'	'P35	'	321	56	01.0	1.	93.8370	0.01066	1
3	'P35	'	'P34	'	160	08	59.0	1.	93.8370	0.01066	1
3	'P35	'	'P36	'	287	52	29.0	1.	62.6910	0.01595	1
3	'P36	'	'P35	'	35	24	06.0	1.	62.6910	0.01595	1
3	'P36	'	'P37	'	241	58	35.0	1.	83.0030	0.01205	1
3	'P37	'	'P36	'	48	17	20.0	1.	83.0030	0.01205	1
3	'P37	'	'P38	'	262	05	42.0	1.	97.2130	0.01029	1
3	'P38	'	'P37	'	99	59	54.0	1.	97.2130	0.01029	1
3	'P38	'	'P39	'	294	26	30.0	1.	135.8500	0.00736	1
3	'P39	'	'P38	'	77	59	37.0	1.	135.8500	0.00736	1
3	'P39	'	'P40	'	235	10	08.0	1.	106.9260	0.00935	1
3	'P40	'	'P39	'	261	38	38.0	1.	106.9260	0.00935	1
3	'P40	'	'P41	'	109	27	49.0	1.	116.0090	0.00862	1
3	'P41	'	'P40	'	15	09	56.0	1.	116.0090	0.00862	1
3	'P41	'	'P42	'	232	02	00.0	1.	83.8550	0.01192	1
3	'P42	'	'P41	'	186	54	02.0	1.	83.8550	0.01192	1
3	'P42	'	'P43	'	327	05	12.0	1.	86.2020	0.01160	1
3	'P43	'	'P42	'	242	42	49.0	1.	86.2020	0.01160	1
3	'P43	'	'P44	'	77	44	12.0	1.	79.5130	0.01258	1
3	'P44	'	'P43	'	267	53	54.0	1.	79.5130	0.01257	1
3	'P44	'	'P45	'	94	37	38.0	1.	78.8400	0.01268	1
3	'P45	'	'P44	'	130	41	09.0	1.	78.8400	0.01268	1
3	'P45	'	'P46	'	355	04	35.0	1.	59.3190	0.01686	1
3	'P46	'	'P45	'	203	05	29.0	1.	59.3190	0.01686	1
3	'P46	'	'N630Z	'	355	35	57.0	1.	41.9720	0.02383	1
3	'N630Z	'	'P46	'	359	59	59.0	1.	41.9720	0.02382	1
3	'N630Z	'	'N630S1	'	29	07	52.0	1.	238.0820	0.00420	1
3	'N630Z	'	'N630S2	'	184	40	54.0	1.	207.1570	0.00483	1

\*PS

3

\*PD

0.002

\*RS

NK

\*IK

MM

\*IS

DE

\*Konec

## PRILOGA G: Rezultati izravnave poligonske mreže

Izravnava Ravninske geodetske Mreže

Program: RAM, ver.4.0, dec. 02

Copyright (C) Tomaž Ambrožič & Goran Turk

Ime datoteke s podatki: p4\_2.pod

Ime datoteke za rezultate: p4\_2.rez

Ime datoteke za risanje slike mreže: p4\_2.ris

Ime datoteke za izračun premikov: p4\_2.koo

Datum: 28. 5.2006

Čas: 13:45:40

Seznam koordinat DANIH točk

=====

Točka	Y (m)	X (m)
GPS1	426852.5705	115576.9627
GPS2	426995.8477	115602.7145
N631S1	426815.2487	115513.9019
GPS3	428215.9589	117108.9728
P32	429047.0702	116621.2633
N630Z	430102.4150	116916.8479
N630S1	429986.9008	117125.0283
N630S2	430268.8958	116793.5461

Vseh točk je 8.

Seznam PRIBLIŽNIH koordinat novih točk

=====

Točka	Y (m)	X (m)
P1	426941.8800	115688.4820
P2	427076.0450	115710.6260
P3	427231.3370	115651.1820
P4	427328.2180	115665.6550
P5	427423.5740	115732.6280
P6	427426.0720	115833.6190
P7	427503.8290	115927.5910
P8	427464.6180	116025.9690
P9	427467.0150	116082.6840
P10	427526.5690	116142.7660
P11	427514.1740	116249.4070
P12	427564.7640	116309.7780
P13	427557.9140	116412.8770
P14	427579.3450	116512.5460
P15	427628.5400	116575.0960
P16	427724.7850	116622.0990
P17	427814.6980	116709.0670
P18	427924.7020	116706.1190
P19	427968.2790	116770.4370
P20	428063.1640	116793.2050
P21	428162.5800	116807.2330
P22	428206.1440	116795.1930



P23	428283.9320	116696.1190
P24	428365.7740	116590.9690
P25	428437.8690	116581.9830
P26	428510.3770	116506.8720
P27	428588.8300	116485.4850
P28	428660.4300	116492.2960
P29	428723.2690	116447.6620
P30	428807.2380	116469.1410
P31	428927.2360	116562.3650
P33	429091.0960	116703.7610
P34	429163.4500	116752.9880
P35	429243.5420	116801.8720
P36	429250.4490	116864.1840
P37	429295.5340	116933.8740
P38	429384.8160	116972.3150
P39	429519.0360	116993.2180
P40	429610.0270	117049.3650
P41	429725.7620	117057.1700
P42	429796.0740	117011.4930
P43	429881.6610	117021.7060
P44	429960.3490	117010.3420
P45	430036.5140	116990.0100
P46	430066.7630	116938.9900

Vseh točk je 45.

