



# **Razvoj DGS 2010**

## **Prehod na nov koordinatni sistem**

**Končno poročilo  
(Zvezek 1/2)**

Ljubljana, 19. 11. 2010

**GEODETSKI INŠTITUT SLOVENIJE**

Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, telefon: +386 1 200 29 00, faks: +386 1 425 06 77, e-pošta: [info@gis.si](mailto:info@gis.si), [www.gis.si](http://www.gis.si)

## PODATKI O PROJEKTU

### Naročnik:

**Naziv naročnika:**

Ministrstvo za okolje in prostor (MOP)  
**Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS)**

Zemljemerska ulica 12  
1000 Ljubljana

Matična številka: 5026334  
Identifikacijska številka za DDV: SI 25661787

Odgovorna oseba: Aleš Seliškar, generalni direktor

### Izvajalec:

**Geodetski inštitut Slovenije (GI)**

Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana

Matična številka: 5051649  
Identifikacijska številka za DDV: SI 81498756  
Račun: 01100-6030348025

Odgovorna oseba: mag. Borut Pegan Žvokelj, direktor

### Pogodba:

Številka naročila: 2512-10-000035  
Naslov pogodbe: **Razvoj državnega geodetskega sistema 2010 – Prehod na nov koordinatni sistem (projekt SI0004)**

Naročnik: številka pogodbe: 45050-29/2010-1      Datum: 08. 06. 2010  
Izvajalec: številka pogodbe: H044132/P-KO      Datum: 10. 06. 2010

### Zastopnik pogodbe:

Za naročnika: mag. Klemen Medved, univ. dipl. inž. geod.  
Za izvajalca: mag. Katja Oven, univ. dipl. inž. geod.

### Sodelavci:

Geodetski inštitut Slovenije:

mag. Katja Oven, Sandi Berk, Katja Bajec, Darja Pegan Žvokelj, Matija Klanjšček, Jani Demšar, Roman Vrabič, Branislav Droščák, Marko Zore, Niko Fabiani, Miran Janežič, dr. Dalibor Radovan

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo:

dr. Bojan Stopar, dr. Božo Koler, dr. Miran Kuhar, mag. Oskar Sterle, dr. Polona Pavlovčič Prešeren, dr. Tomaž Ambrožič, dr. Dušan Kogoj, dr. Simona Savšek

# KAZALO

1 Izhodišča in predmet projekta.....	1
1.1 Izhodišča projekta.....	1
1.2 Predmet projekta.....	2
2 Naloge na horizontalnem sistemu.....	3
2.1 Vzpostavitev dnevni izračunov PP SIGNAL (NALOGA 1.1).....	3
2.1.1 Vhodni podatki.....	5
2.1.1.1 Dnevne RINEX datoteke IGS postaj.....	5
2.1.1.2 Dnevne RINEX datoteke postaj omrežja SIGNAL in sosednjih omrežij.....	5
2.1.1.3 Precizne efemeride.....	6
2.1.1.4 Podatki o parametrih rotacije Zemlje.....	6
2.1.1.5 Podatki o stanju ionosfere.....	6
2.1.1.6 Datoteka s parametri o vplivu plimovanja morja.....	6
2.1.1.7 Predhodno definirani vektorji .....	6
2.1.1.8 Koordinate in vektorji hitrosti točk .....	6
2.1.1.9 Podatki o postajah .....	6
2.1.1.10 Absolutne kalibracije anten .....	6
2.1.2 Postopek priprave osnovnih datotek za preračun .....	7
2.1.2.1 Posodobitev vsebine mape ...BERN50\GPS\GEN.....	7
2.1.2.2 Priprava SIGNAL.STA datoteke.....	7
2.1.2.3 Priprava SIGNAL.CRD datoteke.....	7
2.1.2.4 Priprava SIGNAL.VEL datoteke.....	8
2.1.3 Postopek prenosa in priprave datotek z opazovanji postaj.....	9
2.1.3.1 Prenos preciznih efemerid, datotek s podatki o parametrih rotacije in datotek s podatki o stanju ionosfere.....	9
2.1.3.2 Prenos RINEX datotek EPN postaj.....	9
2.1.3.3 Prenos RINEX datotek iz arhiva podatkov omrežja SIGNAL.....	9
2.1.3.4 Kontrola RINEX datotek .....	10
2.1.3.5 Urejanje datotek po prenosu.....	10
2.1.4 Bernese.....	12
2.1.4.1 Namestitev programa.....	12
2.1.4.2 Kontrolna datoteka.....	13
2.1.4.3 Opis korakov.....	14
2.1.4.4 Prilagoditev.....	17
2.1.5 Zagon izračuna .....	18
2.1.5.1 Izračun dnevni rešitev.....	18
2.1.5.2 Izračun tedenskih rešitev.....	20
2.1.6 Rezultati .....	21
2.1.6.1 Kontrola rezultatov dnevni izračunov.....	21
2.1.6.2 Kontrola rezultatov tedenskih izračunov.....	21
2.1.6.3 Arhiviranje rezultatov.....	22
2.1.6.4 Rezultati izračunov za dneve 1.1.2007 do 6.1.2007 (GPS teden 1408).....	24
2.1.6.5 Grafičen prikaz rezultatov izračunov.....	26
2.1.7 Nujna občasna posodabljanja .....	29
2.1.7.1 Zadnje verzije datotek v mapi ...BERN50\GPS\GEN.....	29
2.1.7.2 Dopolnitev datoteke PHAS_SIGNAL.I05.....	29
2.1.7.3 Dodajanje postaje v *.STA datoteko .....	32
2.1.7.4 Namestitev zadnjih različic programov.....	32
2.1.8 Zaključek.....	33
2.1.9 Opombe, komentarji.....	34
2.2 Elaborat z geokinematičnim modelom slovenskega ozemlja (NALOGA 1.2).....	36
2.2.1 Opazovanja GNSS in spremljajoči podatki.....	37
2.2.1.1 Izvedene kampanje izmer GNSS, pomembne za slovenski prostor.....	37
2.2.1.2 Omrežje permanentni postaj SIGNAL.....	38
2.2.1.3 Omrežje permanentni postaj FReDNet.....	41
2.2.1.4 Omrežje permanentni postaj igs.....	43

2.2.1.5	Produkti službe IGS.....	46
2.2.1.6	Produkti CODE.....	46
2.2.2	Preliminarni izračuni geokinematičnega modela Slovenije.....	47
2.2.3	Sestava arhiva opazovanj GNSS.....	50
2.2.3.1	Izvedene kampanje.....	50
2.2.3.2	Podatki permanentnih omrežij (IGS, FReDNet, SIGNAL) in proizvodi IGS.....	51
2.2.4	Ureditev arhiva opazovanj gnss.....	51
2.2.4.1	Datoteke Rinex.....	51
2.2.4.2	Produkti igs in code.....	52
2.2.5	Priprava programske opreme.....	52
2.2.6	Obdelava podatkov.....	52
2.2.7	Pridobitev vektorjev hitrosti točk.....	53
2.2.8	Literatura.....	54
3	Naloge na višinskem sistemu.....	55
3.1	Elaborat novega višinskega sistema – plan vzpostavitve (NALOGA 2.1).....	55
3.1.1	Analiza odstopanj v nivelmanskih zankah in ocena natančnosti.....	56
3.1.2	Izravnava nivelmanskih zank in poligonov.....	57
3.1.3	Izravnava nivelmanskih poligonov.....	58
3.2	Priprava navodil za GNSS-višinomerstvo (NALOGA 2.2).....	60
3.3	Povezava vseh stalnih postaj GPS na nivelmansko mrežo in gravimetrično mrežo (NALOGA 2.3).....	61
4	Naloge na gravimetričnem sistemu.....	62
4.1	Analiza obstoječega geoida (NALOGA 3.1).....	62
4.1.1	Analiza kakovosti geoida – zasnova naloge .....	63
4.1.1.1	Namen naloge.....	63
4.1.1.2	Vhodni podatki.....	63
4.1.1.3	Metodologija analize.....	63
4.1.1.4	Rezultati analize.....	64
4.1.1.5	Vizualizacija rezultatov.....	64
4.1.2	Analiza kakovosti obstoječega absolutnega modela geoida Slovenije.....	65
4.1.2.1	Globalna analiza kakovosti absolutnega modela geoida.....	65
4.1.2.2	Komentar k dobljenim rezultatom.....	66
4.1.2.3	Lokalna analiza kakovosti absolutnega modela geoida.....	67
4.1.3	Viri.....	74
4.2	Izračun testnega geoida (NALOGA 3.2).....	75
4.2.1	Uvod.....	76
4.2.2	Podatki za izračun geoida.....	77
4.2.2.1	Gravimetrični podatki .....	77
4.2.2.2	Astrogeodetski podatki.....	80
4.2.2.3	GPS/nivelman točke.....	81
4.2.2.4	Digitalni modeli višin.....	81
4.2.2.5	Digitalni modeli gostote.....	82
4.2.3	Priprava podatkov za izračun geoida.....	82
4.2.4	Postopek izračuna.....	83
4.2.4.1	Splošno o določanju (kvazi)geoida.....	83
4.2.4.2	Uporabljena programska oprema.....	86
4.2.4.3	Rezultati testnih izračunov.....	86
4.2.5	Zaključek.....	89
4.2.6	Viri.....	89
5	Podporne naloge na področju DGS.....	91
5.1	Obveščanje javnosti (NALOGA 4.1).....	91
5.1.1	Zaključna konferenca.....	92
5.1.1.1	Izdelava vabila in programa zaključne konference.....	92
5.1.1.2	Udeleženci konference.....	96
5.1.2	Izdelava zbornika.....	101
5.1.3	Izdelava brošure.....	102
5.1.3.1	Izdelava plakata.....	102
5.1.4	Izdelava spletnih strani projekta.....	102

5.2 Zaključno poročilo projekta (NALOGA 4.2).....	103
5.3 Letno poročilo in udeležba na konferenci EUREF (NALOGA 4.3).....	104

Seznam prilog (skupaj 27):

- [Priloga 1.1-01](#): Vhodni podatki za BERNESE  
4 str.
- [Priloga 1.1-02](#): Batch procedure za prenos vhodnih datotek dnevnega izračuna s ftp naslovov  
12 str.
- [Priloga 1.1-03](#): PCF datoteke  
5 str.
- [Priloga 1.1-04](#): Prirejene BERNESE skripte  
10 str.
- [Priloga 1.1-05](#): Neodvisni dnevni izračun stalnih postaj omrežja SIGNAL (FGG) in recenzija dnevnega izračuna Geodetskega inštituta  
55 str.
- [Priloga 1.2-01](#): Epohe izvedenih opazovanj na geodinamičnih točkah na območju Slovenije  
5 str.
- [Priloga 1.2-02](#): Rezultati obdelave opazovanj GNSS  
2 str.
- [Priloga 1.2-03](#): Statistika operativnosti postaj GNSS  
1 str.
- [Priloga 2.1-01](#): Rezultati izravnave nivelmanske mreže  
3 str.
- [Priloga 2.1-02](#): Rezultati izravnave nivelmanskih poligonov  
92 str.
- [Priloga 2.2-01](#): Navodilo za GNSS višinomerstvo  
18 str.
- [Priloga 2.2-02](#): Zapisnik komisije za DGS  
2 str.
- [Priloga 2.3-01](#): Poročilo o navezavi stalnih postaj omrežja SIGNAL na višinsko mrežo  
4 str.
- [Priloga 3.1-01](#): Odstopanja geoida  
1 str.
- [Priloga 3.2-01](#): Vsebina datoteke *href-slovenia-egm08-v10-sourcel-h25-ba10.gri*  
98 str.
- [Priloga 3.2-02](#): Vsebina datoteke *Grid N-slovenia-egm08-v10-sourcel-h25-ba10.gri*  
112 str.
- Priloga 4.1-01: Zbornik - »Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji« (ločeno vezan zvezek)  
80 str.
- Priloga 4.1-02: Brošura - »Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji« (ločeno vezan zvezek)  
15 str.
- [Priloga 4.1-03](#): Vabilo na zaključno konferenco  
2 str.
- [Priloga 4.1-04](#): Plakat za konferenco  
1 str.
- [Priloga 4.1-05](#): Plakat (za usmerjanje)  
1 str.

- [Priloga 4.1-06](#): Program konference (v angleščini)  
1 str.
- [Priloga 4.3-01](#): Nacionalno poročilo za EUREF simpozij 2010  
6 str.
- [Priloga 4.3-02](#): Predstavitev za EUREF simpozij 2010  
5 str.
- [Priloga 4.3-03](#): Poročilo o obisku Statens kartverk na Norveškem, 2010  
2 str.
- [Priloga Z1](#): Zapisnik sestanka z dne 06. 05. 2010
- [Priloga Z2](#): Zapisnik sestanka z dne 03. 08. 2010

## **IZVLEČEK**

Pogodbeno delo je bilo razdeljeno na štiri sklope, posamezni sklopi pa so razdeljeni na naloge, in sicer:

### **1. sklop (Horizontalni sistem)**

### **2. sklop (Višinski sistem)**

### **3. sklop (Gravimetrični sistem in geoid)**

### **4. sklop (Podporne naloge)**

V 1. (uvodnem) poglavju so predstavljena izhodišča, cilji in predmet projekta. Izvlečki so pripravljene po posameznih nalogah vsakega izmed štirih sklopov; glej ustrezna podpoglavja 2.–5. poglavja poročila, in sicer:

- za SKLOP 1:
  - podpoglavje 2.1: NALOGA 1
  - podpoglavje 2.2: NALOGA 2
- za SKLOP 2:
  - podpoglavje 3.1: NALOGA 1
  - podpoglavje 3.2: NALOGA 2
  - podpoglavje 3.3: NALOGA 3
- ZA SKLOP 3:
  - podpoglavje 4.1: NALOGA 1
  - podpoglavje 4.2: NALOGA 2
- ZA SKLOP 4:
  - podpoglavje 5.1: NALOGA 1
  - podpoglavje 5.2: NALOGA 2
  - podpoglavje 5.3: NALOGA 3

V (zadnjih) [prilogah Z1–Z2](#) sta zapisnika sestankov z naročnikom z dne 06.05.2010 z dogovorom glede nalog projekta, ter z dne 14. 08. 2009, kjer so bili opredeljeni rezultati posameznih nalog projekta in podrobnejši terminski plan.



# 1 Izhodišča in predmet projekta

## 1.1 Izhodišča projekta

Izhodišča projekta so podana v strateških ciljnih državne geodetske službe za leti 2009 in 2010. Cilji, ki neposredno zadevajo področje državnega geodetskega sistema (DGS), so:

- vzpostaviti novi državni koordinatni sistem (horizontalno, višinsko in gravimetrično sestavino) kot del evropskega koordinatnega sistema ESRS,
- vzpostaviti pogoje za izvajanje državne geodetske izmere v ETRS89 (horizontalna sestavina), zagotavljati delovanje omrežja stalnih postaj GNSS (globalni navigacijski satelitski sistem) in Službe za GPS za potrebe nadzora delovanja omrežja, posredovanja podatkov za izvajanje geodetskih meritev, navigacije in geolociranja prostorskih podatkov, stanj in dogajanj v prostoru,
- vzpostaviti in voditi državne podatke o značilnostih zemeljskega površja in objektih (topografski podatki) v zbirkah topografskih podatkov in podatkov daljinskega zaznavanja ter zagotavljati državne karte v skladu z mednarodnimi standardi,
- izvesti pretvorbo vseh georeferenciranih podatkov geodetske uprave in sodelovati z uporabniki pri pretvorbi ostalih prostorskih podatkov in
- nadalje razvijati in vzdrževati kartografski sistem Republike Slovenije za potrebe obrambe po standardih zveze NATO in slovenskih vojaških standardih.

Posredno se DGS dotikajo še strateški cilji državne geodetske službe za leti 2008 in 2009 na področjih uvajanja direktive INSPIRE, mednarodnega sodelovanja in izobraževanja, med drugimi:

- zagotoviti pogoje za izpolnitev zahtev evropske direktive INSPIRE na področju geodetskih zbirk podatkov,
- zagotoviti dostop do geodetskih podatkov in metapodatkov skladno z zahtevami INSPIRE,
- sodelovanje pri vzpostavljanju evropskih in čezmejnih podatkovnih nizov z upoštevanjem interoperabilnosti prostorskih in nepremičninskih podatkov in storitev,
- uresničevanje usmeritev zveze NATO z upoštevanjem interoperabilnosti pri pripravi topografskih in kartografskih izdelkov v sodelovanju z Ministrstvom za obrambo,
- izboljšati znanje uporabnikov o možnostih uporabe nepremičninskih in prostorskih podatkov.

## **1.2 Predmet projekta**

V skladu s cilji državne geodetske službe na področju DGS (strateški cilji za leti 2009 in 2010) lahko konkretne naloge razdelimo na dva sklopa; prvi se nanaša na razvoj DGS, drugi sklop pa se nanaša na vzpostavitev in delovanje državnega omrežja stalnih postaj GNSS (SIGNAL). Oba sklopa kot tudi vse v nadaljevanju obravnavane glavne skupine nalog lahko smatramo za faze, ki se odvijajo vzporedno. Potrebna je tudi usklajenost njihovega izvajanja, saj se naloge medsebojno dopolnjujejo.

### **Naloge na področju razvoja DGS**

Naloge na področju razvoja DGS vključujejo predvsem na naloge pri uvajanju novega državnega koordinatnega sistema. Gre za štiri sklope nalog, in sicer:

- naloge, ki se nanašajo na horizontalni koordinatni sistem,
- naloge, ki se nanašajo na višinski sistem,
- naloge, ki se nanašajo na gravimetrični sistem, ter
- podporne naloge na področju DGS.

#### **1 Naloge, ki se nanašajo na horizontalni koordinatni sistem**

- 1.1 Vzpostavitev dnevni izračunov PP SIGNAL
- 1.2 Elaborat z geokinematičnim modelom slovenskega ozemlja

#### **2 Naloge, ki se nanašajo na višinski sistem**

- 2.1 Elaborat novega višinskega sistema – plan vzpostavitve
- 2.2 Priprava navodil za GNSS-višinomerstvo
- 2.3 Povezava vseh stalnih postaj GPS na nivelmansko mrežo in gravimetrično mrežo

#### **3 Naloge, ki se nanašajo na gravimetrični sistem in geoid**

- 3.1 Analiza obstoječega geoida
- 3.2 Izračun testnega geoida

#### **4 Podporne naloge na področju DGS**

- 4.1 Obveščanje javnosti
- 4.2 Zaključno poročilo projekta
- 4.3 Letno poročilo in udeležba na konferenci EUREF

## 2 Naloge na horizontalnem sistemu

### 2.1 Vzpostavitev dnevnih izračunov PP SIGNAL (NALOGA 1.1)

*Poročilo in povzetek: Katja Bajec, GI*

*Sodelovali: Branislav Droščák, Sandi Berk, Miran Janežič, Matic Klanjšček, Niko Fabiani, GI*

*Recenzija: dr. Bojan Stopar in mag. Oskar Sterle, FGG*

#### Povzetek

Rutina za dnevne izračune koordinat stalnih postaj omrežja SIGNAL je bila pripravljena v programskem okolju Bernese, ki omogoča natančno procesiranje GNSS-opazovanj. Bernese vsebuje najnovejša orodja za modeliranje, uporabniku je omogočeno podrobno nastavljanje parametrov procesiranja, vgrajena so orodja za visoko avtomatizacijo izvajanja postopkov obdelave podatkov. Temelji na programih in podrutinah, ki so napisana s programskim jezikom Fortran 90. Posamezni programi in podrutine so povezani z vhodnimi podatki, ki so zapisani v INP-datotekah. V okolje Bernese je vključen tudi Bernese Processing Engine (BPE) – orodje za avtomatizacijo obdelave podatkov. S pomočjo BPE-orodja je mogoče samodejno izvajati zaporedje korakov obdelave podatkov, ki je definirano v kontrolni datoteki PCF (Process Control File). V vsakem koraku se izvede posamezna operacija z vnaprej definiranimi spremenljivkami ter vhodnimi podatki, ki so zapisani v INP-datotekah.