Pregled OPAZOVANJ

=====

Štev.	Stojišče	Vizura	Opazov. smer (stopinje)	W (")	Utež	Dolžina (m)	Du (m)	Utež	Gr
1	GPS1	GPS2	66 29 37.0	0.000	1.00	145.5710	0.0000	0.01	1
2	GPS1	N631S1	197 18 20.0	0.000	1.00	73.2760	0.0000	0.01	1
3	GPS1	P1	25 22 25.0	0.000	1.00	142.8640	0.0000	0.01	1
4	P1	GPS1	91 10 3.0	0.000	1.00	142.8640	0.0000	0.01	1
5	P1	P2	313 6 12.0	0.000	1.00	135.9680	0.0000	0.01	1
6	P2	P1	141 27 7.0	0.000	1.00	135.9680	0.0000	0.01	1
7	P2	P3	351 46 8.0	0.000	1.00	166.2600	0.0000	0.01	1
8	P3	P2	301 39 57.0	0.000	1.00	166.2600	0.0000	0.01	1
9	P3	P4	92 13 19.0	0.000	1.00	97.9480	0.0000	0.01	1
10	P4	P3	269 57 56.0	0.000	1.00	97.9480	0.0000	0.01	1
11	P4	P5	63 22 40.0	0.000	1.00	116.5200	0.0000	0.01	1
12	P5	P4	35 14 53.0	0.000	1.00	116.5200	0.0000	0.01	1
13	P5	P6	161 44 48.0	0.000	1.00	101.0280	0.0000	0.01	1
14	P6	P5	125 41 3.0	0.000	1.00	101.0280	0.0000	0.01	1
15	P6	P7	343 52 17.0	0.000	1.00	121.9690	0.0000	0.01	1
16	P7	P6	127 22 59.0	0.000	1.00	121.9690	0.0000	0.01	1
17	P7	P8	246 2 44.0	0.000	1.00	105.9150	0.0000	0.01	1
18	P8	P7	108 50 5.0	0.000	1.00	105.9150	0.0000	0.01	1
19	P8	P9	312 59 8.0	0.000	1.00	56.7690	0.0000	0.02	1
20	P9	P8	268 14 51.0	0.000	1.00	56.7690	0.0000	0.02	1
21	P9	P10	130 34 22.0	0.000	1.00	84.5940	0.0000	0.01	1

22	P10	P9	74 32 47.0	0.000	1.00	84.5940	0.0000	0.01	1
23	P10	P11	203 10 10.0	0.000	1.00	107.3680	0.0000	0.01	1
24	P11	P10	27 16 25.0	0.000	1.00	107.3680	0.0000	0.01	1
25	P11	P12	253 51 53.0	0.000	1.00	78.7640	0.0000	0.01	1
26	P12	P11	137 36 6.0	0.000	1.00	78.7640	0.0000	0.01	1
27	P12	P13	273 50 16.0	0.000	1.00	103.3340	0.0000	0.01	1
28	P13	P12	38 54 36.0	0.000	1.00	103.3340	0.0000	0.01	1
29	P13	P14	234 50 47.0	0.000	1.00	101.9520	0.0000	0.01	1
30	P14	P13	96 30 42.0	0.000	1.00	101.9520	0.0000	0.01	1
31	P14	P15	302 33 37.0	0.000	1.00	79.5770	0.0000	0.01	1
32	P15	P14	236 55 45.0	0.000	1.00	79.5770	0.0000	0.01	1
33	P15	GPS3	66 28 44.0	0.000	1.00				1
34	P15	P16	82 42 57.0	0.000	1.00	107.1020	0.0000	0.01	1
35	P16	P15	116 50 33.0	0.000	1.00	107.1020	0.0000	0.01	1
36	P16	P17	278 49 31.0	0.000	1.00	125.0890	0.0000	0.01	1
37	P17	P16	244 58 17.0	0.000	1.00	125.0890	0.0000	0.01	1
38	P17	P18	110 33 11.0	0.000	1.00	110.0310	0.0000	0.01	1
39	P18	P17	117 3 7.0	0.000	1.00	110.0310	0.0000	0.01	1
40	P18	P19	239 38 6.0	0.000	1.00	77.6900	0.0000	0.01	1
41	P19	P18	273 51 1.0	0.000	1.00	77.6900	0.0000	0.01	1
42	P19	P20	136 14 22.0	0.000	1.00	97.5700	0.0000	0.01	1
43	P20	P19	49 36 19.0	0.000	1.00	97.5700	0.0000	0.01	1
44	P20	P21	235 4 1.0	0.000	1.00	100.3910	0.0000	0.01	1
45	P21	P20	351 44 15.0	0.000	1.00	100.3910	0.0000	0.01	1
46	P21	P22	195 13 12.0	0.000	1.00	45.1910	0.0000	0.02	1
47	P22	P21	276 28 43.0	0.000	1.00	45.1910	0.0000	0.02	1
48	P22	P23	132 53 32.0	0.000	1.00	125.9460	0.0000	0.01	1
49	P23	P22	342 10 5.0	0.000	1.00	125.9460	0.0000	0.01	1
50	P23	P24	162 24 39.0	0.000	1.00	133.2290	0.0000	0.01	1
51	P24	P23	318 44 14.0	0.000	1.00	133.2290	0.0000	0.01	1
52	P24	P25	93 44 13.0	0.000	1.00	72.6440	0.0000	0.01	1
53	P25	P24	274 35 30.0	0.000	1.00	72.6440	0.0000	0.01	1
54	P25	P26	133 29 54.0	0.000	1.00	104.3850	0.0000	0.01	1
55	P26	P25	352 5 19.0	0.000	1.00	104.3850	0.0000	0.01	1
56	P26	P27	141 19 38.0	0.000	1.00	81.3050	0.0000	0.01	1
57	P27	P26	145 53 51.0	0.000	1.00	81.3050	0.0000	0.01	1
58	P27	P28	305 12 59.0	0.000	1.00	71.9160	0.0000	0.01	1
59	P28	P27	64 4 59.0	0.000	1.00	71.9160	0.0000	0.01	1
60	P28	P29	284 54 12.0	0.000	1.00	77.0660	0.0000	0.01	1
61	P29	P28	218 6 47.0	0.000	1.00	77.0660	0.0000	0.01	1
62	P29	P30	348 22 44.0	0.000	1.00	86.6650	0.0000	0.01	1
63	P30	P29	185 59 10.0	0.000	1.00	86.6650	0.0000	0.01	1
64	P30	P31	342 29 33.0	0.000	1.00	151.9490	0.0000	0.01	1

65	P31	P30	75 19 6.0	0.000	1.00	151.9490	0.0000	0.01	1
66	P31	P32	266 59 20.0	0.000	1.00	133.5180	0.0000	0.01	1
67	P32	P31	359 59 57.0	0.000	1.00	133.5180	0.0000	0.01	1
68	P32	P33	144 15 38.0	0.000	1.00	93.5100	0.0000	0.01	1
69	P33	P32	221 54 8.0	0.000	1.00	93.5100	0.0000	0.01	1
70	P33	P34	69 35 12.0	0.000	1.00	87.5170	0.0000	0.01	1
71	P34	P33	139 6 2.0	0.000	1.00	87.5170	0.0000	0.01	1
72	P34	P35	321 56 1.0	0.000	1.00	93.8370	0.0000	0.01	1
73	P35	P34	160 8 59.0	0.000	1.00	93.8370	0.0000	0.01	1
74	P35	P36	287 52 29.0	0.000	1.00	62.6910	0.0000	0.02	1
75	P36	P35	35 24 6.0	0.000	1.00	62.6910	0.0000	0.02	1
76	P36	P37	241 58 35.0	0.000	1.00	83.0030	0.0000	0.01	1
77	P37	P36	48 17 20.0	0.000	1.00	83.0030	0.0000	0.01	1
78	P37	P38	262 5 42.0	0.000	1.00	97.2130	0.0000	0.01	1
79	P38	P37	99 59 54.0	0.000	1.00	97.2130	0.0000	0.01	1
80	P38	P39	294 26 30.0	0.000	1.00	135.8500	0.0000	0.01	1
81	P39	P38	77 59 37.0	0.000	1.00	135.8500	0.0000	0.01	1
82	P39	P40	235 10 8.0	0.000	1.00	106.9260	0.0000	0.01	1
83	P40	P39	261 38 38.0	0.000	1.00	106.9260	0.0000	0.01	1
84	P40	P41	109 27 49.0	0.000	1.00	116.0090	0.0000	0.01	1
85	P41	P40	15 9 56.0	0.000	1.00	116.0090	0.0000	0.01	1
86	P41	P42	232 2 0.0	0.000	1.00	83.8550	0.0000	0.01	1
87	P42	P41	186 54 2.0	0.000	1.00	83.8550	0.0000	0.01	1
88	P42	P43	327 5 12.0	0.000	1.00	86.2020	0.0000	0.01	1
89	P43	P42	242 42 49.0	0.000	1.00	86.2020	0.0000	0.01	1
90	P43	P44	77 44 12.0	0.000	1.00	79.5130	0.0000	0.01	1
91	P44	P43	267 53 54.0	0.000	1.00	79.5130	0.0000	0.01	1
92	P44	P45	94 37 38.0	0.000	1.00	78.8400	0.0000	0.01	1
93	P45	P44	130 41 9.0	0.000	1.00	78.8400	0.0000	0.01	1
94	P45	P46	355 4 35.0	0.000	1.00	59.3190	0.0000	0.02	1
95	P46	P45	203 5 29.0	0.000	1.00	59.3190	0.0000	0.02	1
96	P46	N630Z	355 35 57.0	0.000	1.00	41.9720	0.0000	0.02	1
97	N630Z	P46	359 59 59.0	0.000	1.00	41.9720	0.0000	0.02	1
98	N630Z	N630S1	29 7 52.0	0.000	1.00	238.0820	0.0000	0.00	1
99	N630Z	N630S2	184 40 54.0	0.000	1.00	207.1570	0.0000	0.00	1

Podan srednji pogrešek utežne enote smeri (a-priori ocena): 3.00 sekund.  
 Podan srednji pogrešek utežne enote dolžin (a-priori ocena): 2.000 mm.

Število enaëb popravkov je 197.  
 - Število enaëb popravkov za smeri je 99.  
 - Število enaëb popravkov za dolžine je 98.  
 Število neznank je 138.  
 - Število koordinatnih neznank je 90.  
 - Število orientacijskih neznank je 48.

POPRAVKI približnih vrednosti

=====

Točka	Dy (m)	Dx (m)	Do ( " )
P1	-0.003	-0.007	1.5
P2	-0.003	-0.007	-0.3
P3	-0.003	-0.007	0.5
P4	-0.002	-0.007	-0.1
P5	-0.003	-0.006	-0.1
P6	-0.002	-0.007	0.0
P7	-0.003	-0.006	-0.6
P8	-0.003	-0.006	1.2
P9	-0.002	-0.006	0.5
P10	-0.003	-0.006	-0.1
P11	-0.002	-0.005	-0.2
P12	-0.003	-0.005	-0.9
P13	-0.003	-0.005	0.2
P14	-0.002	-0.005	-0.7
P15	-0.003	-0.004	-0.5
P16	-0.003	-0.005	0.2
P17	-0.002	-0.003	-0.2
P18	-0.002	-0.004	-1.0
P19	-0.003	-0.003	-1.2
P20	-0.002	-0.003	-0.9
P21	-0.002	-0.002	-0.3
P22	-0.002	-0.002	0.4
P23	-0.002	-0.002	-0.5
P24	-0.002	-0.002	-1.7
P25	-0.002	-0.001	-1.4
P26	-0.001	-0.001	-1.2
P27	-0.001	-0.001	-0.3
P28	-0.001	-0.001	1.2
P29	-0.001	-0.001	-0.2
P30	-0.001	0.000	-1.0
P31	-0.001	0.001	0.3
P33	-0.001	0.000	-1.3
P34	-0.002	0.000	-1.0
P35	-0.002	0.000	0.8
P36	-0.001	-0.001	0.7
P37	-0.002	-0.001	-1.1
P38	-0.002	-0.001	-0.6
P39	-0.002	0.000	-0.9
P40	-0.002	0.000	-0.7
P41	-0.002	0.000	0.1
P42	-0.001	0.000	-0.3
P43	-0.001	0.000	-0.8
P44	0.000	0.000	-0.9
P45	0.000	0.001	-1.6
P46	0.001	0.000	0.5
GPS1			1.1
P32			-0.2
N630Z			1.1