Ob namestitvi programskega paketa Bernese, se namestijo tudi primeri kontrolnih datotek. Za potrebe dnevnega preračuna omrežja SIGNAL je bila uporabljena kot izhodišče in primerno dopolnjena ena od primarnih kontrolnih datotek.

Ob predhodno pripravljenih postopkih avtomatizirane obdelave podatkov je bilo treba pripraviti tudi rešitve glede avtomatiziranega prenosa podatkov. Ta se deli na pripravo dnevnih podatkov in statičnih podatkov.

Dnevni podatki so vezani na posamezen dan obdelave, npr. surova opazovanja posameznega dne. Med dnevne podatke lahko štejemo tudi tedenske oz. mesečne podatke, ki se jih prenaša iz uradnih strani:

- RINEX-datoteke omrežja SIGNAL,
- RINEX-datoteke IGS-točk,
- precizne efemeride,
- parametri rotacije Zemlje,
- podatki o stanju ionosfere in
- napake na satelitih.

Dnevni podatki so shranjeni na različnih FTP-strežnikih in na intranetni podatkovni shrambi omrežja SIGNAL. Iz teh lokacij se pred izvedbo posameznega dnevnega preračuna prenesejo na lokalni disk oziroma v mapo kampanje.

Statični podatki so del glavnih nastavitev avtomatskega dnevnega preračuna in se ne spreminjajo dnevno. Vsebujejo različne informacije o stalnih postajah, vključenih v preračun. Ti podatki se pripravijo pred zagonom dnevnih preračunov. Spremembe statičnih podatkov so potrebne npr. ob menjavi strojne opreme stalnih postaj, zato se vršijo občasno. Statični podatki so shranjeni lokalno v mapah kampanje preračuna:

- datoteka krajšav imen postaj,
- datoteka koordinat postaj,
- datoteka hitrosti,
- seznam referenčnih postaj,

- podatki o postajah – imena, tipi sprejemnikov in anten, višine anten,
- seznam geodetskih datumov,
- seznam tipov sprejemnikov,
- modeli anten in podatki o faznih centrih in
- podatki o satelitih.
- 

Izračun za en dan se torej izvede v naslednjih korakih:

- definicija spremenljivk (določen je dan obdelave),
- prenos in priprava podatkov, in sicer:
  - vzpostavitev povezave s ftp-strežniki in prenos podatkov,
  - prenos podatkov iz SIGNAL intranetnega podatkovnega diska,
  - dekompresija podatkov in pretvorba HATANAKA RINEX-opazovanj v RINEX-podatke,
- zagon BPE-procesov in
- arhiviranje podatkov.

Med izvajanjem dnevnega preračuna se v mape kampanje shranjujejo različni vmesni rezultati in poročila posameznih korakov. Po zaključku enega cikla obdelave se izvede arhiviranje pomembnih izhodnih rezultatov in poročil:

- podatki o delovanju BPE-procesov,
- poročila posameznih korakov preračuna in
- končni rezultati dnevnega izračuna.

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo je pripravila (od Geodetskega inštituta - GIS) neodvisen dnevni izračun stalnih postaj SIGNAL, primerjavo z rezultati GIS ter na podlagi le-teh komentarje k strategiji in predloge za izboljšavo izvedbe dnevnega izračuna stalnih postaj SIGNAL. Recenzija je priložena kot samostojno poročilo ([Priloga 1.1-05](#)).

## **2.1.1 Vhodni podatki**

### **2.1.1.1 Dnevne RINEX datoteke IGS postaj**

- BUCU
- WTZR
- BOR1
- MEDI
- GRAZ
- BRUS
- SOFI
- GENO
- PENC
- MATE
- UZHL
- ZIMM
- CAGL
- GSR1

Datoteke se primarno prenesejo s ftp naslova:

- <ftp://igs.bkg.bund.de/IGS/obs>

Če datoteke na tem naslovu manjkajo, preverimo, če se prenesejo s ftp naslova:

- <ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex> ali
- <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily>

### **2.1.1.2 Dnevne RINEX datoteke postaj omrežja SIGNAL in sosednjih omrežij**

- BLEI – Bleiburg (APOS)
- BODO - Bodonci
- BOVE - Bovec
- BREZ - Brežice
- CELJ - Celje
- CAKO – Čakovac (CROPOS)
- CRNO - Črnomelj
- DELN – Delnice (CROPOS)
- DLBG - Deutschlandsberg (APOS)
- FLDB - Feldbach (APOS)
- GORI - Gorica (FVG)
- GSR1 - Ljubljana
- ILIB – Ilirska Bistrica
- KARL - Karlovac (CROPOS)
- KLAG - Klagenfurt (APOS)
- KOPE - Koper
- LANK - Landskron (APOS)
- MARI - Maribor
- MOGG – Moggio Udinese (FVG)
- NOVG – Nova Gorica
- PORE - Poreč (CROPOS)
- PTUJ - Ptuj
- RADO - Radovljica
- RIJE - Rijeka (CROPOS)
- SLOG – Slovenj Gradec
- TARV – Tarvisio (FVG)
- TRIE – Trieste (FVG)

- TREB - Trebnje
- UDIN – Udine (FVG)
- VELP – Velika Polana
- ZABO - Zabok (CROPOS)
- ZAGR – Zagreb (CROPOS)
- ZALA - Zalaegerszeg (GNSSnet.hu)

### 2.1.1.3 Precizne efemeride

- GPS: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/products>
- GLONASS: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/glonass/products/>

### 2.1.1.4 Podatki o parametrih rotacije Zemlje

- <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/products/>

### 2.1.1.5 Podatki o stanju ionosfere

- <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE>

### 2.1.1.6 Datoteka s parametri o vplivu plimovanja morja

Datoteko \* .BLQ smo pridobili na spletni strani <http://geodac.fc.up.pt/loading/> z vhodnimi podatki:

- Model GOT00.2,
- vertical and horizontal displacements,
- do not correct values for motion,
- output format BLQ
- ter kartezične koordinate točk v obdelavi.

### 2.1.1.7 Predhodno definirani vektorji

Vektorji so izbrani po t.i. STAR strategiji, kjer imajo vsi vektorji eno krajišče v isti postaji. Primarno je ta postaja WTZR (izsek datoteke SIGNAL\_WTZR.BSL v [Prilogi 1](#)). V primeru, da za določen dan podatki postaje WTZR niso na voljo, uporabimo postajo PENC (SIGNAL\_PENC.BSL) oz. postajo GSR1 (SIGNAL\_GSR1.BSL).

### 2.1.1.8 Koordinate in vektorji hitrosti točk

SIGNAL.CRD in SIGNAL.VEL ([Priloga 1](#)) sta bili pripravljena iz podatkov v datoteki [ftp://epncb.oma.be/pub/station/coord/EPN/EPN\\_A\\_ITRF2005\\_C1585.SSC](ftp://epncb.oma.be/pub/station/coord/EPN/EPN_A_ITRF2005_C1585.SSC).

### 2.1.1.9 Podatki o postajah

Datoteka SIGNAL.STA vsebuje seznam postaj, vključenih v izračun, podatek o GNSS opremi na postajah ipd.

### 2.1.1.10 Absolutne kalibracije anten

Datoteka PHAS\_COD.I05 (...BERN50\GPS\GEN) je bila dopolnjena s podatki o individualnih absolutnih kalibracijah anten in preimenovana v PHAS\_SIGNAL.I05.

## 2.1.2 Postopek priprave osnovnih datotek za preračun

### 2.1.2.1 Posodobitev vsebine mape ...BERN50\GPS\GEN

V mapo ...BERN50\GPS\GEN\ smo kopirali zadnje verzije datotek z naslova <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50>:

- CONST.
- DATUM.
- GPSUTC.
- RECEIVER.
- SAT\_2010.CRX
- PHAS\_COD.I05
- SATELLIT.I05

### 2.1.2.2 Priprava SIGNAL.STA datoteke

V \*.STA datoteki so navedeni naslednji podatki o postajah, vključenih v izračun:

- Razdelek 001 – poimenovanja postaj: nekateri dogodki na postaji (npr. menjava antene) lahko povzročijo opazno spremembo položaja. Označimo jih tako, da dobi postaja dodatek k imenu (A,B, C, D, ...) in zavedemo začetek in konec periode, na katero se nanaša sprememba.
- Razdelek 002 – informacije o postajah: za določene časovne intervale so zavedeni tip in serijska številka sprejemnika, tip in serijska številka antene ter višina antene. Samo če imamo na voljo podatke o individualni absolutni kalibraciji antene (vključiti jih je treba v PHAS\_SIGNAL.I05 datoteko), ima antena serijsko številko različno od 0.
- Razdelek 003 – problemi s postajami: v postopku izračuna tedenske rešitve se izračunajo tedenske srednje vrednosti koordinat in odstopanja dnevnih rešitev od teh srednjih vrednosti (SIG\_WWWW7.OUT). Če so odstopanja za določeno postajo večja od 3 cm po višini (Upping) in večja od 2 cm v ravnini (Easting, Northing), potem postaja za ta dan ne bo vključena v tedensko rešitev. Takrat postajo za problematičen dan vpišemo v razdelek 003 in ponovno zaženemo izračun tedenske rešitve.

Za pripravo SIGNAL.STA datoteke smo uporabili podatke iz naslednjih virov:

- Log datoteke EPN postaj z [naslova ftp://ftp.epncb.oma.be/pub/station/log](ftp://ftp.epncb.oma.be/pub/station/log)
- datoteke EUREF\_FULL.STA na naslovu [ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/STA/EUREF\\_FULL.STA](ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/STA/EUREF_FULL.STA).
- Log datoteke postaj omrežja SIGNAL ([www.gu-signal.si/index.php?option=com\\_content&task=view&id=19&Itemid=32](http://www.gu-signal.si/index.php?option=com_content&task=view&id=19&Itemid=32))
- Log datoteke postaj omrežja APOS
- Podatki o postajah omrežij CROPOS in GNSSnet.hu ([Priloga 1](#))
- Log datoteke postaj omrežja FVG

### 2.1.2.3 Priprava SIGNAL.CRD datoteke

Datoteko SIGNAL.CRD s koordinatami IGS postaj (oznaka I) v ITRF05 sestavu za epoho 1.1.2005, in približnimi koordinatami ostalih postaj (oznaka A) smo pripravili iz podatkov v datoteki EPN\_A\_ITRF2005\_C1585.SSC.

Pozorni smo bili:

- Da smo uporabili podatke iz najnovejše \*.SSC datoteke

- Podatke smo primerjali s podatki iz \*.STA datoteke, večinoma smo uporabili koordinate po uvedbi absolutne kalibracije anten.
- Približne koordinate SIGNAL-ovih postaj smo pridobili s transformacijo ITRF05 koordinat iz epohe 2007,258 v epoho 1.1.2005 z NUVEL modelom (*Bernese: service -> coordinate tools -> extrapolate*)

```

PROPAGATE COORDINATES WITH A GIVEN VELOCITY FIELD - COOVEL 1: Filenames

GENERAL FILES
  Show all general files 

INPUT FILES
  Input coordinate file   
  Input velocity file     

REFERENCE EPOCH
  yyyy mm dd           hh mm ss
   

RESULT FILE
  Output coordinate file  

GENERAL OUTPUT FILES
  Program output  use COOVEL.Lnn           or  
  Error messages  merged to program output or  

TITLE 

```

#### 2.1.2.4 Priprava SIGNAL.VEL datoteke

Datoteko SIGNAL.VEL smo pripravili iz podatkov v datoteki EPN\_A\_ITRF2005\_C1585.SSC. Za SIGNAL-ove postaje so bile uporabljeni vektorji hitrosti po modelu NUVEL 1A.



## 2.1.3 Postopek prenosa in priprave datotek z opazovanji postaj

### 2.1.3.1 Prenos preciznih efemerid, datotek s podatki o parametrih rotacije in datotek s podatki o stanju ionosfere

V datoteki `get_orbits.bat` ([Priloga 2](#)) določimo leto, GPS teden in število tednov, za katere želimo prenesti podatke. Batch datoteka uporablja program `wget.exe` (<http://www.gnu.org/software/wget/>), ki prenese `*.sp3.Z`, `*.erp.Z` in `*.ion.Z` datoteke za izbrane tedne z (v `get_orbits.bat`) določenih ftp naslovov.

Prenesene datoteke se prestavijo:

- `*.sp3.Z` (2x7 za 1 teden) in `*.erp` (1 za 1 teden) datoteke v mapo ...  
EPN\_DATA\ORB\_ERP.
- `*.ion` datoteke (7 za 1 teden) v mapo ...EPN\_DATA\ION.

### 2.1.3.2 Prenos RINEX datotek EPN postaj

V datoteki `get_sta_epn.bat` ([Priloga 2](#)) določimo:

- leto (year in YY),
- začetni dan v letu (doy) in
- število dni, za katere želimo prenesti podatke (day\_count).

V razdelku »Reference sizes of files for comparation« so zapisane pričakovane velikosti datotek za posamezno postajo. Pričakovano velikost datoteke za posamezno postajo je potrebno občasno popraviti, npr. ko na postaji zamenjajo sprejemnik (GPS+GLONASS namesto GPS).

Batch datoteka uporablja program `wget.exe`, ki prenese `*.YYd.Z` datoteke za izbrane dneve z (`get_sta_epn.bat`) določenih ftp naslovov (v batch datoteki je določen primarni naslov in dva alternativna) v mapo ...EPN\_DATA\RINEX.

Poročilo o izvedenih prenosih se zapiše v `getsta_info.txt` datoteko. Posebej se zapiše, če je bila prenesena datoteka manjša od pričakovane velikosti oz. če RINEX datoteke ni bilo na nobenem od ftp naslovov (glej primer spodaj).

```
*****
**** 003 *****
sofi 003 downloaded from BKGE/IGS ; ATTENTION - RINEX is smaller than expected!
WIZR 003 downloaded from BKGE/IGS ; ATTENTION - RINEX is smaller than expected!
BOR1 003 downloaded from BKGE/IGS
bucu 003 downloaded from BKGE/IGS
cagl 003 downloaded from BKGE/IGS
brus 003 downloaded from BKGE/IGS
GRAZ 003 downloaded from BKGE/IGS
PENC 003 downloaded from BKGE/IGS
UZHL 003 downloaded from BKGE/IGS
MATE 003 downloaded from BKGE/IGS
medi 003 downloaded from BKGE/IGS
zimm 003 downloaded from BKGE/IGS
geno 003 downloaded from BKGE/IGS
gsr1 003 missing!
*****
```

### 2.1.3.3 Prenos RINEX datotek iz arhiva podatkov omrežja SIGNAL

RINEX datoteke postaj omrežja SIGNAL so arhivirane na Strežniku 10.

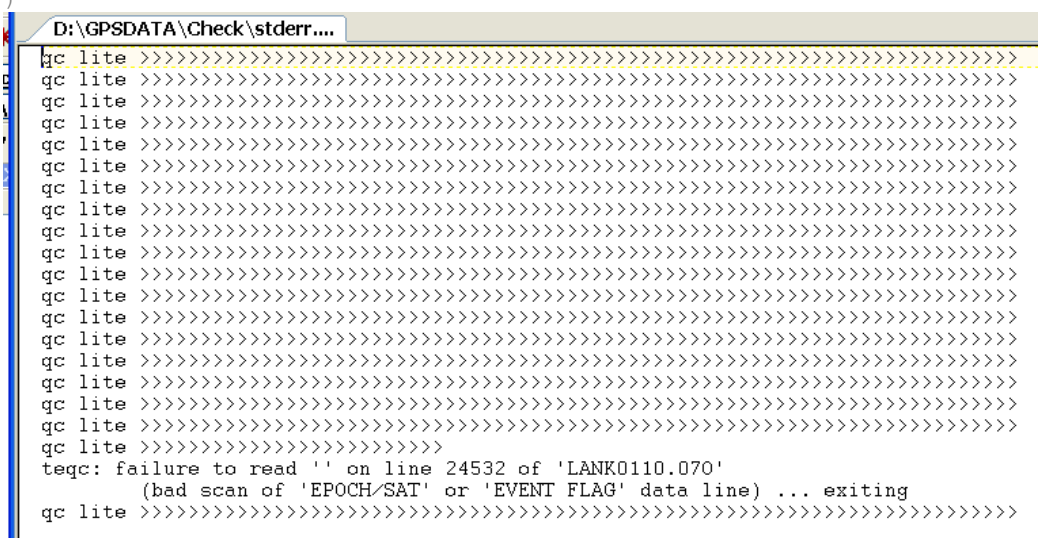
Datoteke smo preimenovali tako, da imajo na koncu imena »0« in ne »\_30« in jih iz Hatanaka formata dekomprimirali v RINEX format.

### 2.1.3.4 Kontrola RINEX datotek

Zaženemo `check_2.bat`, ki preveri berljivost RINEX datotek in zapiše poročilo `stderr.txt` o morebitnih napakah.

```
@echo off

for %s in (*.*) do (
    teqc +C2 +qc -plot -sym -rep ++err stderr.txt -notice -warn %s
)
```



`Check_1.bat` uporabimo pri kasnejših korakih za kontrolo kakovosti RINEX datotek, če pride tekom dnevnega procesiranja do težav z določeno postajo.

```
@echo off

for %s in (*.*) do (
    teqc.exe +C2 +qc +sym +ion +rep +l -plot %s
)
```

### 2.1.3.5 Urejanje datotek po prenosu

- V mapi ...EPN\_DATA\ION zaženemo `UNPACK_ION.BAT`, ki uporablja `COMPRESS.EXE`. Batch datoteka dekompresira vse datoteke v mapi in pobriše originalne kompresirane datoteke.

```
echo unzipping files in this directory

for %a IN (*.*.Z) DO compress -d %a
```

- V mapi ...EPN\_DATA\ORB\_ERP zaženemo `UNPACK_ORB_ERP.BAT`, ki uporablja `COMPRESS.EXE`. Batch datoteka dekompresira vse datoteke v mapi in pobriše originalne kompresirane datoteke.

```
echo Unpacking files in this folder

for %a IN (*.ERP.Z) DO compress -d %a
```

```
for %%a IN (*.SP3.Z) DO compress -d %%a
```

- V mapi ...EPN\_DATA\RINEX zaženemo HATANAKA.BAT, ki uporablja COMPRESS.EXE in CRX2RNX.EXE. Batch datoteka dekompresira vse datoteke v mapi, jih pretvori iz HATANAKA formata v RINEX format in pobriše originalne kompresirane datoteke.

```
echo Decompressing ...
```

```
for %%a IN (*.*?.Z) DO compress -d %%a  
for %%a IN (*.*d) DO CRX2RNX.EXE %%a  
for %%a IN (*.*d) DO DEL %%a
```

```
echo Files were successfully decompressed.
```

- Poskrbimo, da so v imenih prenesenih datotek vse črke »uppercase« in da se imena RINEX datotek povsod končajo z 0.
- RINEX datoteke prenesemo v mapo ...GPSDATA\SIGNAL\ORX\
- Precizne efemeride in \*.ERP datoteko prenesemo v mapo ...GPSDATA\SIGNAL\ORB\
- \*.ION datoteke prenesemo v mapo ...GPSDATA\SIGNAL\ATM.
- RINEX datoteke iz mape ...GPSDATA\SIGNAL\ORX\ kopiramo v mapo ...GPSDATA\SIGNAL\RAW\.

## 2.1.4 Bernese

### 2.1.4.1 Namestitev programa

Z namestitvijo programskega okolja Bernese se kreirajo tri glavne mape:

1. BERN50
2. GPSUSER
3. GPSDATA

V mapo BERN50 se namestijo programi, podrutine in surova koda in programi za grafični vmesnik.