IZRAVNANE vrednosti koordinat in ANALIZA natančnosti

=====

Točka	Y (m)	X (m)	My (m)	Mx (m)	Mp (m)	a (m)	b (m)	Theta (st.)
P1	426941.877	115688.475	0.010	0.012	0.016	0.015	0.002	39.
P2	427076.042	115710.619	0.017	0.013	0.022	0.020	0.009	58.
P3	427231.334	115651.175	0.023	0.015	0.027	0.023	0.015	77.
P4	427328.216	115665.648	0.025	0.017	0.030	0.025	0.016	76.
P5	427423.571	115732.622	0.026	0.020	0.033	0.027	0.018	67.
P6	427426.070	115833.612	0.026	0.023	0.034	0.027	0.021	59.
P7	427503.826	115927.585	0.026	0.025	0.036	0.029	0.022	49.
P8	427464.615	116025.963	0.026	0.027	0.038	0.029	0.024	41.
P9	427467.013	116082.678	0.026	0.028	0.039	0.030	0.024	35.
P10	427526.566	116142.760	0.027	0.029	0.039	0.031	0.024	35.
P11	427514.172	116249.402	0.026	0.031	0.040	0.032	0.024	29.
P12	427564.761	116309.773	0.026	0.031	0.041	0.033	0.024	31.
P13	427557.911	116412.872	0.026	0.032	0.041	0.035	0.023	29.
P14	427579.343	116512.541	0.026	0.033	0.042	0.036	0.022	30.
P15	427628.537	116575.092	0.026	0.032	0.042	0.036	0.020	33.
P16	427724.782	116622.094	0.027	0.031	0.041	0.036	0.019	38.
P17	427814.696	116709.064	0.027	0.029	0.040	0.036	0.017	41.
P18	427924.700	116706.115	0.028	0.028	0.039	0.035	0.018	45.
P19	427968.276	116770.434	0.028	0.027	0.039	0.035	0.018	46.
P20	428063.162	116793.202	0.028	0.025	0.038	0.034	0.018	51.
P21	428162.578	116807.231	0.028	0.024	0.037	0.032	0.019	55.
P22	428206.142	116795.191	0.028	0.024	0.037	0.031	0.019	57.
P23	428283.930	116696.117	0.027	0.024	0.036	0.029	0.021	57.
P24	428365.772	116590.967	0.026	0.023	0.035	0.027	0.021	62.
P25	428437.867	116581.982	0.026	0.022	0.034	0.026	0.021	65.
P26	428510.376	116506.871	0.025	0.020	0.032	0.026	0.019	70.
P27	428588.829	116485.484	0.024	0.018	0.030	0.025	0.017	69.
P28	428660.429	116492.295	0.022	0.017	0.028	0.023	0.016	67.
P29	428723.268	116447.661	0.022	0.015	0.026	0.023	0.013	65.
P30	428807.237	116469.141	0.019	0.013	0.023	0.021	0.010	60.
P31	428927.235	116562.366	0.014	0.008	0.016	0.015	0.005	64.
P33	429091.095	116703.761	0.007	0.011	0.013	0.012	0.003	30.
P34	429163.448	116752.988	0.012	0.012	0.017	0.016	0.007	45.
P35	429243.540	116801.872	0.016	0.013	0.020	0.018	0.009	53.
P36	429250.448	116864.183	0.017	0.015	0.022	0.019	0.011	51.
P37	429295.532	116933.873	0.018	0.015	0.024	0.021	0.012	55.
P38	429384.814	116972.314	0.020	0.015	0.025	0.022	0.013	66.
P39	429519.034	116993.218	0.021	0.014	0.025	0.022	0.013	79.
P40	429610.025	117049.365	0.022	0.012	0.025	0.022	0.012	89.
P41	429725.760	117057.170	0.021	0.011	0.024	0.021	0.011	101.
P42	429796.073	117011.493	0.019	0.011	0.022	0.019	0.010	101.
P43	429881.660	117021.706	0.017	0.010	0.020	0.018	0.008	111.
P44	429960.349	117010.342	0.014	0.010	0.017	0.016	0.006	121.
P45	430036.514	116990.011	0.009	0.009	0.013	0.012	0.004	137.
P46	430066.764	116938.990	0.007	0.004	0.008	0.008	0.001	122.

Srednji pogrešek utežne enote /m0/ je 0.93542.

[pvv] = 51.6258643914

[xx] vseh neznank = 32.1687393696

[xx] samo koordinatnih neznank = 0.0008311616

Srednji pogrešek aritmetične sredine /m\_arit/ je 0.00181.

Srednji pogrešek smeri /m0\*m0\_smeri/ je 2.8063 sekund.

Srednji pogrešek dolžin /m0\*m0\_dolžin/ je 0.002 metrov.

Največji položajni pogrešek /Mp\_max/ je 0.042 metrov.

Najmanjši položajni pogrešek /Mp\_min/ je 0.008 metrov.

Srednji položajni pogrešek /Mp\_sred/ je 0.031 metrov.

PREGLED opazovanih SMERI  
=====

Smerni koti in dolžine so izračunani iz nezaokroženih koordinat.  
Smeri in smerni koti so izpisani v stopinjah.