... \BERN50\INC	vsebuje Fortranove module in "include" datoteke
\LIB	vsebuje Fortranovo knjižnico
\PGM	vsebuje Fortranove glavne programe za obdelavo podatkov
\MENU	vsebuje program za grafični vmesnik
\GPS	vsebuje splošne datoteke, dokumentacijo, skripte, . . .
\BPE	vsebuje Perllove module in skripte za avtomatizirano obdelavo s pomočjo BPE (Bernese Processing Engine)

*Tabela 1: Vsebina mape programskega dela namestitve programa Bernese 5.0*

V mapo GPSUSER se namesti skripte, set nastavitvev in kontrolne datoteke za BPE. Set nastavitvev je vezan na uporabnika.

%U%\PAN	mapa z datotekami za določevanje vhodnih lastnosti programov
\OUT	izhodna mapa za datoteke neodvisne od serij
\OPT	vsebuje niz skript za BPE
\PCF	mapa s kontrolnimi datotekami PCF (Process Control File) za BPE procese
\SCRIPT	vsebuje skripte za uporabniško določene PCF datoteke
\WORK	vsebuje datoteke, katere se izvedejo tekom dela (neodvisne od serij)

*Tabela 2: Vsebina mape nameščenih map GPSUSER.EXE (%U% - ... \GPSUSER)*

V mapi GPSDATA so shranjeni vsi podatki vzorčnega primera, vanj se shranjujejo rezultati obdelave opazovanj. Z vsaka nanovo definirano kampanjo se kreirajo enake podmape.

%P%\EXAMPLE\ATM	vsebuje datoteke s podatki o atmosferi
\BPE	vsebuje poročila o izvedbi BPE procesa
\OBS	vsebuje datoteko z opazovanji v Bernese formatu
\ORB	vsebuje datoteke s podatki o tirnicah satelitov in stanj satelitov
\ORX	vsebuje originalne RINEX datoteke
\OUT	vsebuje izhodne datoteke obdelave
\RAW	vsebuje RINEX datoteke za uvoz v obdelavo
\SOL	vsebuje datoteke z rešitvami
\STA	vsebuje datoteke s podatki o točkah

Tabela 3: Vsebina vzorčnega primera EXAMPLE po izvedbi namestitve GPSDATA.exe (%P% - ... \GPSDATA)

### 2.1.4.2 Kontrolna datoteka

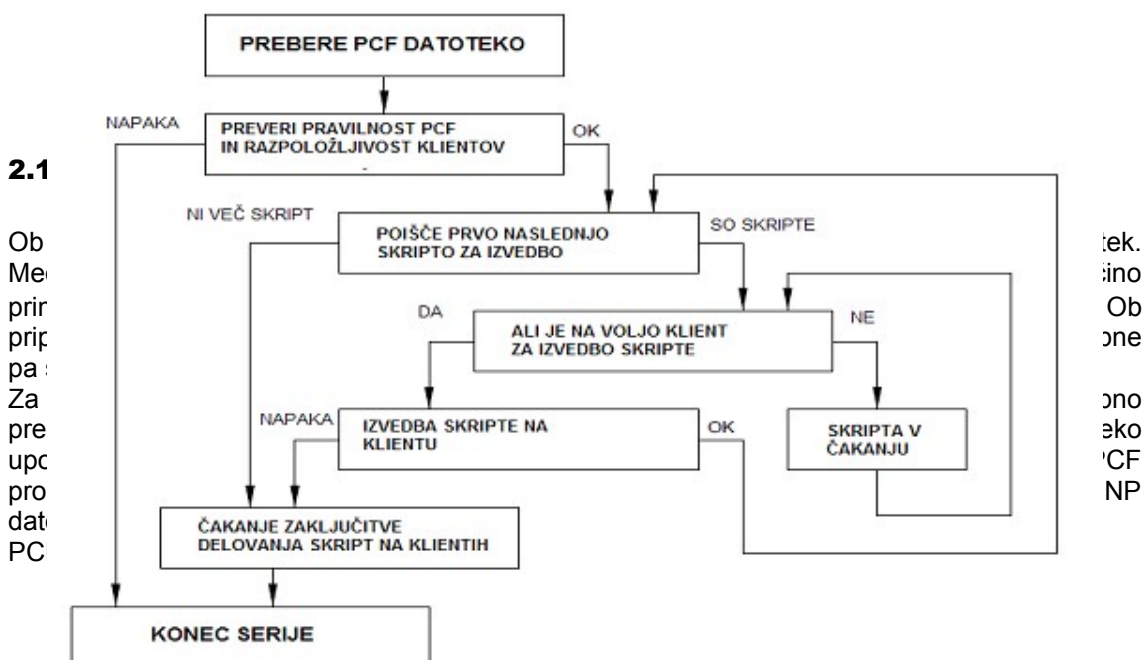
PCF kontrolna datoteka je ASCII datoteka. V kontrolni datoteki so zapisane katere operacije - skripte naj se v okviru avtomatske obdelave podatkov izvajajo in v kakšnem zaporedju naj se izvedejo. Določeno je tudi katere skripte morajo nujno počakati, da se zaključijo predhodne skripte in katere skripte se lahko izvajajo vzporedno z drugimi. Mogoče je tudi definirati kateri korak se preskoči. Prav tako obstaja možnost definirati, kdaj naj se izvede en korak nazaj. Vsak korak v PCF datoteki ima določene naslednje pomembne elemente:

- PID - enolični identifikator koraka (Process Identifier),
- SCRIPT - ime skripte,
- OPT\_DIR - ime mape z vhodnimi datotekami INP, ki vsebujejo nastavitvene in vhodne podatke skripte,
- WAIT FOR – PID skripte, ki se mora izvesti predhodno.

V okviru avtomatske obdelave podatkov se lahko izvajajo posamezne skripte večkrat z različnimi nastavitvami in vhodnimi podatki. To je mogoče izvesti tako, da se pripravi različne INP datoteke v različne OPT\_DIR mape.

Več o nastavitvah je zapisano v navodilih programa na str. 389.

BPE orodje deluje po principu strežnik-klient. BPE strežnik prebere PCF kontrolno datoteko in posreduje klientu izvajanje operacij po zapisanem zaporedju.



Koraki izračuna:

PID	Ime skripte (koraka)	Opis
001	SIG_COP	Preimenovanje vhodnih podatkov in kopiranje le-teh v ustrezne mape
002	COOVEL	Izračun a-priori koordinat za epoho meritev
101	POLUPD	Priprava podatkov o polu (pretvorba iz IERS formata v BERNESE format)
102	CCPREORB	Združitev GLONASS in GPS preciznih efemeride v eno datoteko
111	PRETAB	Priprava tabelarnih efemerid in popravkov satelitovih ur
112	ORBGEN	Priprava standardnih efemerid
201	RNXGRA	Generiranje psevdo-grafičnih prikazov iz Rinex datotek
211	RXOBV3AP	Brisanje že obstoječih Bernesejevih 0-difference datotek za tekočo serijo
212	RXOBV3_P	Uvoz Rinex datotek
221	CODSPPAP	Priprava za paralelno izvedbo naslednjega koraka
222	CODSPP_P	Obdelava kodnih opazovanj
223	CODXTR	Povzetek poročila obdelave kodnih opazovanj
301	SNGDIF	Generiranje neodvisnih vektorjev z metodo OBS-MAX – kot vhodni podatek privzame tudi SHORT.BSL datoteko – rezultat je ALL.BSL datoteka
311	MAUPRPAP	Priprava za paralelno izvedbo naslednjega koraka
312	MAUPRP_P	Predobdelava faznih opazovanj
313	MPRXTR	Povzetek poročila predobdelave faznih opazovanj
321	GPSEDTAP	Priprava za paralelno izvedbo naslednjega koraka
322	GPSEDT_P	Tvori normalne enačbe (NQO) in datoteko odstopanj opazovanj (RES) Datum: constrain ALL; a-priori $\sigma = 0.1$ ; pre-eliminate amb prior to NEQ savings; estimate troposphere 2h
322	GPSEDT_P	Generira datoteko grobo pogrešenih opazovanj EDT (odstopanja > 4 mm)
322	GPSEDT_P	Označi grobo pogrešena opazovanja
322	GPSEDT_P	Tvori normalne enačbe (NQO) in datoteko odstopanj opazovanj (RES)
331	GPSCHK	Generira datoteko povzetkov (SUM) odstopanj opazovanj
331	GPSCHK	Odkrivanje slabih postaj/satelitov (Residual Summary file SUM □ Short summary file SUM); pripravi datoteko DEL s seznamom »neprimernih« točk
401	ADDNEQ2	Izravnava normalnih enačb za preliminarno določitev koordinat in troposfere (input NQO, IGS_00.CRD,VEL; output: NQO, CRD, TRP) Datum: min constraint from FIX file;
402	GPSXTR	Pripravi datoteko povzetkov izravnave v prejšnjem koraku (Output summary)
411	GPSQIFAP	Avtomatski izbor vektorjev (glede na dolžino) – izbere vektorje daljše od 200 km Output: seznam vektorjev v datoteki SEL

412	GPSQIF_P	Določitev NŠCV s strategijo QIF Input CRD in TRP iz 401, ION, BLQ Elevation cutoff 10°, povsod drugod 3°!!!; upošteva polarization effect; model troposfere NIELL
413	GPSXTR	Pripravi datoteko povzetkov določitve NŠCV (ambiguity resolution summary)
501	GPSEST	Tvori normalne enačbe (NQO) Input CRD in TRP iz 401, BLQ; Elevation cutoff 3°, upošteva polarization effect; model troposfere DRY NIELL; Datum: coord constraint ALL; a-priori $\sigma = 0.1$ ;
511	ADDNEQ2	Izravnava normalnih enačb za končno določitev koordinat in troposfere (input NQO, IGS_00.CRD,VEL, STA; output: CRD, TRP, TRO) Datum: min constraint from FIX file;
512	GPSXTR	Pripravi datoteko povzetkov izravnave v prejšnjem koraku (Output summary)
513	COMPAR	Izračun natančnosti koordinat na podlago primerjave koordinat različnih dnevnih rešitev
521	ADDNEQ2	NEQ reduction and SINEX generation Input NQO, CRD (iz 501, 511 ) Output NQO, SNX Datum: min constraint from FIX file;
522	GPSXTR	Pripravi datoteko povzetkov izravnave v prejšnjem koraku (Output summary)
901	SIG_SUM	Pripravi končno poročilo, ki združuje najbolj pomembne rezultate.

PCF datoteka za izračun tedenske kombinirane rešitve (CMB\_WEEK.PCF) je v [Prilogi 3](#).

PID	Ime skripte (koraka)	Opis
001	COOVEL	Izračun a-priori koordinat za epoho meritev
002	ADDNEQ2	Združi normalne enačbe dnevnih rešitev za en teden
003	COMPAR	Izračun natančnosti koordinat na podlago primerjave koordinat različnih dnevnih rešitev

PCF datoteka za arhiviranje pomembnih izhodnih datotek in brisanje vmesnih datotek (ARCH\_DEL\_SIGNAL.PCF) je v [Prilogi 3](#).

PID	Ime skripte (koraka)	Opis
101	SIG_SAVE	Kopiranje rezultatov v mapo ARCHIVE
102	SIG_DEL	Brisanje vmesnih rezultatov

#### **2.1.4.4 Prilagoditev**

Spremenjene oz. dodane skripte(C:\GPSUSER\SCRIPT\) so v ***Prilogi 4***:

- SIG\_COP
- CCPREORB
- SIG\_SUM
- SIG\_SAVE
- SIG\_DEL



## 2.1.5 Zagon izračuna

### 2.1.5.1 Izračun dnevnih rešitev

1. V Bernese programu določimo datum (Configure -> Set session/compute date)
2. Resetiramo CPU datoteko (BPE -> RESET CPU FILE : izberemo USER.CPU)
3. Zaženemo BPE (BPE -> Start BPE Process -> Run) z naslednjimi nastavitvami

Bernese Processing Engine - BPE 1: Client Environment/Session Selection

CLIENT FILES/ENVIRONMENT

Client script

Client's environment file

MENU SETTINGS

Campaign

Session table

SESSION PROCESSING OPTIONS

Start processing Year 2007 Session 0020

Number of sessions to be processed

Run sessions in parallel

Continue with next session in case of error

Izberemo stevilo zaporednih dni, za katere naj se izvede preračun

### BPE 2: Process Control Options

#### CPU CONTROL

CPU control file

Check for free CPU every  seconds

#### BPE TASK SELECTION

Process control file

Start with script

Skip scripts

#### OUTPUT OPTIONS

Report server/client communication

Do not remove temporary user environment

### BPE 3: Output Filenames

#### OUTPUT FILES

Task ID   
Status file

#### GENERAL OUTPUT FILES

Program output  OUT  
Error messages  merged to program output or  MSG

Prikaže se naslednje okno:

Status of SIGNAL.PCF at tor 2. nov 13:30:31 2010

```
Session 0020: running
001 SIG_COP SIG_GEN running <
002 COOVEL SIG_GEN waiting
101 POLUPD SIG_GEN waiting
102 CCPREORB SIG_GEN waiting
111 PRETAB SIG_GEN waiting
112 ORBGEN SIG_GEN waiting
201 RNXGRA SIG_GEN waiting
211 RXOBV3AP SIG_GEN waiting
212 RXOBV3_P SIG_GEN waiting
221 CODSPAP SIG_GEN waiting
222 CODSP_P SIG_GEN waiting
223 CODXTR SIG_GEN waiting
301 SNGDIF SIG_GEN waiting
311 MAUPRPAP SIG_GEN waiting
312 MAUPRP_P SIG_GEN waiting
313 MPRXTR SIG_GEN waiting
321 GPSEDTAP SIG_GEN waiting
322 GPSEDT_P SIG_EDT waiting
331 GPSCHK SIG_GEN waiting
401 ADDNEQ2 SIG_GEN waiting
402 GPSXTR SIG_GEN waiting
411 GPSQIFAP SIG_QIF waiting
412 GPSQIF_P SIG_QIF waiting
413 GPSXTR SIG_QIF waiting
501 GPSEST SIG_FIN waiting
511 ADDNEQ2 SIG_FIN waiting
512 GPSXTR SIG_FIN waiting
513 COMPAR SIG_FIN skipped
521 ADDNEQ2 SIG_RED waiting
522 GPSXTR SIG_RED waiting
901 SIG_SUM SIG_GEN waiting
Session 0030: waiting
Session 0040: waiting
Session 0050: waiting
Session 0060: waiting
```

### 2.1.5.2 Izračun tedenskih rešitev

Občasno (npr. vsake pol leta) izračunamo tedenske kombinacije dnevnih rešitev, ki jih bomo uporabili npr. za novo realizacijo koordinatnega sistema:

**BPE 2: Process Control Options**

CPU CONTROL

CPU control file                    USER CPU

Check for free CPU every           10 seconds

BPE TASK SELECTION

Process control file                CMB\_WEEK PCF

Start with script                    

Skip scripts                         

OUTPUT OPTIONS

Report server/client communication   

Do not remove temporary user environment

**BPE 3: Output Filenames**

OUTPUT FILES

Task ID                            MB **predpona rezultatov v BPE**

Status file                         SIGNAL.RUN

GENERAL OUTPUT FILES

Program output                     SIGNAL OUT

Error messages                    merged to program output   or    MSG

## 2.1.6 Rezultati

### 2.1.6.1 Kontrola rezultatov dnevnih izračunov

Preverimo povzetek poročila izračuna v datoteki R2SYDDDD0.PRC v mapi OUT:

- Preverimo, ali so bile vse postaje vključene v dnevno rešitev. Običajno število je 32 neodvisnih vektorjev, ki jih tvori 13 IGS + 15 SIGNAL-ovih + 5 APOS = skupno 33 postaj. Če je bila kakšna izključena, ugotovimo, kaj je bil vzrok za to.
- Preverimo #Amb Res (biti mora najmanj 65):

```
=====
PART 5: QIF AMBIGUITY RESOLUTION SUMMARY
=====
```

File	Length (km)	#Amb	RMS0 (mm)	Max/RMS L5 (L5 Cycles)	Amb (L5 Cycles)	Max/RMS L3 (L3 Cycles)	Amb (L3 Cycles)	#Amb	RMS0 (mm)	#Amb Res (%)
WZBC0130	1133.6	96	1.0	0.425	0.102	0.068	0.017	10	1.1	89.6
WZBD0130	359.0	104	1.4	0.410	0.077	0.079	0.021	14	1.4	86.5
WZBO0130	457.2	126	1.0	0.374	0.089	0.088	0.026	22	1.1	82.5
WZBR0130	414.0	100	1.2	0.409	0.098	0.086	0.021	8	1.2	92.0

...

- RMS morajo biti povsod manjši od 2.0:

```
=====
PART 6: GNSS COORDINATE/TROPOSPHERE SOLUTION STATISTICS
=====
```

P1_070010.OUT (DOY: 001)	Rms: 1.3	# fil.: 32	# obs.: 98144	# par.: 2398	Max. correction in a: 0.00 +- 0.00 for sat.: 0
SIG14081.OUT (DOY: 001)	Rms: 1.3	# fil.: 32	# obs.: 98144	# par.: 1438	Max. correction in a: 0.00 +- 0.00 for sat.: 0
R1_14081.OUT (DOY: 001)	Rms: 1.3	# fil.: 32	# obs.: 98144	# par.: 1438	Max. correction in a: 0.00 +- 0.00 for sat.: 0

### 2.1.6.2 Kontrola rezultatov tedenskih izračunov

Pokazatelj kvalitete tedenske rešitve so popravki na referenčnih točkah. Preverimo jih v SIG\_WWWW7.OUT datoteki. Sprejemljivi so popravki na referenčnih točkah (U,N,E), ki so manjši od 1 cm.

TREB	X	4294299.0393	4294299.0654	0.0261	0.0004					
	Y	1151308.5620	1151308.5549	-0.0071	0.0002					
	Z	4558324.1624	4558324.1614	-0.0210	0.0004					
UZHL	U	331.7102	331.7114	0.0012	0.0006	0.0006	2.1	0.0001	84.7	
	N	45 54 26.368773	45 54 26.367756	-0.0314	0.0002	0.0001	85.3	0.0001	0.8	0.0002
	E	15 0 29.334684	15 0 29.334054	-0.0135	0.0001	0.0002	0.0	0.0001		
VELP	X	3907587.4259	3907587.4212	-0.0047	0.0004					
	Y	1602428.7293	1602428.7286	-0.0007	0.0002					
	Z	4763783.7848	4763783.7810	-0.0038	0.0004					
VELP	U	232.0206	232.0147	-0.0059	0.0006	0.0006	2.3	0.0001	88.9	
	N	48 37 55.120940	48 37 55.120972	0.0010	0.0002	0.0001	88.8	0.0001	0.0	0.0002
	E	22 17 51.429577	22 17 51.429635	0.0012	0.0001	0.0002	0.0	0.0001		
VELP	X	4214943.6431	4214943.6492	0.0061	0.0004					
	Y	1236183.3022	1236183.2890	-0.0132	0.0002					
	Z	4609375.3235	4609375.2953	-0.0282	0.0004					
VELP	U	218.9516	218.9326	-0.0191	0.0006	0.0006	2.1	0.0001	84.9	
	N	46 34 20.623362	46 34 20.622684	-0.0209	0.0002	0.0001	85.6	0.0001	1.2	0.0002
	E	16 20 44.398068	16 20 44.397393	-0.0143	0.0001	0.0002	0.0	0.0001		

Če so popravki določeni referenčni točki večji, točko izključimo iz te tedenske rešitve (ročno začasno spremenimo SIGNAL.FIX datoteko).

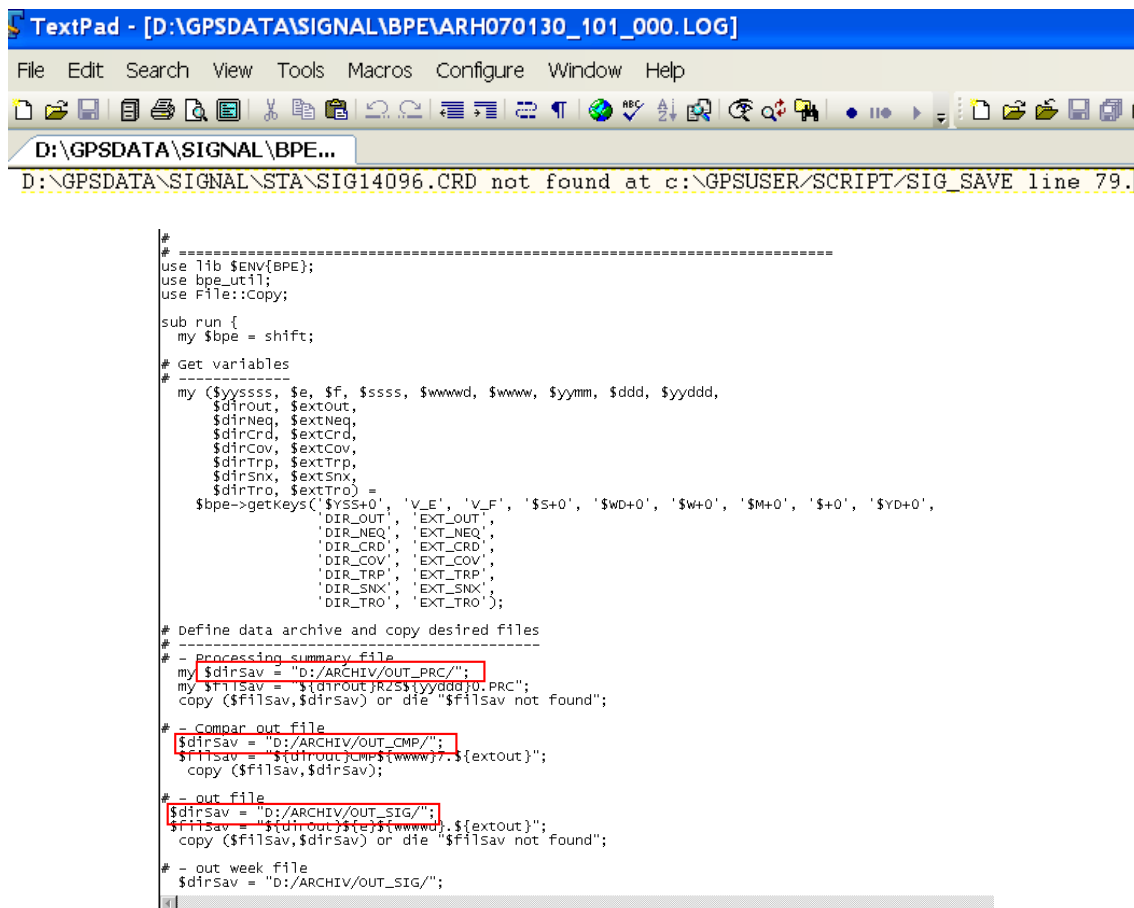
Pomembna je še primerjava med dnevnimi rešitvami, kje se izračunajo srednje vrednosti in odstopanja od le-teh po dnevih. Lahko se zgodi, da določena postaja ni bila vključena v tedensko rešitev (če so odstopanja večja od 3 cm po višini n cca 2 cm po N, E). Takrat postajo za ta čas vnesemo v STA file v del 3 (problems with the stations) in še enkrat izračunamo tedensko rešitev.

### 2.1.6.3 Arhiviranje rezultatov

Za arhiviranje datotek z rezultati in brisanje tistih datotek, ki jih po uspešno končanem izračunu ne potrebujemo več, je bila pripravljena datoteka ARCH\_DEL\_SIGNAL.PCF, ki se nahaja v ...\\GPSUSER\PCF.

Ta datoteka uporablja skripti SIG\_SAVE in SIG\_DEL v mapi ...\\GPSUSER\SCRIPT.

V skripti SIG\_SAVE je definirana pot do map za arhiviranje (glej sliko spodaj). Te mape je potrebno kreirati, preden zaženemo PCF v BPE. V nasprotnem primeru se bo pojavilo sporočilo o napaki (primer spodaj).



```
TextPad - [D:\GPSDATA\SIGNAL\BPE\ARH070130_101_000.LOG]
File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help
D:\GPSDATA\SIGNAL\BPE...
D:\GPSDATA\SIGNAL\STA\SIG14096.CRD not found at c:\GPSUSER\SCRIPT\SIG_SAVE line 79.

#
#-----
use lib $ENV{BPE};
use bpe_util;
use File::copy;

sub run {
    my $bpe = shift;
# Get variables
#
my ($yyssss, $e, $f, $ssss, $wwwwd, $www, $yymm, $ddd, $yyddd,
    $dirout, $extout,
    $dirneg, $extneg,
    $dircrd, $extcrd,
    $dircov, $extcov,
    $dirtrp, $exttrp,
    $dirsnx, $extsnx,
    $dirtro, $exttro) =
    $bpe->getKeys('YSS+0', 'V_E', 'V_F', '$s+0', '$wd+0', '$w+0', '$m+0', '$+0', '$YD+0',
        'DIR_OUT', 'EXT_OUT',
        'DIR_NEG', 'EXT_NEG',
        'DIR_CRD', 'EXT_CRD',
        'DIR_COV', 'EXT_COV',
        'DIR_TRP', 'EXT_TRP',
        'DIR_SNX', 'EXT_SNX',
        'DIR_TRO', 'EXT_TRO');

# Define data archive and copy desired files
#
# - processing summary file
my $dirsav = "D:/ARCHIV/OUT_PRC/";
my $filsav = "${dirout}RZSS${yyddd}0.PRC";
copy ($filsav,$dirsav) or die "$filsav not found";

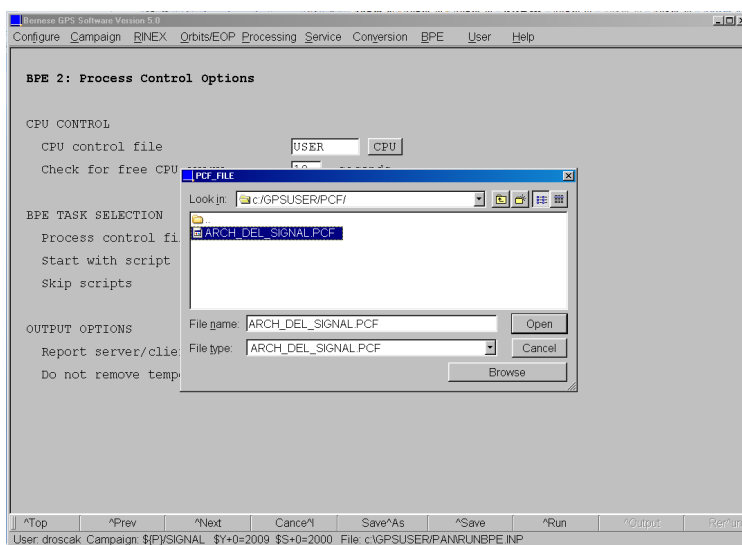
# - compar out file
$dirsav = "D:/ARCHIV/OUT_CMP/";
$filsav = "${dirtrout}CMP${www}7.${extout}";
copy ($filsav,$dirsav);

# - out file
$dirsav = "D:/ARCHIV/OUT_SIG/";
$filsav = "${dirout}${e}${wwwwd}.${extout}";
copy ($filsav,$dirsav) or die "$filsav not found";

# - out week file
$dirsav = "D:/ARCHIV/OUT_SIG/";
```

Postopek je naslednji (arhiviranje in brisanje izvedemo po uspešnem izračunu kombinirane tedenske rešitve):

1. (samo prvič) kreiramo mape za arhiviranje
2. v Bernese nastavimo kampanjo in datum
3. izberemo in zaženemo ARCH\_DEL\_SIGNAL.PCF datoteko (lahko za več zaporednih dni naenkrat)



4. za izbrane dneve bodo arhivirane bistvene datoteke, preostale (začasne) bodo izbrisane iz map kampanje

Izjema: RINEX datoteke v mapi ORX in vsebino mape BPE je potrebno izbrisati ročno.

Mapa	Datoteka	Opis
CRD_day	SIGWWWD.CRD	Izračunane koordinate postaj – dnevna rešitev
CRD_week	SIGWWW7.CRD	Izračunane koordinate postaj – tedenska rešitev
COV_day	SIGWWWD.COV	
COV_week	SIGWWW7.COV	
OUT_PRC	R2SYDDDD0.PRC	Splošno poročilo dnevne rešitve
OUT_SIG	SIGWWWD.OUT	povzetek dnevne rešitve
	SIGWWW7.OUT	povzetek tedenske rešitve
OUT_CMP	CMPWWW7.OUT	Primerjava med dnevnimi rešitvami znotraj tedenske rešitve
SNX_SIG	SIGWWWD.SNX	dnevni SINEX
	SIGWWW7.SNX	tedenski SINEX
NEQ_SIG	SIGWWWD.NQ0	dnevne normalne enačbe
	SIGWWW7.NQ0	tedenske normalne enačbe
NEQ_R1	R1_WWWWD.NQ0	reducirane normalne enačbe
ATM_TRO	SIGWWWD.TRO	
ATM_TRP	SIGWWWD.TRP	

WWWW = GPS teden

D = dan v tednu

YY = leto

DDD = dan v letu

## 2.1.6.4 Rezultati izračunov za dneve 1.1.2007 do 6.1.2007 (GPS teden 1408)

V nadaljevanju so opisane konkretne posebnosti izračunov za prvi teden v letu 2007:

<b>PROBLEM:</b>	<b>Manjkajo vse RINEX datoteke SIGNAL-ovih postaj za DOY 002, za DOY 001 in 003 pa niso popolne.</b>
<b>RAZLOG:</b>	Iz tedenskih poročil: »Dne 3.1.2007 smo izvedli ponovni zagon programa GPSNet, ker je zaradi prekinitve vseh povezav prišlo do napake v delovanju. Do prekinitve je prišlo zaradi večje motnje v distribuciji električne energije. Program ni deloval med 1.1.2007 19:00:00 in 3.1.2007 07:33:01.«
<b>REŠITEV:</b>	Za dan 002 ni možno pridobiti dnevne rešitve.

<b>PROBLEM:</b>	<b>Izračun za DOY 004 se prekine z javljeno napako:</b> »Call to MPRXTR failed: *** PG MPRXTR: NO BASELINE FOUND«
<b>RAZLOG:</b>	Na ftp naslovih ni podatkov za postajo WTZR za DOY 005-007. Za DOY 004 so podatki samo za prvih 8 ur v dnevju. V osnovi imajo vsi vektorji (definirani so v SIGNAL.BSL datoteki) eno krajišče v postaji WTZR.
<b>REŠITEV:</b>	Preverimo log datoteke in EUREF obvestila za WTZR za problematične dneve - ni podatkov o morebitnih težavah. Za DOY 004 - 007 izberemo alternativno datoteko z vektorji (SIGNAL_PENC.BSL) in ponovno zaženemo izračun. Ne pozabimo spet zamenjati BSL datoteke s SIGNAL_WTZR.BSL, ko so podatki za WTZR spet na voljo!

- Opozorila, ki se pogosto pojavljajo v \*.PRC datoteki, ki pa ne vplivajo na končne rezultate:

<b>OPOZORILO:</b>	RINEX header inconsistent with station information (type 002)
<b>RAZLAGA:</b>	v RINEX datoteki ni navedeno ime opreme v skladu z IGS konvencijo. Pri izračunu bodo upoštevana IGS imena v SIGNAL.STA datoteki.
<b>POGOSTO:</b>	<pre> BLEI:Receiver type: JAVAD LEGACY          expected: JPS LEGACY LANK:Receiver type: JAVAD LEGACY          expected: JPS LEGACY  KLAG:Receiver type: JAVAD LEGACY          expected: JPS E_GGD  CELJ:Receiver type: LEICA GPS1200         expected: LEICA GRX1200PRO KOPE:Receiver type: LEICA GPS1200         expected: LEICA GRX1200PRO NOVG:Receiver type: LEICA GPS1200         expected: LEICA GRX1200PRO PTUJ:Receiver type: LEICA GPS1200         expected: LEICA GRX1200PRO VELP:Receiver type: LEICA GPS1200         expected: LEICA GRX1200PRO  BOVE:Receiver type: LEICA SR530           expected: LEICA RS500 CRNO:Receiver type: LEICA SR530           expected: LEICA RS500 MARI:Receiver type: LEICA SR530           expected: LEICA RS500  DLBG:Receiver type: LEICA SR530           expected: LEICA SR520        Antenna type : LEIAT504 NONE         expected: LEIAT504 BEVA FLDB:Antenna type : TRM41249.00          NONE expected: TRM41249.00 BEVA </pre>
<b>OPOZORILO:</b>	### SR RXOSTA: Station name different from RINEX marker name:  RINEX file : \$

	{P}\SIGNAL\RAW\BRUS0010.070 Station name : BRUS A RINEX marker name: BRUS
<b>RAZLAGA:</b>	V RINEX datoteki je vedno isto ime postaje, v STA datoteki pa je lahko dodan imenu znak, ki označuje isto postajo po npr. menjavi antene. Upošteva se ime v STA datoteki.
<b>OPOZORILO:</b>	### SR RXOANT: Position of radome code corrected
<b>RAZLAGA:</b>	Po IGS konvenciji so oznaki DOME namenjena mesta 17-20 v imenu. V tem primeru se v RINEX datoteki oznaka DOME ne nahaja na emstih 17-20. Upošteva se ime v STA datoteki.
<b>POGOSTO:</b>	### SR RXOANT: Position of radome code corrected RINEX file : \$ {P}\SIGNAL\RAW\CRNO0010.070 Station name : CRNO Antenna name : LEIAT504 LEIS
<b>OPOZORILO:</b>	DLBG in FLDB: Receiver type not found
<b>RAZLAGA:</b>	Na postajah DLBG oz. FLDB sta bili nameščeni anteni Leica oz. Trimble v kombinaciji z BEVA radome, nista pa bili definirani v PHAS_COD.I05 datoteki. Kalibracijski datoteki za obe anteni smo prenesli iz GEO++ baze ( <a href="http://gnpcvdb.geopp.de/pcvdb/GNPCVDB.html">http://gnpcvdb.geopp.de/pcvdb/GNPCVDB.html</a> ) in njune podatke vključili v PHAS_SIGNAL.I05 datoteko po navodilih iz poglavja 7. V SIGNAL.STA datoteki smo popravili tip antene za FLDB v TRM41249.00__50 BEVA in za DLBG v LEIAT504+DGP.

- Kontrola števila vektorjev v R2SYDDDD0.PRC datoteki:

Dan (YYDDD)	Število vektorjev	Komentar
07001	32	OK
07002	12	Manjkajo vse SIGNAL in APOS postaje. Iz tedenskega poročila Službe za GPS: »dne 3.1.2007 smo izvedli ponovni zagon programa GPSNet, ker je zaradi prekinitve vseh povezav prišlo do napake v delovanju. Prekinitve je prišla do večje motnje v distribuciji električne energije. Program ni deloval med 1.1.2007 19:00:00 in 3.1.2007 07:33:01.«
07003	31	Manjka SOFI: podatki v RINEX datoteki za ta dan so samo za prvih 6 ur, zato ni bila vključena v izračun. Iz PRC datoteke: LIST OF REJECTED RINEX DATA FILES D:\GPSDATA\SIGNAL\RAW\SOFI0030.070
07004	31	Manjka WTZR – za ta dan na ftp strežnikih ni RINEX datoteke.
07005	31	Manjka WTZR – za ta dan na ftp strežnikih ni RINEX datoteke.
07006	31	Manjka WTZR – za ta dan na ftp strežnikih ni RINEX datoteke.

- Kontrola določitev neznanega števila celih valov:

Dan (YYDDD)	QIF AMBIGUITY RESOLUTION SUMMARY – total [%]	Komentar
07001	85,0	OK
07002	86,6	OK
07003	85,0	OK
07004	89,3	OK
07005	87,8	OK
07006	86,2	OK



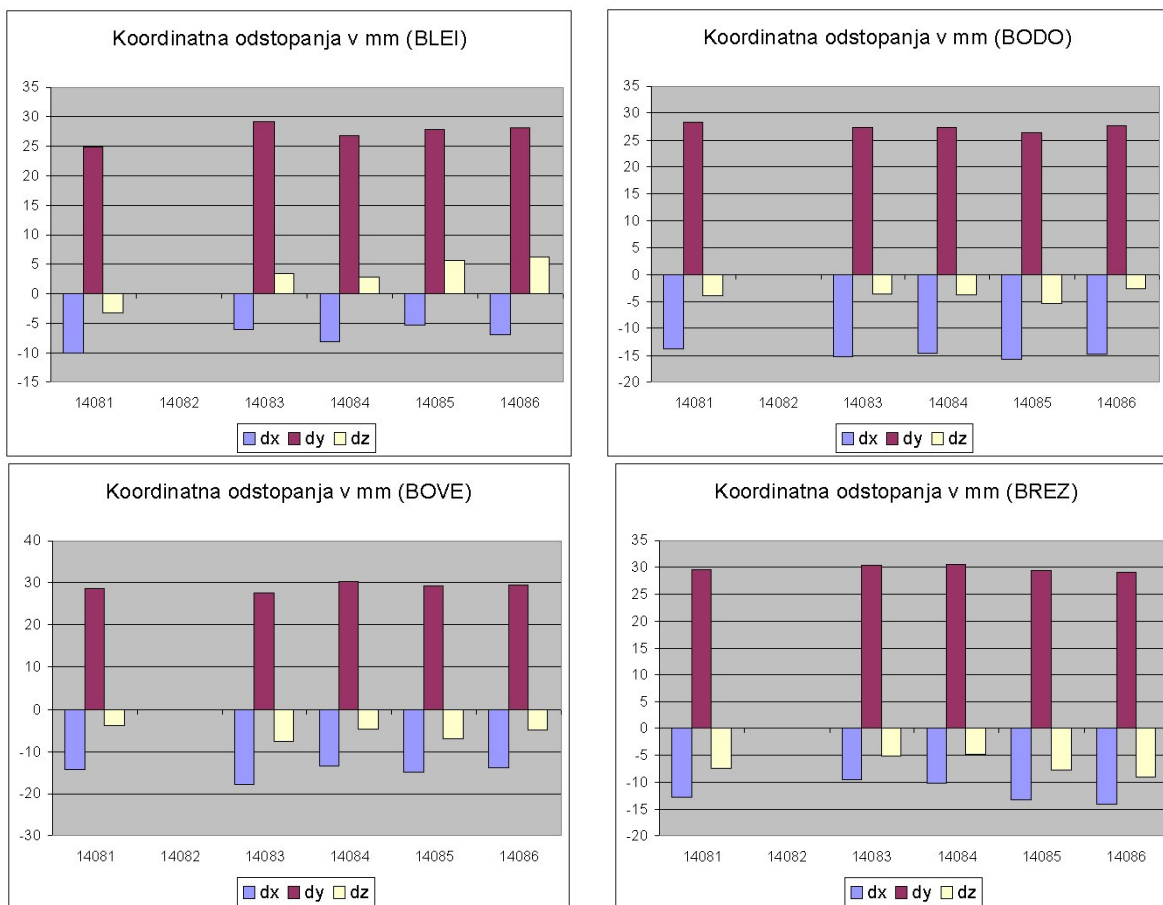
- Kontrola RMS(PART 6: GNSS COORDINATE/TROPOSPHERE SOLUTION STATISTICS):