Dana točka: GPS1 Y = 426852.570 X = 115576.963  
Orientacijski kot = 13 18 56.2  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
GPS2 1 1.00 66 29 37.0 79 48 33.2 79 48 38.8 5.6 145.573  
N631S1 1 1.00 197 18 20.0 210 37 16.2 210 37 7.2 -9.0 73.277  
P1 1 1.00 25 22 25.0 38 41 21.2 38 41 24.6 3.4 142.866

Nova točka: P1 Y = 426941.877 X = 115688.475  
Orientacijski kot = 127 31 24.7  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
GPS1 1 1.00 91 10 3.0 218 41 27.7 218 41 24.6 -3.0 142.866  
P2 1 1.00 313 6 12.0 80 37 36.7 80 37 39.7 3.0 135.980

Nova točka: P2 Y = 427076.042 X = 115710.619  
Orientacijski kot = 119 10 35.5  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P1 1 1.00 141 27 7.0 260 37 42.5 260 37 39.7 -2.8 135.980  
P3 1 1.00 351 46 8.0 110 56 43.5 110 56 46.3 2.8 166.280

Nova točka: P3 Y = 427231.334 X = 115651.175  
Orientacijski kot = 349 16 52.0  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P2 1 1.00 301 39 57.0 290 56 49.0 290 56 46.3 -2.7 166.280  
P4 1 1.00 92 13 19.0 81 30 11.0 81 30 13.7 2.7 97.957

Nova točka: P4 Y = 427328.216 X = 115665.648  
Orientacijski kot = 351 32 20.2  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P3 1 1.00 269 57 56.0 261 30 16.2 261 30 13.7 -2.5 97.957  
P5 1 1.00 63 22 40.0 54 55 0.2 54 55 2.7 2.5 116.525

Nova točka: P5 Y = 427423.571 X = 115732.622  
Orientacijski kot = 199 40 12.0  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P4 1 1.00 35 14 53.0 234 55 5.0 234 55 2.7 -2.2 116.525  
P6 1 1.00 161 44 48.0 1 24 60.0 1 25 2.2 2.2 101.022

Nova točka: P6 Y = 427426.070 X = 115833.612  
Orientacijski kot = 55 44 1.2  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P5 1 1.00 125 41 3.0 181 25 4.2 181 25 2.2 -2.0 101.022  
P7 1 1.00 343 52 17.0 39 36 18.2 39 36 20.2 2.0 121.971

Nova točka: P7 Y = 427503.826 X = 115927.585  
Orientacijski kot = 92 13 22.9  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P6 1 1.00 127 22 59.0 219 36 21.9 219 36 20.2 -1.7 121.971  
P8 1 1.00 246 2 44.0 338 16 6.9 338 16 8.6 1.7 105.904

Nova točka: P8 Y = 427464.615 X = 116025.963  
Orientacijski kot = 49 26 5.1  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina  
P7 1 1.00 108 50 5.0 158 16 10.1 158 16 8.6 -1.5 105.904  
P9 1 1.00 312 59 8.0 2 25 13.1 2 25 14.6 1.5 56.765

Nova točka: P9 Y = 427467.013 X = 116082.678  
Orientacijski kot = 274 10 25.0  
Vizura Gr Utež Opazov. smer Orient. smer Def. sm. kot Popravek Dolžina

P8	1	1.00	268	14	51.0	182	25	16.0	182	25	14.6	-1.4	56.765
P10	1	1.00	130	34	22.0	44	44	47.0	44	44	48.4	1.4	84.596
Nova točka: P10			Y = 427526.566			X = 116142.760			Orientacijski kot = 150 12 2.6				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P9	1	1.00	74	32	47.0	224	44	49.6	224	44	48.4	-1.2	84.596
P11	1	1.00	203	10	10.0	353	22	12.6	353	22	13.8	1.2	107.360
Nova točka: P11			Y = 427514.172			X = 116249.402			Orientacijski kot = 146 5 49.7				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P10	1	1.00	27	16	25.0	173	22	14.7	173	22	13.8	-1.0	107.360
P12	1	1.00	253	51	53.0	39	57	42.7	39	57	43.7	1.0	78.765
Nova točka: P12			Y = 427564.761			X = 116309.773			Orientacijski kot = 82 21 38.4				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P11	1	1.00	137	36	6.0	219	57	44.4	219	57	43.7	-0.7	78.765
P13	1	1.00	273	50	16.0	356	11	54.4	356	11	55.2	0.7	103.326
Nova točka: P13			Y = 427557.911			X = 116412.872			Orientacijski kot = 137 17 19.7				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P12	1	1.00	38	54	36.0	176	11	55.7	176	11	55.2	-0.5	103.326
P14	1	1.00	234	50	47.0	12	8	6.7	12	8	7.2	0.5	101.948
Nova točka: P14			Y = 427579.343			X = 116512.541			Orientacijski kot = 95 37 25.5				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P13	1	1.00	96	30	42.0	192	8	7.5	192	8	7.2	-0.3	101.948
P15	1	1.00	302	33	37.0	38	11	2.5	38	11	2.7	0.3	79.578
Nova točka: P15			Y = 427628.537			X = 116575.092			Orientacijski kot = 341 15 17.8				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P14	1	1.00	236	55	45.0	218	11	2.8	218	11	2.7	-0.1	79.578
GPS3	1	1.00	66	28	44.0	47	44	1.8	47	44	1.5	-0.3	793.784
P16	1	1.00	82	42	57.0	63	58	14.8	63	58	15.1	0.4	107.109
Nova točka: P16			Y = 427724.782			X = 116622.094			Orientacijski kot = 127 7 42.2				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P15	1	1.00	116	50	33.0	243	58	15.2	243	58	15.1	-0.1	107.109
P17	1	1.00	278	49	31.0	45	57	13.2	45	57	13.3	0.1	125.092
Nova točka: P17			Y = 427814.696			X = 116709.064			Orientacijski kot = 340 58 56.0				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P16	1	1.00	244	58	17.0	225	57	13.0	225	57	13.3	0.3	125.092
P18	1	1.00	110	33	11.0	91	32	7.0	91	32	6.7	-0.3	110.044
Nova točka: P18			Y = 427924.700			X = 116706.115			Orientacijski kot = 154 28 59.2				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P17	1	1.00	117	3	7.0	271	32	6.2	271	32	6.7	0.5	110.044
P19	1	1.00	239	38	6.0	34	7	5.2	34	7	4.7	-0.5	77.690
Nova točka: P19			Y = 427968.276			X = 116770.434			Orientacijski kot = 300 16 3.0				
Vizura	Gr	Utež	Opazov.	smer	Orient.	smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina				
P18	1	1.00	273	51	1.0	214	7	4.0	214	7	4.7	0.7	77.690
P20	1	1.00	136	14	22.0	76	30	25.0	76	30	24.3	-0.7	97.579