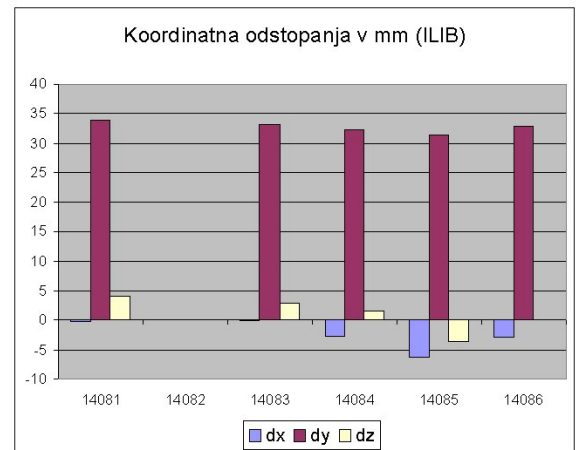
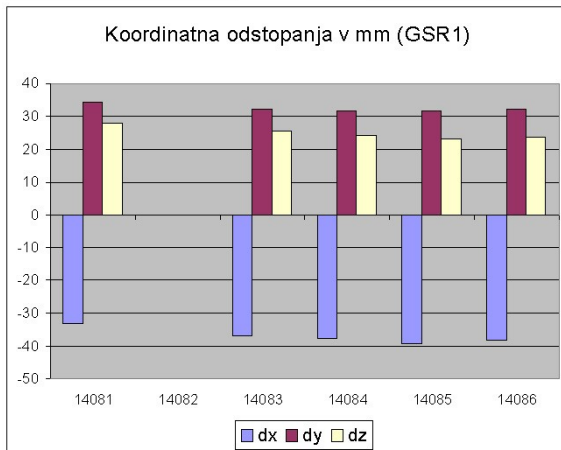
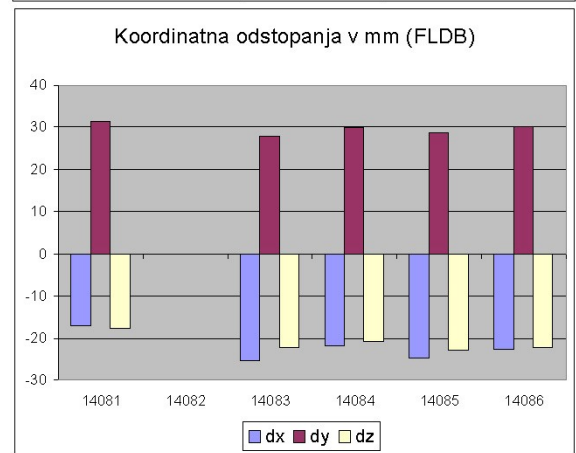
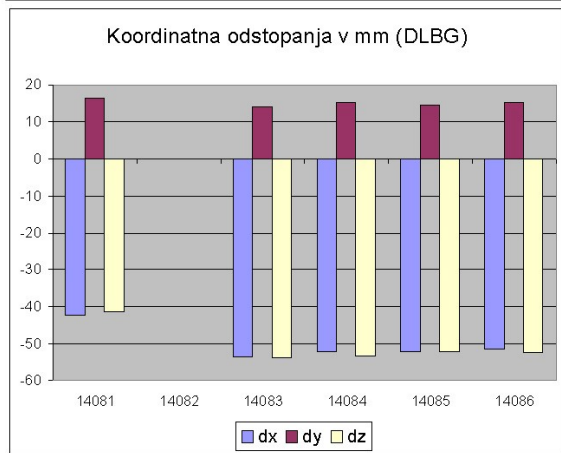
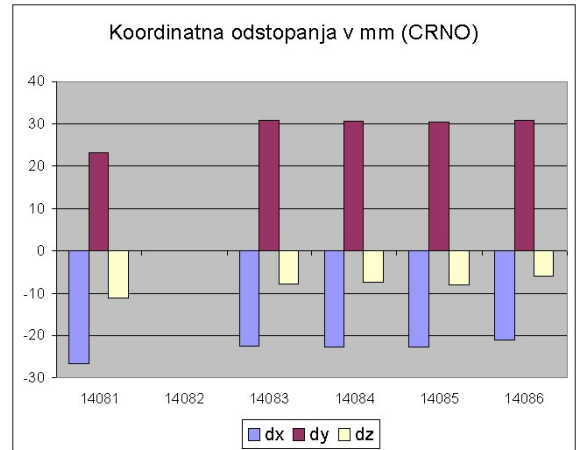
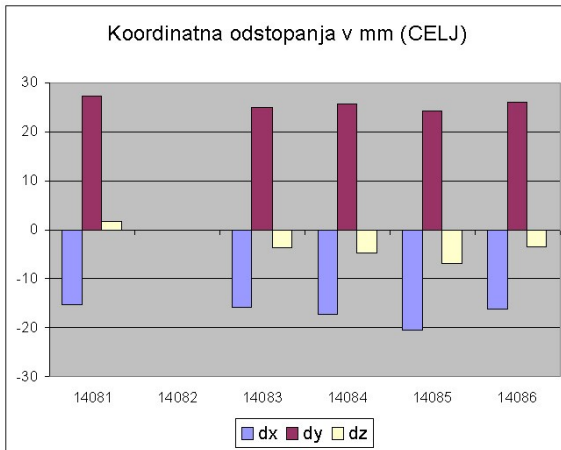
Za vse dneve so vrednosti manjše od 2 mm.

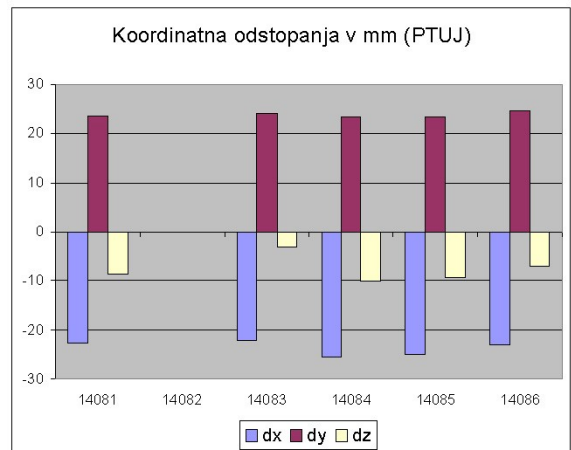
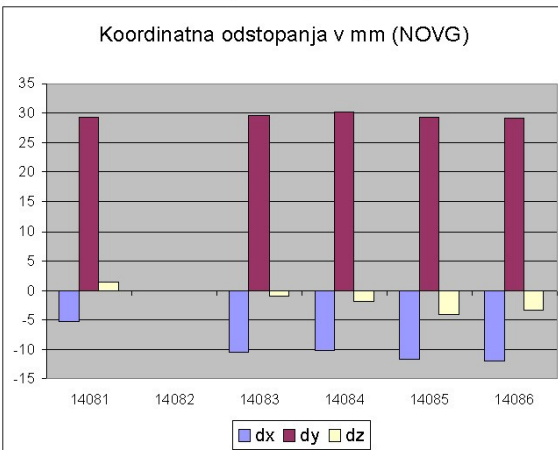
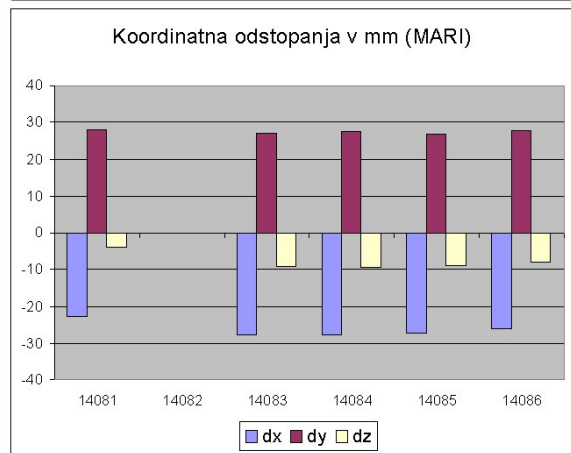
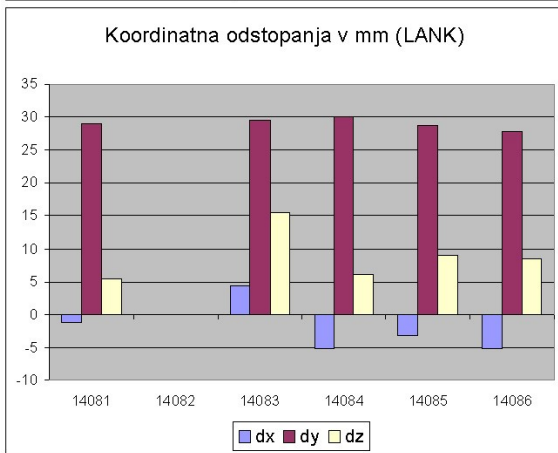
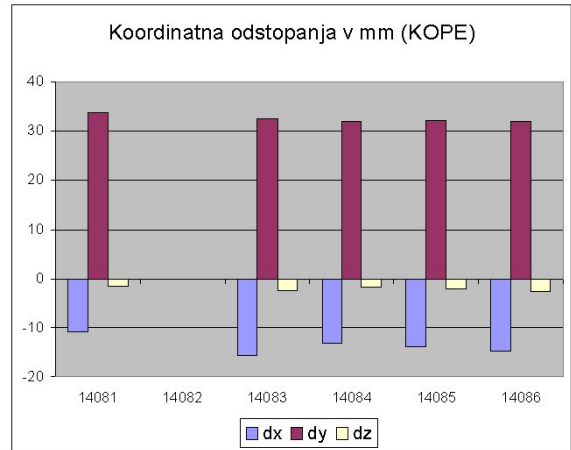
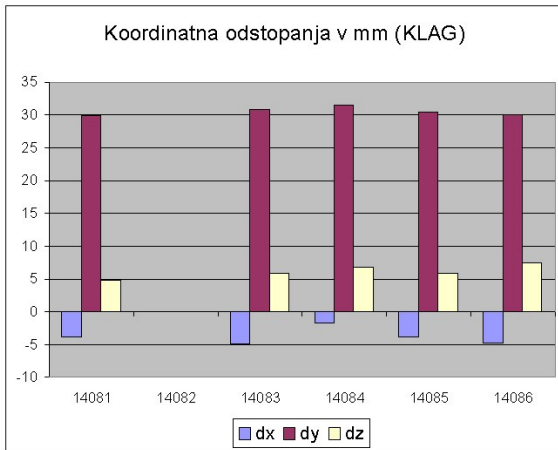
- Kontrola datotek s poročilom o napakah
  - RNXYDDDD0.ERR
  - GRAYDDDD0.DEL

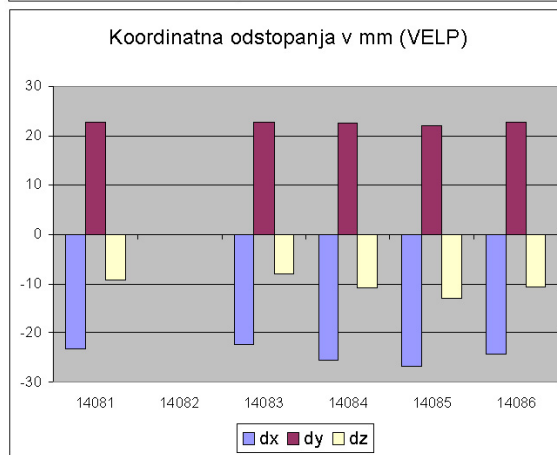
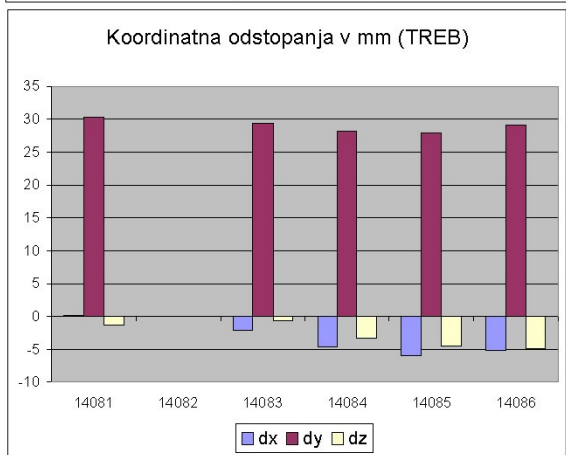
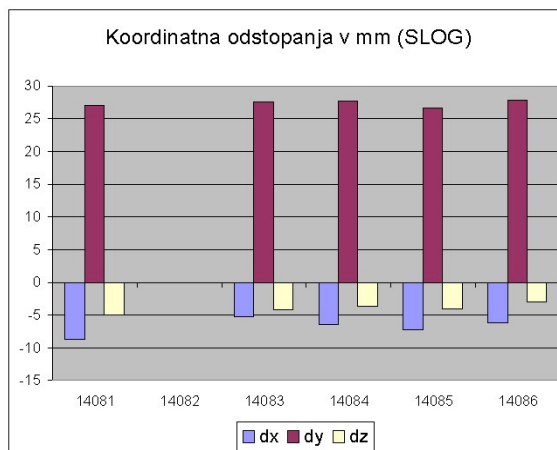
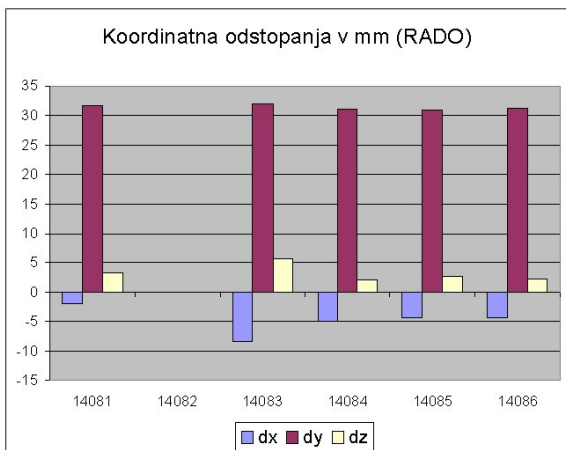
### 2.1.6.5 Grafičen prikaz rezultatov izračunov

Na spodnji grafih so prikazane razlike med trenutno veljavnimi kartezičnimi koordinatami in rezultati dnevnih izračunov za prvi GPS teden v letu 2007 SIGNAL-ovih postaj v ITRF05, epoha 01.01.2005.









## 2.1.7 Nujna občasna posodobljanja

### 2.1.7.1 Zadnje verzije datotek v mapi ...BERN50\GPS\GEN

Tedensko prenesemo zadnje verzije datotek z naslova <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50> v mapo ...BERN50\GPS\GEN:

- CONST.
- DATUM.
- GPSUTC.
- RECEIVER.
- SAT\_2010.CRX (če datoteke ne bomo redno posodobljali, bo Bernese sčasoma javil napako o manjkajočem satelitu)
- PHAS\_COD.I05
- SATELLIT.I05 (če datoteke ne bomo redno posodobljali, bo Bernese sčasoma javil napako o manjkajočem satelitu)

### 2.1.7.2 Dopolnitev datoteke PHAS\_SIGNAL.I05

V primeru, ko bo antena katerekoli od postaj, vključenih v izračun, absolutno individualno kalibrirana, bo potrebno podatke vnesti v PHAS\_SIGNAL.I05. Enako, če bo lansiran nov satelit (pri slednjem primeru nas Bernese opozori tako, da javi napako »satellite nmb cannot be found«).

Postopek je naslednji:

- ATX datoteko za eno anteno kopiramo v mapo OUT.
- ATX datoteko s popravki faznega centra antene pretvorimo v Bernese PHG format:  
*Conversion -> ANTEX to Bernese format*

CONVERT ANTENNA PHASE CENTER CORRECTIONS TO BERNESE FORMAT - PHCCNV 1: Input

GENERAL FILES

Show all general files

INPUT FILENAMES

External phase center offsets

Bernese phase center offsets file

Station information file

OPTIONS FOR BERNESE INPUT FILE

Conversion from relative to absolute PCV  abs to rel for ATX

Consider antennas without radome code

RESULT FILE

Bernese phase center offsets  PHG

GENERAL OUTPUT FILES

Program output  use PHCCNV.Lnn or  OUT

Error messages  merged to program output or  MSG

TITLE

PHCCNV 1.1: General Files

GENERAL INPUT FILES

General constants

Satellite information

MENU SETTINGS

Selected campaign \${P}/SIGNAL

Selected session year 2009 session 3000

Session table

PHCCNV 2: ANTEX Conversion

MISSING RECEIVER AND SATELLITE ANTENNA PATTERNS

Special handling of missing values

Fill missing values up to a MAXIMUM ZENITH ANGLE of  degrees

- with ZEROS
- with LAST VALUE available
- with AOAD/M\_T values

Fill missing values up to a MAXIMUM NADIR ANGLE of  degrees

- with ZEROS
- with LAST VALUE available

OPTIONS

Do not write zero patterns

Elevation dependent receiver patterns only

- Ko Bernese zgenerira \*.PHG datoteko, vsebino v dveh delih kopiramo v PHAS\_SIGNAL.I05 (poziti je treba na vrstni red – glej primer spodaj):

LEIAR25.R3	LEIT	0	999999	1	0.0002	0.0001	0.1617	2	kopiramo 1. del iz *.PHG datoteke takoj za podatki (v tem primeru) LEIAR25.R3 antene
				2	0.0002	-0.0006	0.1588		
LEIAR25.R3	LEIT	20031	20031	1	-0.0009	-0.0007	0.1609	2	
				2	-0.0010	-0.0015	0.1591		

Enak vrstni red ohranimo, ko kopiramo 2. del iz \*.PHG datoteke:

```
L2 355 0.00 -0.11 -0.45 -0.92 -1.44 -1.97 -2.53 -3.13 -3.77 -4.36 -4.74 -4.76 -4.34
L1 360 0.00 0.10 0.52 1.15 1.82 2.33 2.49 2.21 1.52 0.58 -0.44 -1.33 -1.96
L2 360 0.00 -0.11 -0.45 -0.92 -1.45 -1.98 -2.53 -3.14 -3.77 -4.36 -4.74 -4.77 -4.35
```

```
ANTENNA TYPE          DUMMY          FROM TO      TYP  D(Z) D(A) M(Z)  SINEX      METHOD
*****
LEIAR25.R3           LEIT
                                0 999999      1    5    5    90  IGS05_1597 ROBOT
                                ANZ
                                0    5    10   15   20   25   30   35   40   45   50   55   60
L1 0 0.00 0.18 0.86 1.91 3.05 3.98 4.44 4.28 3.53 2.37 1.06 -0.15 -1.11
L2 0 0.00 -0.18 -0.63 -1.25 -1.91 -2.55 -3.17 -3.80 -4.43 -4.98 -5.25 -5.06 -4.32
L1 5 0.00 0.18 0.87 1.91 3.06 4.00 4.46 4.30 3.53 2.35 1.03 -0.19 -1.15
L2 5 0.00 -0.18 -0.64 -1.26 -1.92 -2.56 -3.19 -3.82 -4.47 -5.03 -5.32 -5.15 -4.43
L1 10 0.00 0.18 0.87 1.92 3.08 4.03 4.49 4.33 3.55 2.35 1.00 -0.23 -1.19
L2 10 0.00 -0.18 -0.64 -1.27 -1.93 -2.58 -3.21 -3.85 -4.52 -5.09 -5.40 -5.25 -4.53
```

...

L2 315	0.00	0.17	0.86	1.90	3.03	3.95	4.41	4.26	3.54	2.42	1.15	-0.05	-1.03	-1.10
L1 350	0.00	0.18	0.86	1.90	3.03	3.95	4.41	4.26	3.54	2.42	1.15	-0.05	-1.03	-1.10
L2 350	0.00	-0.17	-0.62	-1.23	-1.88	-2.51	-3.13	-3.75	-4.37	-4.89	-5.12	-4.89	-4.10	-2.10
L1 355	0.00	0.18	0.86	1.90	3.03	3.96	4.42	4.27	3.53	2.39	1.11	-0.10	-1.07	-1.10
L2 355	0.00	-0.18	-0.63	-1.24	-1.90	-2.53	-3.15	-3.77	-4.40	-4.93	-5.18	-4.97	-4.20	-2.10
L1 360	0.00	0.18	0.86	1.91	3.05	3.98	4.44	4.28	3.53	2.37	1.06	-0.15	-1.11	-1.10
L2 360	0.00	-0.18	-0.63	-1.25	-1.91	-2.55	-3.17	-3.80	-4.43	-4.98	-5.25	-5.06	-4.32	-3.10

ANTENNA	TYPE	DUMMY	FROM	TO	TYP	D(Z)	D(A)	M(Z)
LEIAR25.R3	LEIT		20031	20031	1	5	5	90

A\Z	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
L1 0	0.00	0.22	0.95	2.05	3.25	4.24	4.76	4.64	3.89	2.69	1.32	0.04	-0.97	-1.10
L2 0	0.00	-0.16	-0.58	-1.16	-1.80	-2.45	-3.11	-3.77	-4.41	-4.93	-5.19	-5.04	-4.45	-3.10
L1 5	0.00	0.22	0.96	2.06	3.26	4.26	4.77	4.65	3.89	2.68	1.30	0.01	-1.00	-1.10
L2 5	0.00	-0.16	-0.57	-1.14	-1.79	-2.45	-3.12	-3.81	-4.49	-5.04	-5.31	-5.18	-4.59	-3.10
L1 10	0.00	0.23	0.97	2.07	3.27	4.27	4.78	4.66	3.90	2.68	1.28	-0.02	-1.04	-1.10
L2 10	0.00	-0.15	-0.56	-1.13	-1.78	-2.45	-3.14	-3.86	-4.56	-5.13	-5.43	-5.31	-4.71	-3.10
L1 15	0.00	0.23	0.98	2.08	3.28	4.28	4.80	4.67	3.91	2.68	1.27	-0.05	-1.08	-1.10
L2 15	0.00	-0.15	-0.55	-1.13	-1.78	-2.46	-3.16	-3.90	-4.62	-5.22	-5.53	-5.42	-4.82	-3.10

### 2.1.7.3 Dodajanje postaje v \*.STA datoteko

Ko se na postaji menja antena, se moramo odločiti, ali bomo dodali novo postajo, ali ne. Spremljamo položaj postaje po menjavi in če je prišlo do skoka, potem uvedemo novo postajo (črko) v \*.STA datoteki (Part 001: renaming of the stations).

### 2.1.7.4 Namestitev zadnjih različic programov

Občasno prenesemo zadnjo različico CRX2RNX in TEQC:

- <ftp://terras.gsi.go.jp/software/RNXCMP>
- <http://facility.unavco.org/software/teqc/teqc.html>

## 2.1.8 Zaključek

Dnevni izračun postaj omrežja SIGNAL se torej izvede v naslednjih korakih:

- definicija spremenljivk (določen je dan obdelave)
- prenos in priprava podatkov:
- vzpostavitev povezave s ftp strežniki in prenos podatkov,
- prenos podatkov iz SIGNAL intranet podatkovnega diska,
- dekompresija podatkov in pretvorba HATANAKA RINEX opazovanj v RINEX podatke,
- zagon BPE procesov,
- arhiviranje podatkov.

Rezultate dnevnega preračuna bodo uporabljali:

- Osnovni geodetski sistem za nadzor nad kakovostjo realizacije koordinatnega sistema:
  - Dnevni preračun omrežja je osnova za dobro definiran sodobni koordinatni sistem.
  - Položaji točk so podvrženi periodično ponavljajočim se vplivom. Z večdnevnimi opazovanji lahko izločimo vpliv dejavnikov, ki imajo periodo delovanja 1 dan (oz. manj). Na podlagi povprečja rezultatov dnevnih preračunov za več let nazaj lahko odstranimo vpliv dejavnikov z daljšo periodo.
  - Potreben je za raziskave geodinamičnih aktivnosti na območju Slovenije.
  - Je nujni podatek za obdelave opazovanj visoke natančnosti v namene razvoja in vzdrževanja OGS (realizacija koordinatnega sistema, določitev položajev točk za potrebe proučevanja geodinamike, razvoj višinskega sistema, ...ipd.)
  - Potreben je za ovrednotenje vplivov sprememb globalnih koordinatnih sistemov ITRS (nove realizacije) na koordinate točk v slovenskem koordinatnem sistemu.
  - Je osnovni podatek za sprejem odločitve o ponovni realizaciji koordinatnega sistema.
- Služba za GPS za nadzor kakovosti delovanja omrežja SIGNAL in oceno kakovosti GNSS opazovanj po posameznih točkah.
- uporabniki omrežja SIGNAL: podatki omrežja SIGNAL se lahko uporabijo tudi za tehnično zelo zahtevne projekte kot so obdelava opazovanj visoke natančnosti (npr. spremljanje premikov in ugotavljanje deformacij).

V nadaljevanju bi bilo smiselno izvesti naslednje naloge:

- izračun arhivskih podatkov z opazovanji na GNSS-postajah omrežja SIGNAL
- avtomatizacija zapisa dnevnih podatkov s koordinatami postaj v XLS datoteko in izrisa grafa, ki prikazuje odvisnost koordinat od časa
- priprava rutine, ki poročilo o prenesenih datotekah shrani v arhiv
- priprava rutine za kontrolo rezultatov
- pridobitev »dome numbers« za postaje omrežja SIGNAL na ITRF (obrazec na [http://itrf.ign.fr/doc\\_ITRF/domes.req](http://itrf.ign.fr/doc_ITRF/domes.req))
- pridobitev kompletnega RINEX arhiva sosednjih držav in vključitev le-teh v izračun
- za primerjavo in dodatno kontrolo rezultatov prositi sosednja omrežja za koordinate postaj
- za potrebe kontrole rezultatov posredovanje tedenskih rešitev na EUPOS.



## 2.1.9 Opombe, komentarji

- EPN postaja HFLK ni bila vključena med dane točke, ker ima velika nihanja položaja.
- V nobeni od osnovnih datotek (\*.STA, \*.CRD, \*.VEL ipd) ne smemo uporabljati tabulatorjev.
- Po vsaki nadgradnji programa Bernese je potreben posebej posodobiti okna za izbiro vhodnih podatkov:

UPDATE PROGRAM OPTION INPUT FILES

GENERAL FILES

Show all general files

MASTER PROGRAM INPUT FILES

SELECTED INP

Default path \$ {X} / PAN

PROGRAM INPUT FILES TO BE UPDATED

in se \$ {U} / OPT / \*

Panel directory \$ {U} / PAN

File with directory list UPD

UPDATE OPTIONS

Update / copy UPDATE

Existing / all ALL

GENERAL OUTPUT FILES

Program output  use UPDPAN.Lnn or UPDPAN OUT

Error messages  merged to program output or ERROR MSG

TITLE ddd

- Če predčasno prekinemo izvajanje BPE (Kill) moramo pred ponovnim zagonom resetirati CPU.
- Pri nastavitvah vhodnih podatkov za program 101 POLUPD moramo biti pozorni na »USE ERP RATES«.

POLUPD 2: Options

HEADER INFORMATION

Title

Nutation model

Subdaily pole model

BULLETIN B AS INPUT

Use 1 or 5 day values

USE ERP RATES

INCLUDE NUTATION OFFSETS

USE TIME WINDOW

ce so v prenesenem ERP fajlu vrednosti za  
polnoc 0:00:00 (ne samo za 12:00:00)  
NE SME BITI KLJUKICE  
rezultati bodo napacni

Nastavitev ne bo vplivala na pravilnost rezultatov, če bomo uporabljali IGS ERP datoteke.

```

version 2
EOP SOLUTION
MJD      X      Y      UT1-UTC
          10**-6"      .lus      .1
54100.50 -49410  346860  380386  8
54101.50 -49647  347922  372758  6
54102.50 -50489  349245  366726  5
54103.50 -52      39      5
54104.50 -53      vrednosti za 51 6
                    poldne 70 8
54105.50 -55      06      9
54106.50 -56      06      9

```

- Uporabne povezave

IGS dogovorjena imena za opis opreme v log, RINEX in SINEX datotekah:  
[http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/rcvr\\_ant.tab](http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/rcvr_ant.tab)

Za pripravo \*.CRD in \*.VEL datotek:  
[ftp://epncb.oma.be/pub/station/coord/EPN/EPN\\_A\\_ITRF2005\\_C1585.SSC](ftp://epncb.oma.be/pub/station/coord/EPN/EPN_A_ITRF2005_C1585.SSC)

Log datoteke EPN postaj:  
<ftp://ftp.epncb.oma.be/pub/station/log>

Individualne absolutne kalibracije anten:  
[ftp://epncb.oma.be/pub//station/general/epnc\\_05.atx](ftp://epncb.oma.be/pub//station/general/epnc_05.atx)

Za pripravo STA datoteke (pomembno je, da delamo z zadnjo verzijo):  
[ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/STA/EUREF\\_FULL](ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/STA/EUREF_FULL)

Reprocesirane efemeride za obdobje pred I. 2006:  
<ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/products>

## **2.2 Elaborat z geokinematičnim modelom slovenskega ozemlja (NALOGA 1.2)**

*Poročilo in povzetek: mag. Oskar Sterle in dr. Bojan Stopar, FG*

### **Povzetek**

Osnova za določitev geokinematičnega modela Slovenije so hitrosti sprememb koordinat točk. Osnova za določitev sprememb koordinat točk pa so časovne vrste koordinat točk. Časovne vrste pridobimo na osnovi ponovljenih ali stalno potekajočih opazovanj na točkah, ki omogočajo pridobitev koordinat točk. Med razpoložljivimi opazovanji za določitev koordinat točk ter njihovih hitrosti so opazovanja GNSS. V Sloveniji izvajamo opazovanja GNSS od leta 1991 in v tem času smo pridobili koordinate visoke kakovosti več kot 200 točk. Za 70 točk na širšem območju Slovenije smo vzpostavili tudi časovne vrste. Težava je, da so časovne vrste trenutno določene v več ITRF koordinatnih sistemih in na osnovi samo parih ponovljenih terminkih izmerah. Prav tako pa nimamo določenih hitrosti sprememb koordinat točk državnega omrežja GNSS postaj SIGNAL. V letu 2010 smo pridobili vse podatke opazovanj v omrežju SIGNAL. Dodatno smo pridobili tudi podatke opazovanj v italijanskem omrežju GNSS postaj FReDNet. Za kakovostno določitev časovnih vrst v enotnem koordinatnem sestavu ITRF je tako potrebno v obdelavo vključiti tudi podatke postaj omrežja službe IGS. Skupno imamo sedaj, poleg 70 že določenih časovnih vrst permanentnih postaj na razpolago še opazovanja 50-tih točk permanentnih omrežij (SIGNAL, FReDNet in IGS) za obdobje od 2002 do 2010. Za vsa opazovanja naštetih permanentnih postaj je bila letos izdelana baza podatkov, opravljeni so bili postopki za oceno kakovosti in celovitosti opazovanj na teh točkah, opravljena je bila uskladitev vsebine in oblike datotek opazovanj s »standardi« programskega paketa Bernese GPS Software, Verzija 5.0. Dodatno so bili pridobljeni tudi proizvodi službe IGS, ki jih potrebujemo pri kakovostni obdelavi opazovanj GNSS. Vsi podatki za izvedbo obdelave opazovanj so bili preračunani v zadnji aktualni ITRF koordinatni sistem, tj. ITRF2005. Postopek določitve časovnih vrst koordinat točk je naslednji korak, ko bodo vsa razpoložljiva opazovanja GNSS vseh točk obdelana. Rezultat bodo časovne vrste in koordinate točk v koordinatnem sestavu ITRF2005.

## **2.2.1 Opazovanja GNSS in spremljajoči podatki**

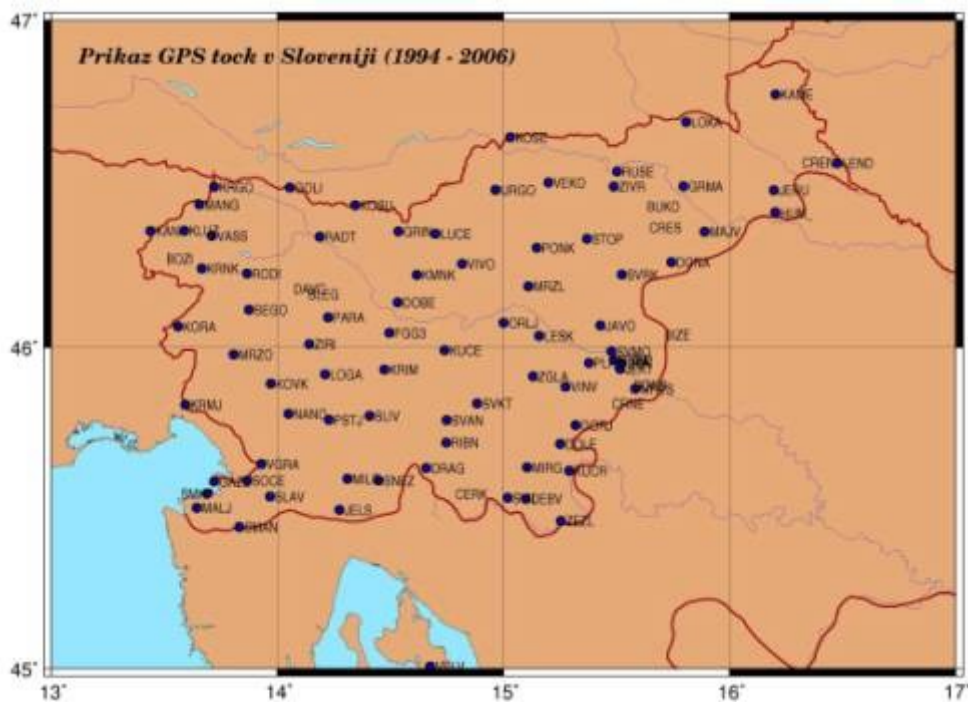
### **2.2.1.1 Izvedene kampanje izmer GNSS, pomembne za slovenski prostor**

V preteklosti so bile izvedene številne kampanjske izmere GNSS na območju in v bližnji okolici Slovenije. Začetki izmer segajo v leto 1994, ko se je metoda izmere GNSS začela uporabljati za povezavo državnih geodetskih mrež z ITRS in ETRS koordinatnima sistemoma. Skozi obdobje 16 let je bilo tako opazovano veliko število točk, ki so na območju ali v okolici teritorija Slovenije. Republika Slovenija je pri vzpostavitvi točk v koordinatnih sistemih ITRS in ETRS sodelovala tudi s komisijo EUREF pti IAG, sosednjimi državami ter zaradi zgodovinskih razlogov (identičen koordinatni sistem D-48 v obeh državah) najbolj z Republiko Hrvaško. Tako se deli mreže točk, opazovanih z GNSS tehnologijo, ki jo obravnavamo kot slovensko mrežo točk, nahajajo tudi na območju Hrvaške, Italije, Avstrije in Madžarske.

Z leti se je število opazovanih točk v okviru različnih projektov in financiranih z različnih virov za različne naročnike precej povečalo. Trenutno imamo skupaj preko 200 točk, na katerih smo v preteklosti opravili opazovanja GNSS, ki so bila dovolj dolgotrajna in dovolj visoke kakovosti, da jih lahko uporabimo za geodinamične potrebe. V preteklosti smo tako izvajali opazovanja GNSS v okviru projektov:

- EUREF:
  - 1994: 25 točk
  - 1995: 96 točk
  - 1996: 20 točk
  - 2007: 5 točk
- VZHODNA SLOVENIJA (1996): 25 točk
- EUVN 1997: 9 točk
- POSOČJE 1998: 14 točk
- CRODYN in RETREAT:
  - 1998: 5 točk
  - 2005: 53 točk
- 4 MAREOGRAFI 2002: 6 točk
- SIGNAL (Podatki obdelave za določitev ETRF89 koordinat):
  - 2005: 12 točk
  - 2007: 20 točk

Dodatno sta bili leta 2006 opazovani še točki KANI (Kanin) in MANG (Mangart) na obeh točkah (na ekscentričnem signalu in na centru).



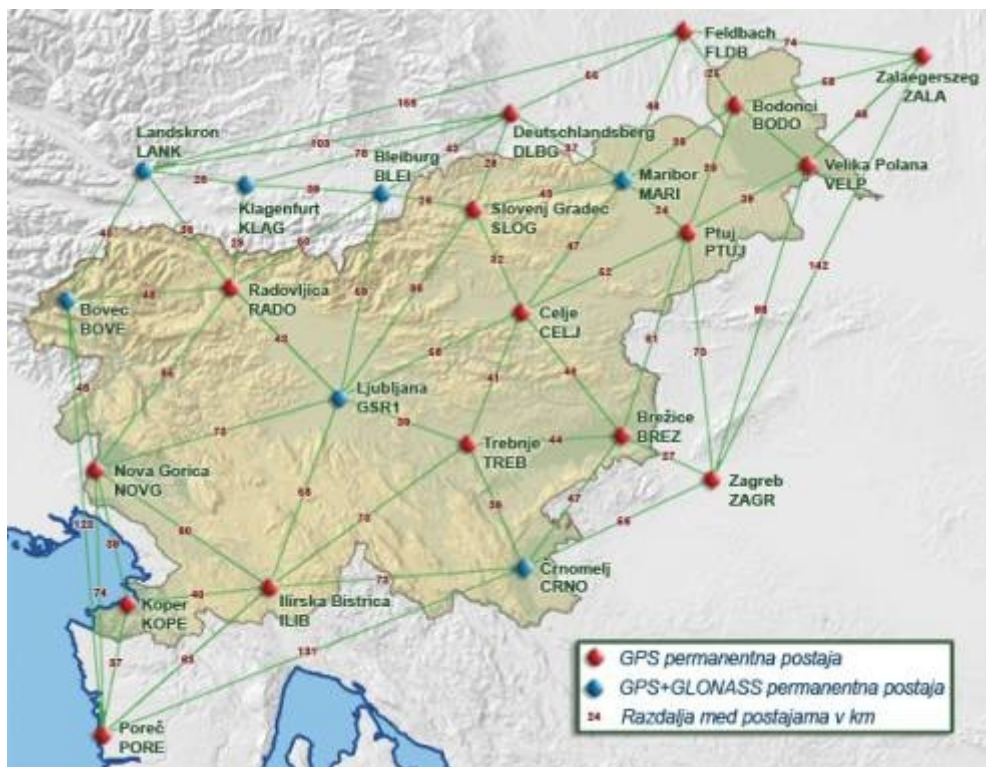
Slika 1: Točke v Sloveniji, na katerih so bile v preteklosti opravljene izmere GNSS dovolj visoke kakovosti za potrebe geodinamičnih raziskav

### 2.2.1.2 Omrežje permanentnih postaj SIGNAL

V letu 2010 je bil s strani Geodetskega inštituta Slovenije pripravljen arhiv opazovanj GNSS na postajah omrežja SIGNAL z datotekami opazovanj za celotno obdobje obratovanja posamezne postaje. V tem arhivu so podatki:

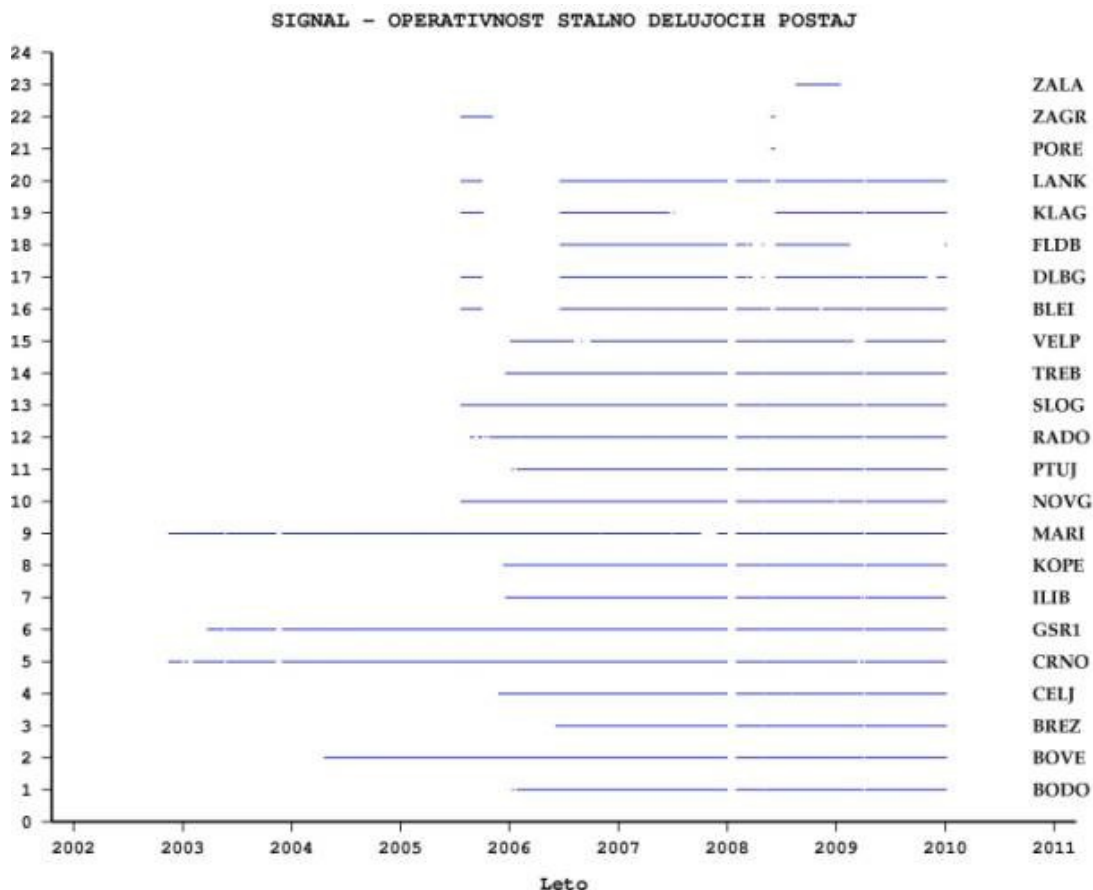
- 15 točk na ozemlju Slovenije,
- 5 točk na ozemlju Avstrije,
- 1 točka na ozemlju Madžarske in
- 2 točki na ozemlju Hrvaške.