Nova točka: P20		Y = 428063.162	X = 116793.202				
		Orientacijski kot = 206 54 4.3					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P19	1	1.00	49 36 19.0	256 30 23.3	256 30 24.3	0.9	97.579
P21	1	1.00	235 4 1.0	81 58 5.3	81 58 4.4	-0.9	100.401
Nova točka: P21		Y = 428162.578	X = 116807.231				
		Orientacijski kot = 270 13 48.3					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P20	1	1.00	351 44 15.0	261 58 3.3	261 58 4.4	1.1	100.401
P22	1	1.00	195 13 12.0	105 27 0.3	105 26 59.1	-1.1	45.197
Nova točka: P22		Y = 428206.142	X = 116795.191				
		Orientacijski kot = 8 58 14.9					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P21	1	1.00	276 28 43.0	285 26 57.9	285 26 59.1	1.2	45.197
P23	1	1.00	132 53 32.0	141 51 46.9	141 51 45.7	-1.2	125.963
Nova točka: P23		Y = 428283.930	X = 116696.117				
		Orientacijski kot = 339 41 39.7					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P22	1	1.00	342 10 5.0	321 51 44.7	321 51 45.7	1.1	125.963
P24	1	1.00	162 24 39.0	142 6 18.7	142 6 17.6	-1.1	133.247
Nova točka: P24		Y = 428365.772	X = 116590.967				
		Orientacijski kot = 3 22 2.6					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P23	1	1.00	318 44 14.0	322 6 16.6	322 6 17.6	1.0	133.247
P25	1	1.00	93 44 13.0	97 6 15.6	97 6 14.7	-1.0	72.653
Nova točka: P25		Y = 428437.867	X = 116581.982				
		Orientacijski kot = 2 30 43.6					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P24	1	1.00	274 35 30.0	277 6 13.6	277 6 14.7	1.1	72.653
P26	1	1.00	133 29 54.0	136 0 37.6	136 0 36.5	-1.1	104.399
Nova točka: P26		Y = 428510.376	X = 116506.871				
		Orientacijski kot = 323 55 16.5					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P25	1	1.00	352 5 19.0	316 0 35.5	316 0 36.5	1.0	104.399
P27	1	1.00	141 19 38.0	105 14 54.5	105 14 53.5	-1.0	81.316
Nova točka: P27		Y = 428588.829	X = 116485.484				
		Orientacijski kot = 139 21 1.5					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P26	1	1.00	145 53 51.0	285 14 52.5	285 14 53.5	1.1	81.316
P28	1	1.00	305 12 59.0	84 34 0.5	84 33 59.4	-1.1	71.924
Nova točka: P28		Y = 428660.429	X = 116492.295				
		Orientacijski kot = 200 28 59.2					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P27	1	1.00	64 4 59.0	264 33 58.2	264 33 59.4	1.2	71.924
P29	1	1.00	284 54 12.0	125 23 11.2	125 23 9.9	-1.2	77.077
Nova točka: P29		Y = 428723.268	X = 116447.661				
		Orientacijski kot = 87 16 21.7					
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P28	1	1.00	218 6 47.0	305 23 8.7	305 23 9.9	1.2	77.077
P30	1	1.00	348 22 44.0	75 39 5.7	75 39 4.5	-1.2	86.673
Nova točka: P30		Y = 428807.237	X = 116469.141				
		Orientacijski kot = 69 39 53.1					



Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P29	1	1.00	185 59 10.0	255 39 3.1	255 39 4.5	1.4	86.673
P31	1	1.00	342 29 33.0	52 9 26.1	52 9 24.7	-1.4	151.955
Nova točka: P31			Y =	428927.235	X =	116562.366	
					Orientacijski kot = 156 50 16.8		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P30	1	1.00	75 19 6.0	232 9 22.8	232 9 24.7	1.9	151.955
P32	1	1.00	266 59 20.0	63 49 36.8	63 49 35.0	-1.9	133.527
Dana točka: P32			Y =	429047.070	X =	116621.263	
					Orientacijski kot = 243 49 35.8		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P31	1	1.00	359 59 57.0	243 49 32.8	243 49 35.0	2.2	133.527
P33	1	1.00	144 15 38.0	28 5 13.8	28 5 11.6	-2.2	93.509
Nova točka: P33			Y =	429091.095	X =	116703.761	
					Orientacijski kot = 346 11 1.6		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P32	1	1.00	221 54 8.0	208 5 9.6	208 5 11.6	2.0	93.509
P34	1	1.00	69 35 12.0	55 46 13.6	55 46 11.6	-2.0	87.512
Nova točka: P34			Y =	429163.448	X =	116752.988	
					Orientacijski kot = 96 40 7.7		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P33	1	1.00	139 6 2.0	235 46 9.7	235 46 11.6	1.8	87.512
P35	1	1.00	321 56 1.0	58 36 8.7	58 36 6.9	-1.8	93.831
Nova točka: P35			Y =	429243.540	X =	116801.872	
					Orientacijski kot = 78 27 6.2		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P34	1	1.00	160 8 59.0	238 36 5.2	238 36 6.9	1.7	93.831
P36	1	1.00	287 52 29.0	6 19 35.2	6 19 33.5	-1.7	62.693
Nova točka: P36			Y =	429250.448	X =	116864.183	
					Orientacijski kot = 150 55 26.0		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P35	1	1.00	35 24 6.0	186 19 32.0	186 19 33.5	1.5	62.693
P37	1	1.00	241 58 35.0	32 54 1.0	32 53 59.5	-1.5	83.002
Nova točka: P37			Y =	429295.532	X =	116933.873	
					Orientacijski kot = 164 36 38.1		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P36	1	1.00	48 17 20.0	212 53 58.1	212 53 59.5	1.4	83.002
P38	1	1.00	262 5 42.0	66 42 20.1	66 42 18.8	-1.4	97.206
Nova točka: P38			Y =	429384.814	X =	116972.314	
					Orientacijski kot = 146 42 23.6		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P37	1	1.00	99 59 54.0	246 42 17.6	246 42 18.8	1.2	97.206
P39	1	1.00	294 26 30.0	81 8 53.6	81 8 52.4	-1.2	135.838
Nova točka: P39			Y =	429519.034	X =	116993.218	
					Orientacijski kot = 183 9 14.3		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P38	1	1.00	77 59 37.0	261 8 51.3	261 8 52.4	1.0	135.838
P40	1	1.00	235 10 8.0	58 19 22.3	58 19 21.3	-1.0	106.920
Nova točka: P40			Y =	429610.025	X =	117049.365	
					Orientacijski kot = 336 40 42.4		
Vizura	Gr	Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina
P39	1	1.00	261 38 38.0	238 19 20.4	238 19 21.3	0.8	106.920
P41	1	1.00	109 27 49.0	86 8 31.4	86 8 30.6	-0.8	115.998