Opazovanja se nanašajo na obdobje od vzpostavitve vsake točke (od leta 2001) pa do konca leta 2009. Celovit niz podatkov se nanaša samo na točke na območju Slovenije, za katere skrbi Center službe SIGNAL. Omrežje SIGNAL, za katerega je pripravljen arhiv opazovanj je predstavljen na sliki 2.



Slika 2: Omrežje permanentnih postaj GNSS SIGNAL (<http://www.gu-signal.si/>)

Količina podatkov v arhivu za omenjeno obdobje (od začetka delovanja do 4. 1. 2010) je prikazana na sliki 3. Vsaka pika v vodoravnem nizu točk predstavlja en dan opazovanj. Razvidno je, da je bila večina postaj vzpostavljena po sredini leta 2005. Tako imamo za vse postaje na območju Slovenije podatke, ki časovno presegajo 4 leta. Ocena je, da je za določitev kakovostnega vektorja hitrosti za postajo potrebno imeti podatke opazovanj v časovnem trajanju vsaj 3 leta.



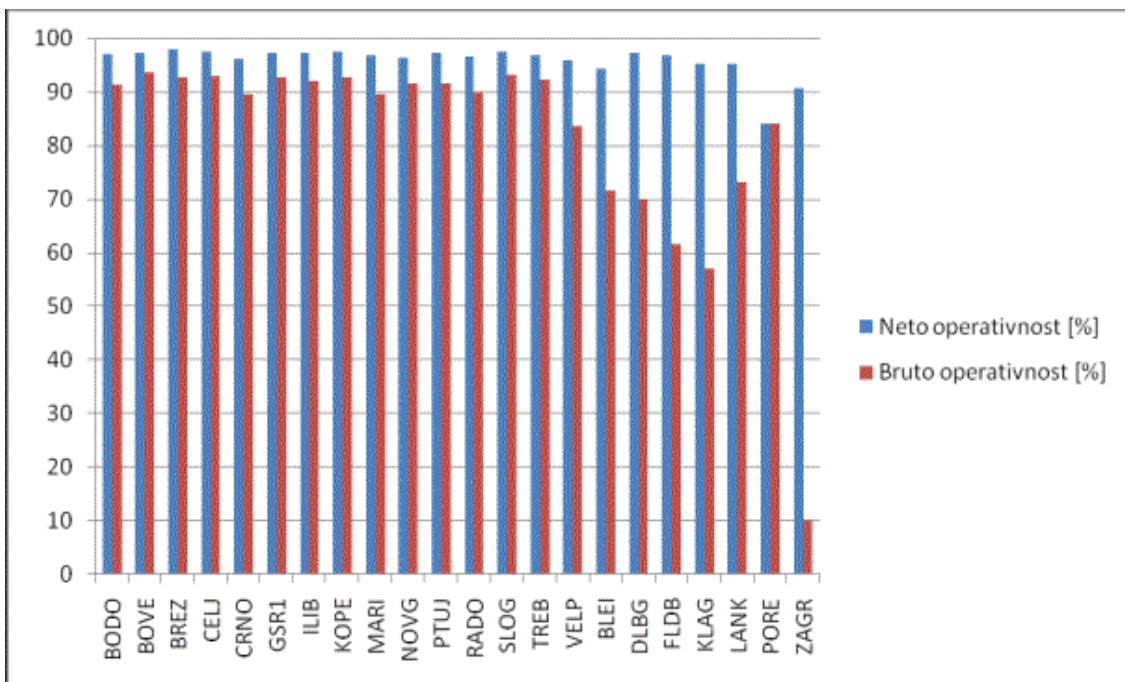
Slika 3: Količina podatkov opazovanj na postajah omrežja SIGNAL od vzpostavitve postaje do začetka leta 2010

Količina opazovanj, ki je podana v datotekah RINEX, pa je prikazana na sliki 4. Podani sta dve operativnosti, in sicer neto in bruto operativnost. Neto operativnost predstavlja odstotek izvedenih opazovanj, glede na podane datoteke RINEX. Bruto operativnost pa predstavlja odstotek izvedenih opazovanj, glede na začetni in končni datum delovanja permanentne postaje. Če gledamo postaje omrežja SIGNAL skupno (tudi s postajami v tujini – 8 postaj), potem je v povprečju neto operativnost 95,8%, bruto operativnost pa 82,1%. Bolj celovita ocena stanja omrežja SIGNAL pa predstavlja operativnost postaj na območju Slovenije, saj te postaje nadzira in upravlja Služba za GPS. Za 15 slovenskih postaj tako veljajo podatki, ki so prikazani v preglednici 1.

OPERATIVNOST	NAJMANJŠA	NAJVEČJA	POVPREČJE
NETO	96,0% (postaja VELP)	98,0% (postaja BREZ)	97,0%
BRUTO	83,7% (postaja VELP)	93,7% (postaja BOVE)	91,3%

Preglednica 1: Statistični podatki operativnosti postaj omrežja SIGNAL na območju Slovenije

Iz slik 3 in 4 ter iz preglednice 1 lahko vidimo, da je zagotovljenost opazovanj GNSS na omrežju permanentnih postaj SIGNAL visoka.



Slika 4: Neto in bruto operativnost delovanja posamezne postaje permanentnega omrežja SIGNAL

### 2.2.1.3 Omrežje permanentnih postaj FReDNet

Na območju SV Italije je bilo vzpostavljeno omrežje permanentnih postaj FReDNet, (<http://www.crs.inogs.it/frednet/EnglishSite/XFReDNetHomeENG.htm>)

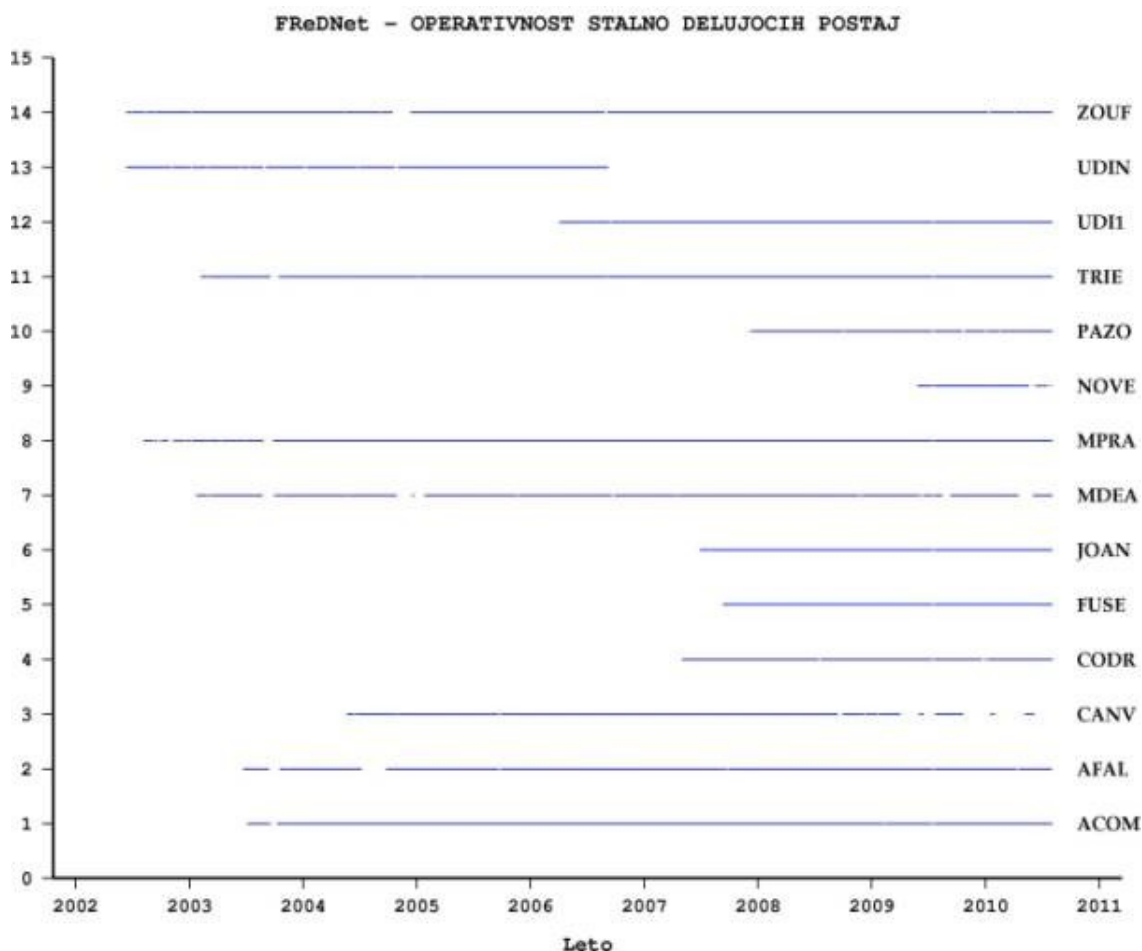


Slika 5: Omrežje permanentnih postaj GNSS FReDNet (<http://www.crs.inogs.it/frednet/EnglishSite/XFReDNetHomeENG.htm>)



(angl. Friuli Regional Deformation network), katerega namen je spremljanje tektonskih premikov vzdolž SV preloma Jadranske mikroplošče.

Za izračun geokinematičnega modela Slovenije, so bili s spleta ([www.crs.inogs.it/pub/gps/rinex](http://www.crs.inogs.it/pub/gps/rinex)) preneseni vsi podatki do vključno 213. dne leta 2010. Količina opazovanj omrežja FReDNet je podana na sliki 6.

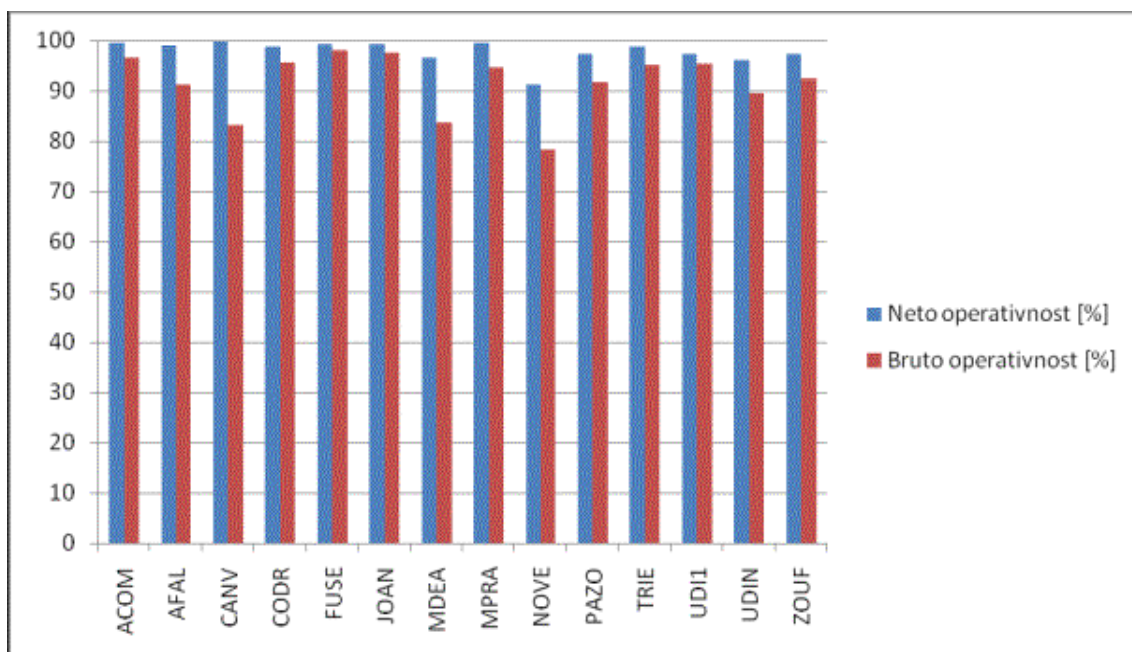


Slika 6: Količina dobljenih podatkov postaj omrežja FReDNet od časa vzpostavitve postaj do 213. dne v letu 2010

Stopnja operativnosti postaj omrežja permanentnih postaj FReDNet je predstavljena na sliki 7. Neto in bruto operativnost predstavljata enaki količini kot na sliki 4 v primeru omrežja SIGNAL. Statistične lastnosti neto in bruto operativnosti postaj omrežja FReDNet je prikazana v preglednici 2.

OPERATIVNOST	NAJMANJŠA	NAJVEČJA	POVPREČJE
NETO	91,2% (postaja NOVE)	99,7% (postaja CANV)	97,9%
BRUTO	78,4% (postaja NOVE)	98,2% (postaja FUSE)	91,7%

Preglednica 2: Statistični podatki operativnosti postaj omrežja FReDNet



Slika 7: Neto in bruto operativnost delovanja posamezne postaje permanentnega omrežja FReDNet

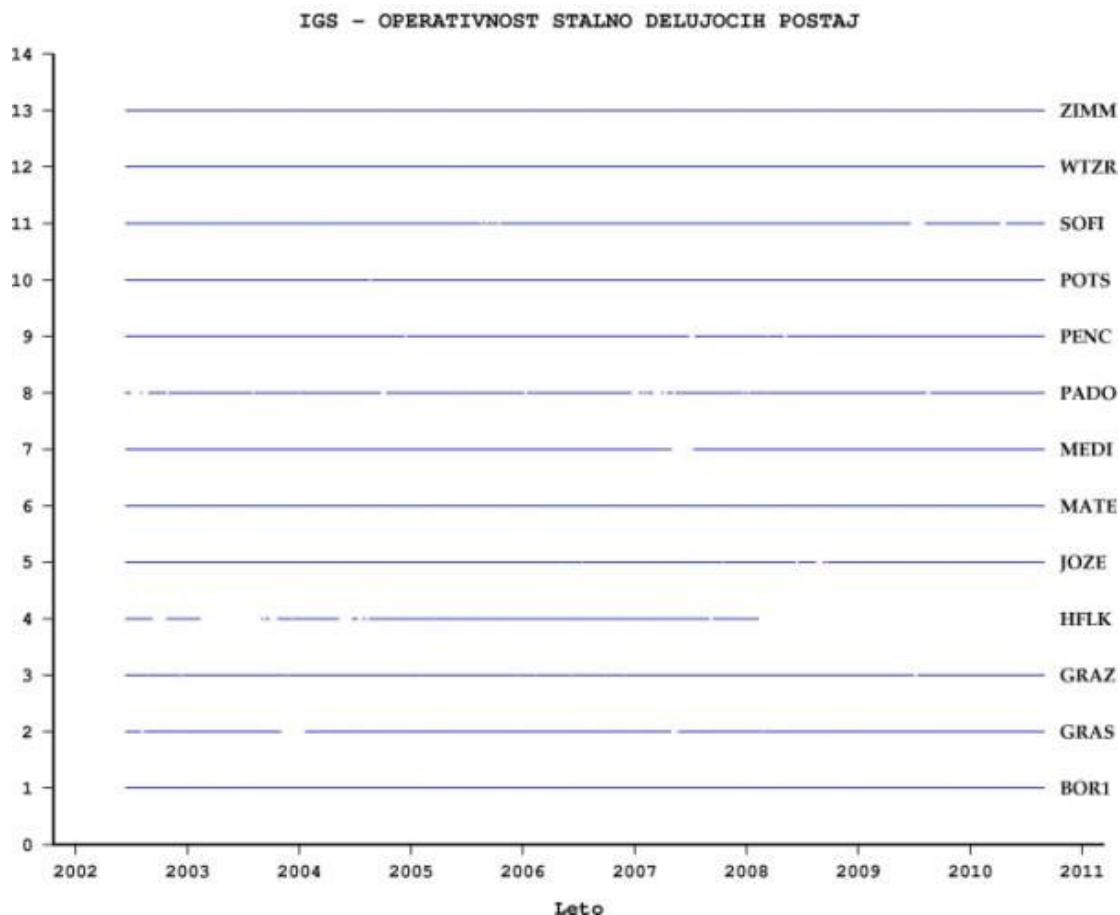
#### 2.2.1.4 Omrežje permanentnih postaj IGS

Omrežje permanentnih postaj IGS (<http://igsceb.jpl.nasa.gov/>) je bilo vzpostavljeno leta 1994 za potrebe splošne uporabe satelitskih navigacijskih sistemov (GPS, GLONASS, Galileo). V omrežju je več kot 450 postaj (okoli 350 delujočih), razporejenih po celotni Zemlji. Pri obdelavi opazovanj GNSS se vključuje opazovanja postaj omrežja IGS za realizacijo ITRS (oz. IGS) koordinatnega sistema, saj imajo te točke dobro določene položaje in hitrosti v ITRF koordinatnih sestavih (<http://itrf.ensg.ign.fr/>). Za potrebe obdelave opazovanj na območju Slovenije in Hrvaške, je v obzir prišlo 15 točk. Teh 15 točk je stabiliziranih dovolj dolgo časa in imajo koordinate in vektorje hitrosti v koordinatnem sestavu ITRF določene z visoko natančnostjo. Izbrane točke so predstavljene na sliki 8.