Nova točka: P41		Y =	429725.760	X =	117057.170	Orientacijski kot = 250 58 33.8	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P40	1 1.00	15 9 56.0	266 8 29.8	266 8 30.6	0.7	115.998	
P42	1 1.00	232 2 0.0	123 0 33.8	123 0 33.1	-0.7	83.847	
Nova točka: P42		Y =	429796.073	X =	117011.493	Orientacijski kot = 116 6 30.3	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P41	1 1.00	186 54 2.0	303 0 32.3	303 0 33.1	0.8	83.847	
P43	1 1.00	327 5 12.0	83 11 42.3	83 11 41.6	-0.8	86.194	
Nova točka: P43		Y =	429881.660	X =	117021.706	Orientacijski kot = 20 28 51.9	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P42	1 1.00	242 42 49.0	263 11 40.9	263 11 41.6	0.7	86.194	
P44	1 1.00	77 44 12.0	98 13 3.9	98 13 3.2	-0.7	79.505	
Nova točka: P44		Y =	429960.349	X =	117010.342	Orientacijski kot = 10 19 8.6	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P43	1 1.00	267 53 54.0	278 13 2.6	278 13 3.2	0.6	79.505	
P45	1 1.00	94 37 38.0	104 56 46.6	104 56 46.0	-0.6	78.832	
Nova točka: P45		Y =	430036.514	X =	116990.011	Orientacijski kot = 154 15 36.4	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P44	1 1.00	130 41 9.0	284 56 45.4	284 56 46.0	0.6	78.832	
P46	1 1.00	355 4 35.0	149 20 11.4	149 20 10.8	-0.6	59.314	
Nova točka: P46		Y =	430066.764	X =	116938.990	Orientacijski kot = 126 14 41.1	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P45	1 1.00	203 5 29.0	329 20 10.1	329 20 10.8	0.7	59.314	
N630Z	1 1.00	355 35 57.0	121 50 38.1	121 50 37.4	-0.7	41.968	
Dana točka: N630Z		Y =	430102.415	X =	116916.848	Orientacijski kot = 301 50 37.7	
Vizura	Gr Utež	Opazov. smer	Orient. smer	Def. sm. kot	Popravek	Dolžina	
P46	1 1.00	359 59 59.0	301 50 36.7	301 50 37.4	0.7	41.968	
N630S1	1 1.00	29 7 52.0	330 58 29.7	330 58 30.6	1.0	238.081	
N630S2	1 1.00	184 40 54.0	126 31 31.7	126 31 30.0	-1.7	207.169	

PREGLED merjenih DOLŽIN

=====

Dolžine so izračunane iz nezaokroženih koordinat.  
 Multiplikacijska konstanta ni bila izračunana ( = 1).  
 Adicijska konstanta ni bila izračunana ( = 0 metra).

Od točke	Do točke	Utež dolž	Merjena dolžina	Modulirana Mer.*Mk+Ak	Definitivna Proj.-Du	Popravek Mod.dolž.	Projekcij. iz koo.
GPS1	GPS2	0.01	145.571	145.571	145.573	0.002	145.573
GPS1	N631S1	0.01	73.276	73.276	73.277	0.001	73.277
GPS1	P1	0.01	142.864	142.864	142.866	0.002	142.866
P1	GPS1	0.01	142.864	142.864	142.866	0.002	142.866
P1	P2	0.01	135.968	135.968	135.980	0.012	135.980
P2	P1	0.01	135.968	135.968	135.980	0.012	135.980
P2	P3	0.01	166.260	166.260	166.280	0.020	166.280
P3	P2	0.01	166.260	166.260	166.280	0.020	166.280

P3	P4	0.01	97.948	97.948	97.957	0.009	97.957
P4	P3	0.01	97.948	97.948	97.957	0.009	97.957
P4	P5	0.01	116.520	116.520	116.525	0.005	116.525
P5	P4	0.01	116.520	116.520	116.525	0.005	116.525
P5	P6	0.01	101.028	101.028	101.022	-0.006	101.022
P6	P5	0.01	101.028	101.028	101.022	-0.006	101.022
P6	P7	0.01	121.969	121.969	121.971	0.002	121.971
P7	P6	0.01	121.969	121.969	121.971	0.002	121.971
P7	P8	0.01	105.915	105.915	105.904	-0.011	105.904
P8	P7	0.01	105.915	105.915	105.904	-0.011	105.904
P8	P9	0.02	56.769	56.769	56.765	-0.004	56.765
P9	P8	0.02	56.769	56.769	56.765	-0.004	56.765
P9	P10	0.01	84.594	84.594	84.596	0.002	84.596
P10	P9	0.01	84.594	84.594	84.596	0.002	84.596
P10	P11	0.01	107.368	107.368	107.360	-0.008	107.360
P11	P10	0.01	107.368	107.368	107.360	-0.008	107.360
P11	P12	0.01	78.764	78.764	78.765	0.001	78.765
P12	P11	0.01	78.764	78.764	78.765	0.001	78.765
P12	P13	0.01	103.334	103.334	103.326	-0.008	103.326
P13	P12	0.01	103.334	103.334	103.326	-0.008	103.326
P13	P14	0.01	101.952	101.952	101.948	-0.004	101.948
P14	P13	0.01	101.952	101.952	101.948	-0.004	101.948
P14	P15	0.01	79.577	79.577	79.578	0.001	79.578
P15	P14	0.01	79.577	79.577	79.578	0.001	79.578
P15	P16	0.01	107.102	107.102	107.109	0.007	107.109
P16	P15	0.01	107.102	107.102	107.109	0.007	107.109
P16	P17	0.01	125.089	125.089	125.092	0.003	125.092
P17	P16	0.01	125.089	125.089	125.092	0.003	125.092
P17	P18	0.01	110.031	110.031	110.044	0.013	110.044
P18	P17	0.01	110.031	110.031	110.044	0.013	110.044
P18	P19	0.01	77.690	77.690	77.690	0.000	77.690
P19	P18	0.01	77.690	77.690	77.690	0.000	77.690
P19	P20	0.01	97.570	97.570	97.579	0.009	97.579
P20	P19	0.01	97.570	97.570	97.579	0.009	97.579
P20	P21	0.01	100.391	100.391	100.401	0.010	100.401
P21	P20	0.01	100.391	100.391	100.401	0.010	100.401
P21	P22	0.02	45.191	45.191	45.197	0.006	45.197
P22	P21	0.02	45.191	45.191	45.197	0.006	45.197
P22	P23	0.01	125.946	125.946	125.963	0.017	125.963
P23	P22	0.01	125.946	125.946	125.963	0.017	125.963
P23	P24	0.01	133.229	133.229	133.247	0.018	133.247
P24	P23	0.01	133.229	133.229	133.247	0.018	133.247
P24	P25	0.01	72.644	72.644	72.653	0.009	72.653
P25	P24	0.01	72.644	72.644	72.653	0.009	72.653
P25	P26	0.01	104.385	104.385	104.399	0.014	104.399
P26	P25	0.01	104.385	104.385	104.399	0.014	104.399
P26	P27	0.01	81.305	81.305	81.316	0.011	81.316
P27	P26	0.01	81.305	81.305	81.316	0.011	81.316
P27	P28	0.01	71.916	71.916	71.924	0.008	71.924
P28	P27	0.01	71.916	71.916	71.924	0.008	71.924
P28	P29	0.01	77.066	77.066	77.077	0.011	77.077
P29	P28	0.01	77.066	77.066	77.077	0.011	77.077
P29	P30	0.01	86.665	86.665	86.673	0.008	86.673
P30	P29	0.01	86.665	86.665	86.673	0.008	86.673
P30	P31	0.01	151.949	151.949	151.955	0.006	151.955
P31	P30	0.01	151.949	151.949	151.955	0.006	151.955
P31	P32	0.01	133.518	133.518	133.527	0.009	133.527
P32	P31	0.01	133.518	133.518	133.527	0.009	133.527
P32	P33	0.01	93.510	93.510	93.509	-0.001	93.509
P33	P32	0.01	93.510	93.510	93.509	-0.001	93.509
P33	P34	0.01	87.517	87.517	87.512	-0.005	87.512
P34	P33	0.01	87.517	87.517	87.512	-0.005	87.512
P34	P35	0.01	93.837	93.837	93.831	-0.006	93.831
P35	P34	0.01	93.837	93.837	93.831	-0.006	93.831

P35	P36	0.02	62.691	62.691	62.693	0.002	62.693
P36	P35	0.02	62.691	62.691	62.693	0.002	62.693
P36	P37	0.01	83.003	83.003	83.002	-0.001	83.002
P37	P36	0.01	83.003	83.003	83.002	-0.001	83.002
P37	P38	0.01	97.213	97.213	97.206	-0.007	97.206
P38	P37	0.01	97.213	97.213	97.206	-0.007	97.206
P38	P39	0.01	135.850	135.850	135.838	-0.012	135.838
P39	P38	0.01	135.850	135.850	135.838	-0.012	135.838
P39	P40	0.01	106.926	106.926	106.920	-0.006	106.920
P40	P39	0.01	106.926	106.926	106.920	-0.006	106.920
P40	P41	0.01	116.009	116.009	115.998	-0.011	115.998
P41	P40	0.01	116.009	116.009	115.998	-0.011	115.998
P41	P42	0.01	83.855	83.855	83.847	-0.008	83.847
P42	P41	0.01	83.855	83.855	83.847	-0.008	83.847
P42	P43	0.01	86.202	86.202	86.194	-0.008	86.194
P43	P42	0.01	86.202	86.202	86.194	-0.008	86.194
P43	P44	0.01	79.513	79.513	79.505	-0.008	79.505
P44	P43	0.01	79.513	79.513	79.505	-0.008	79.505
P44	P45	0.01	78.840	78.840	78.832	-0.008	78.832
P45	P44	0.01	78.840	78.840	78.832	-0.008	78.832
P45	P46	0.02	59.319	59.319	59.314	-0.005	59.314
P46	P45	0.02	59.319	59.319	59.314	-0.005	59.314
P46	N630Z	0.02	41.972	41.972	41.968	-0.004	41.968
N630Z	P46	0.02	41.972	41.972	41.968	-0.004	41.968
N630Z	N630S1	0.00	238.082	238.082	238.081	-0.001	238.081
N630Z	N630S2	0.00	207.157	207.157	207.169	0.012	207.169