Slika 8: Uporabljene točke omrežja permanentnih postaj GNSS IGS

Za obdobje preračuna opazovanj permanentnih postaj omrežja SIGNAL, so bile s spleta (<ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex>, <ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/data>, <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily>) prenesene vse dostopne datoteke RINEX vseh 15-tih točk od 164. dneva leta 2002 do 241. dne leta 2010. Količina podatkov postaj za posamezne točke omrežja IGS je predstavljena na sliki 9. Ker so vse postaje delovale že v 90-tih letih prejšnjega stoletja, je pričakovano, da bodo vse točke operativne za celotno obdobje operativnosti omrežja SIGNAL. Izjema je le točka HFLK, ki pa bo v obdelavi nastopala kot kontrolna točka.

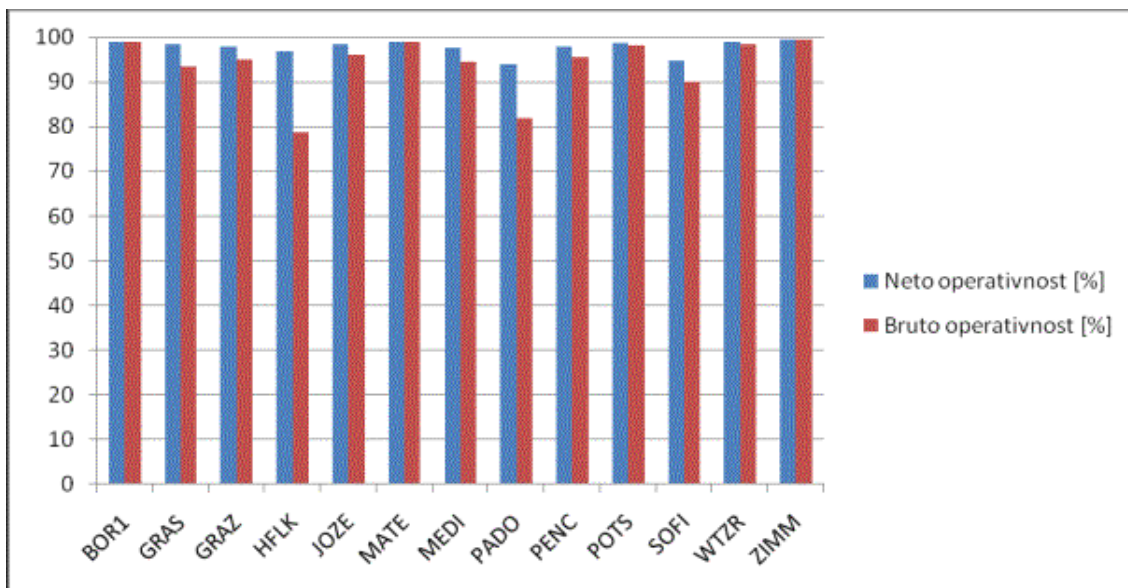


Slika 9: Količina dobljenih podatkov postaj omrežja IGS od dne 165 leta 2002 do dne 213 v letu 2010

Stopnja operativnosti postaj omrežja IGS je predstavljena na sliki 10. Neto in bruto operativnost predstavljata enaki količini kot na sliki 4 v primeru omrežja SIGNAL. Statistične lastnosti neto in bruto operativnosti uporabljenih postaj omrežja IGS so predstavljene v preglednici 3.

<b>OPERATIVNOST</b>	<b>NAJMANJŠA</b>	<b>NAJVEČJA</b>	<b>POVPREČJE</b>
<i>NETO</i>	94,0% (postaja PADO)	99,6% (postaja ZIMM)	97,8%
<i>BRUTO</i>	78,9% (postaja HFLK)	99,5% (postaja ZIMM)	93,8%

Preglednica 3: Statistični podatki operativnosti postaj omrežja IGS



Slika 10: Neto in bruto operativnost delovanja posamezne postaje permanentnega omrežja IGS

### 2.2.1.5 Produkti službe IGS

Obdelava opazovanj GNSS z visoko natančnostjo vključuje upoštevanje proizvodov službe IGS v postopku obdelave. Ti proizvodi so:

- končne precizne efemeride satelitov,
- parametri rotacije in orientacije Zemlje in
- modeli absolutne kalibracij anten GNSS (tako za antene na uporabniškem kot tudi za antene na vesoljskem – satelitskem nivoju).

Služba IGS te proizvode nudi brezplačno s spletne strani <ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/igs.cb/product>. Precizne efemeride so podane v formatu sp3 oz. sp3c<sup>1</sup>, medtem ko so parametri rotacije Zemlje podani v formatu erp<sup>2</sup>. Oba opisa formata se nahajata na <ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/data/format>. Modeli absolutne kalibracije anten GNSS se lahko dobijo s strani [ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/pcv\\_proposed/](ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/station/general/pcv_proposed/) in so v atx<sup>3</sup> formatu.

### 2.2.1.6 Produkti CODE

CODE (angl. Center for Orbit Determination in Europe - [http://www.aiub.unibe.ch/content/research/gnss/code\\_research/index\\_eng.html](http://www.aiub.unibe.ch/content/research/gnss/code_research/index_eng.html)) je analitični center službe IGS in izračunava proizvode IGS. CODE se nahaja na Astronomskem inštitutu Univerze v Bernu. Sodelavci tega inštituta so tudi avtorji programskega orodja Bernese GPS Software, ki ga bomo uporabili v obdelavi naših GNSS opazovanj za potrebe vzpostavitve geokinematičnega modela Slovenije. Za potrebe najkakovostnejših obdelav GNSS opazovanj center CODE zagotavlja tudi nekatere proizvode, ki so vezani na program Bernese GPS Software. Ti proizvodi so:

- Model ionosfere in
- Časovni zamik med kodo kodama na nosilnem valovanju (DCB – angl. Differential Code Bias, ki se določi med CA in P1 ter med P1 in P2 kodami).

<sup>1</sup> Angl. Standard Product number 3

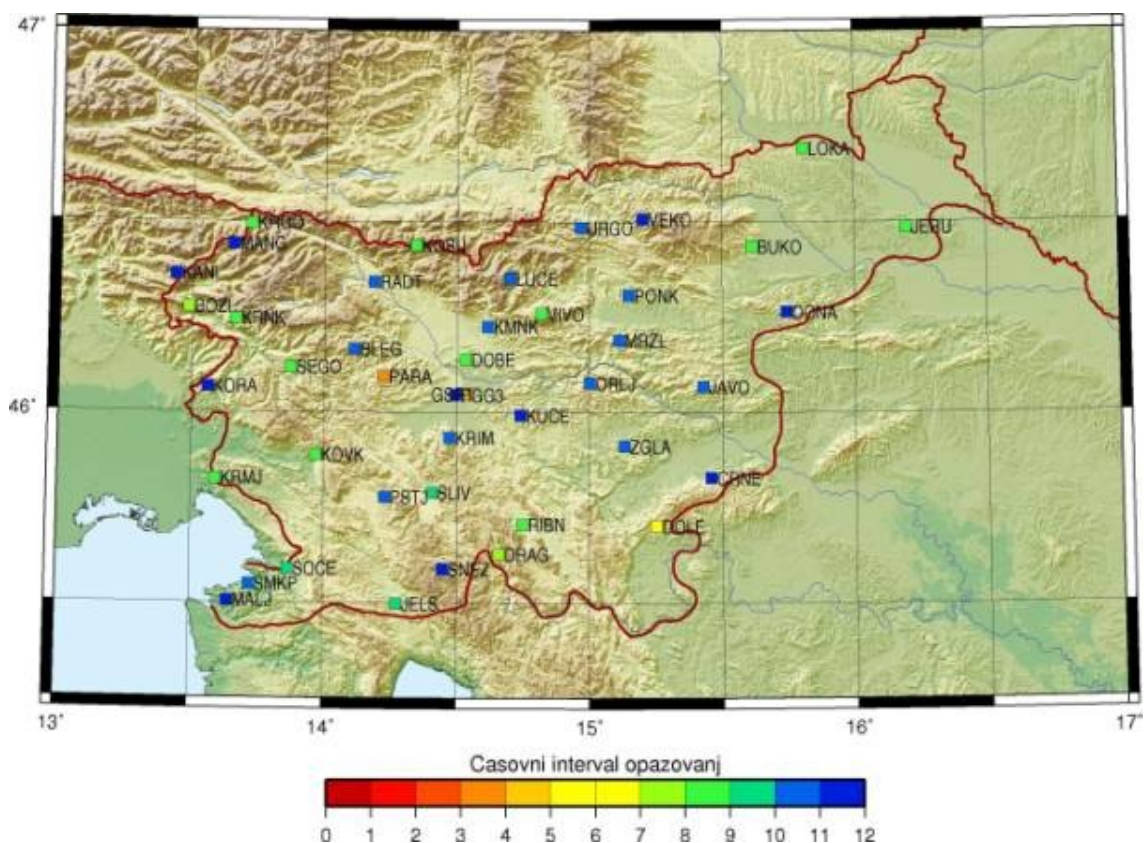
<sup>2</sup> Angl. Earth Rotation Parameters

<sup>3</sup> Angl. AnTenna eXchange format

Tudi služba CODE te proizvode nudi brezplačno preko spletne strani <http://www.aiub.unibe.ch/download/CODE>.

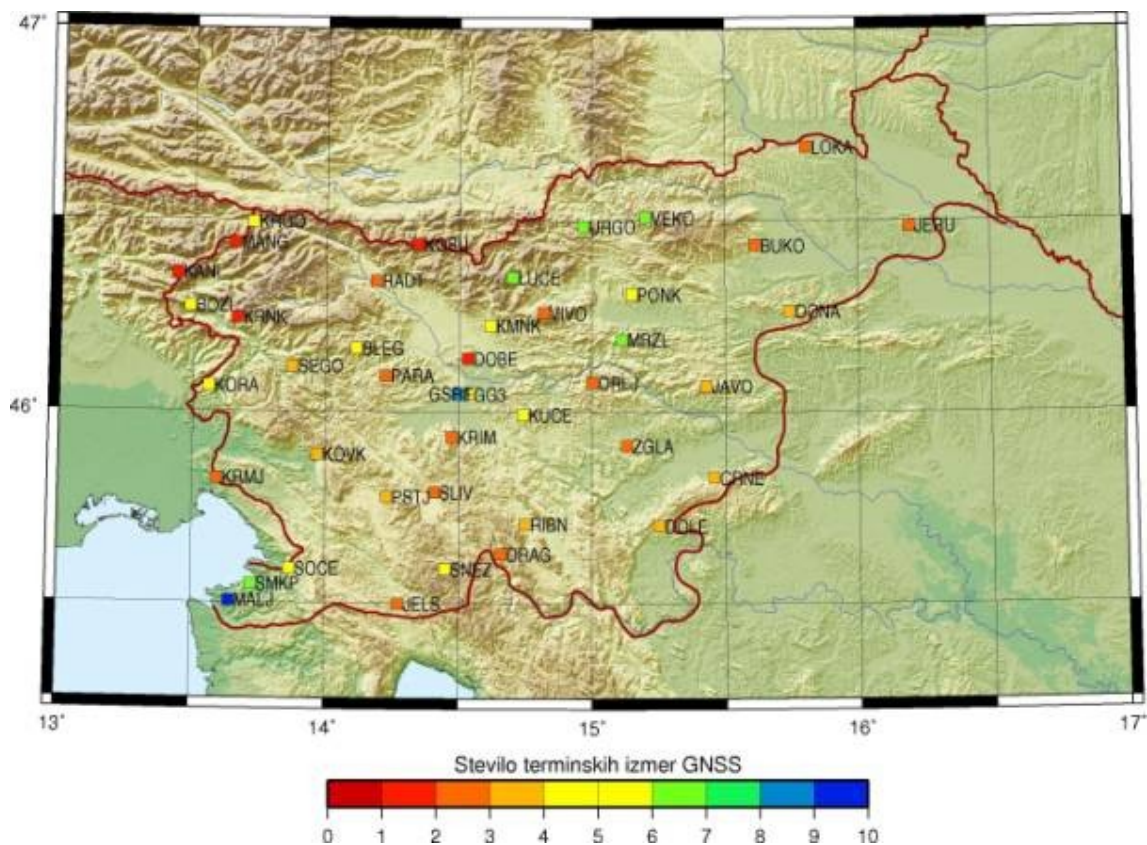
## 2.2.2 Preliminarni izračuni geokinematičnega modela Slovenije

Trenutno so bili skupaj obdelani vsi podatki kampanjskih GNSS izmer do vključno leta 2006. Obdelava je potekala samo za točke, na katerih so bila opazovanja opravljena vsaj 2-krat, torej točke, ki jim lahko ocenimo tudi vektor hitrosti. Teh točk je na območju Slovenije okoli 70. Slika 11 prikazuje časovno razliko med prvo in zadnjo terminsko izmero za posamezno točko. Vse točke imajo tako časovni razpon večji od treh let, kar pomeni, da lahko ocenimo vektor hitrosti bolj zanesljivo.



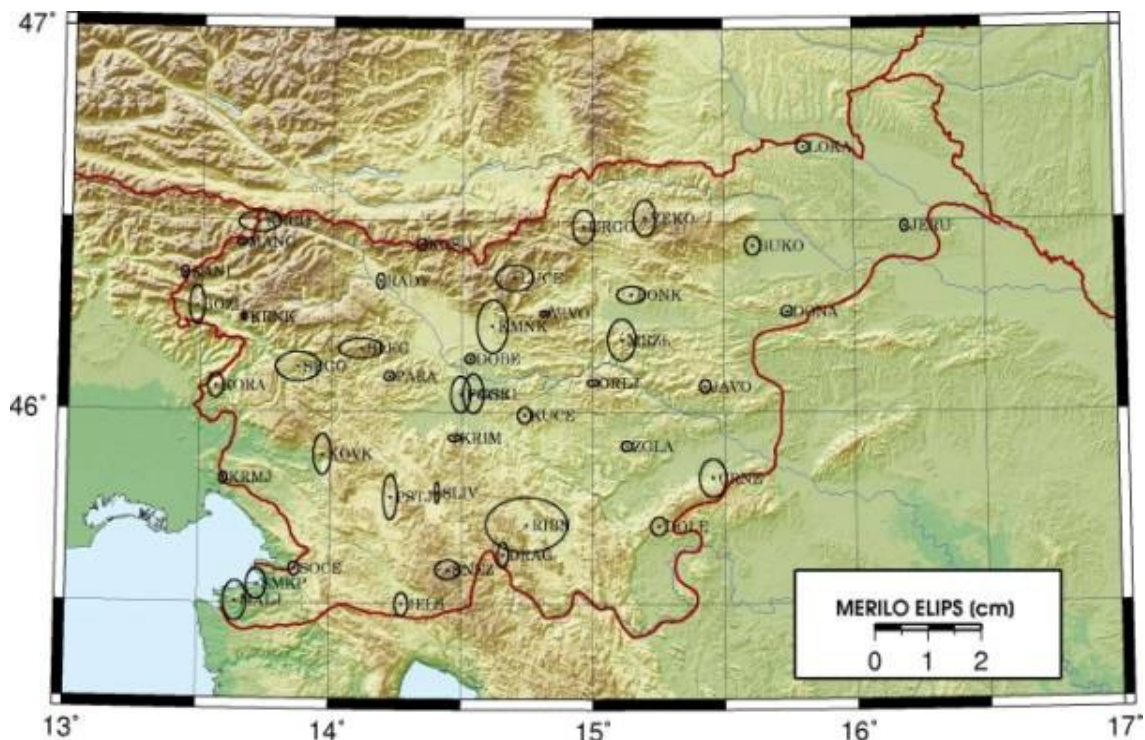
Slika 11: Prikaz časovnega intervala med prvo in zadnjo terminsko izmero na posamezni točki

Poleg časovnega intervala med prvo in zadnjo izmero je potrebno poznati tudi število terminskih izmer, v katerih je bila posamezna točka opazovana. Za zanesljivo oceno vektorjev hitrosti naj bi bilo število teh terminskih izmer čim večje, a vsaj 2. Slika 12 prikazuje število terminskih izmer na posamezni točki geodetske mreže. Iz slike je razvidno, da imamo kar nekaj točk, na katerih so bile izvedene samo 2 ali tri terminske izmere. Točk, ki bi imele več kot 6 terminskih izmer je malo, samo 7.



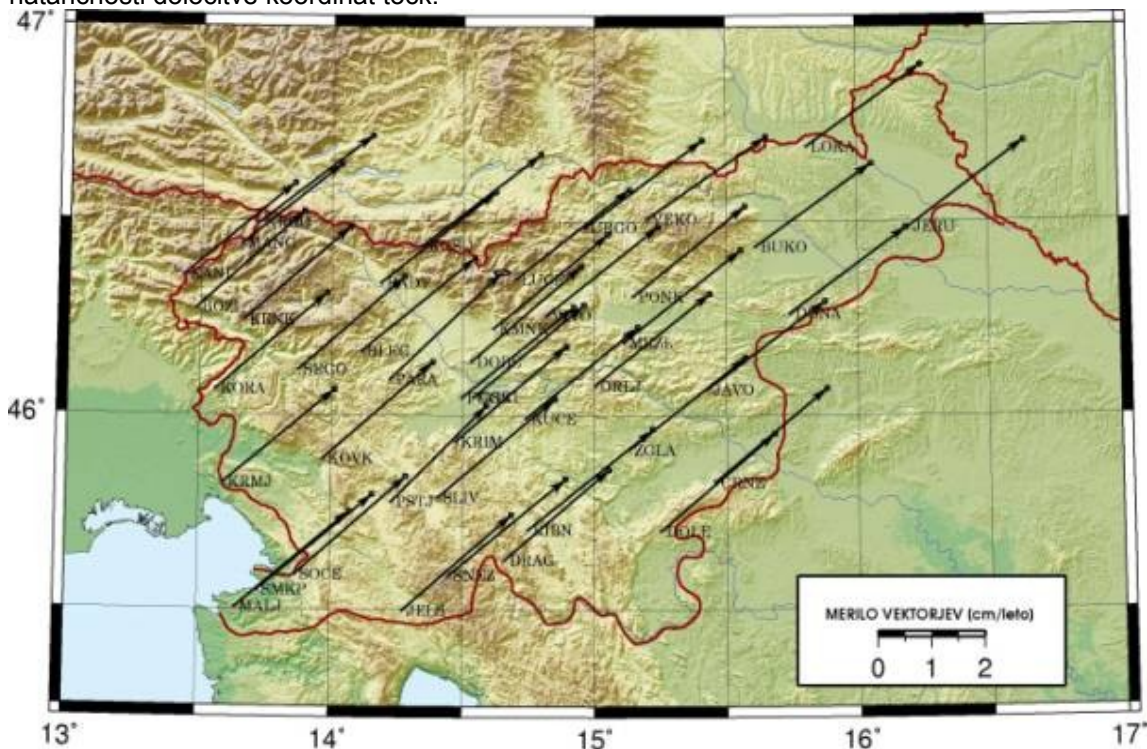
Slika 12: Prikaz števila terminskih izmer na posamezni točki geodetske mreže GNSS

Položaje točk (koordinate) in pripadajoče vektorje hitrosti smo ocenili v aktualnem koordinatnem sestavu ITRF, v našem primeru je to ITRF2005. Obdelava je potekala v programskem paketu Bernese GPS Software po navodilih in priporočilih avtorjev tega programskega paketa za kakovostno obdelavo opazovanj GNSS s ciljem pridobitve najatančnejše koordinate točk ([http://www.epncb.oma.be/\\_organisation/guidelines/guidelines\\_analysis\\_centres.pdf](http://www.epncb.oma.be/_organisation/guidelines/guidelines_analysis_centres.pdf), <http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/center/analysis/>).



Slika 13: Natančnost ocene koordinat geodinamičnih točk na območju Slovenije v preliminarnem izračunu

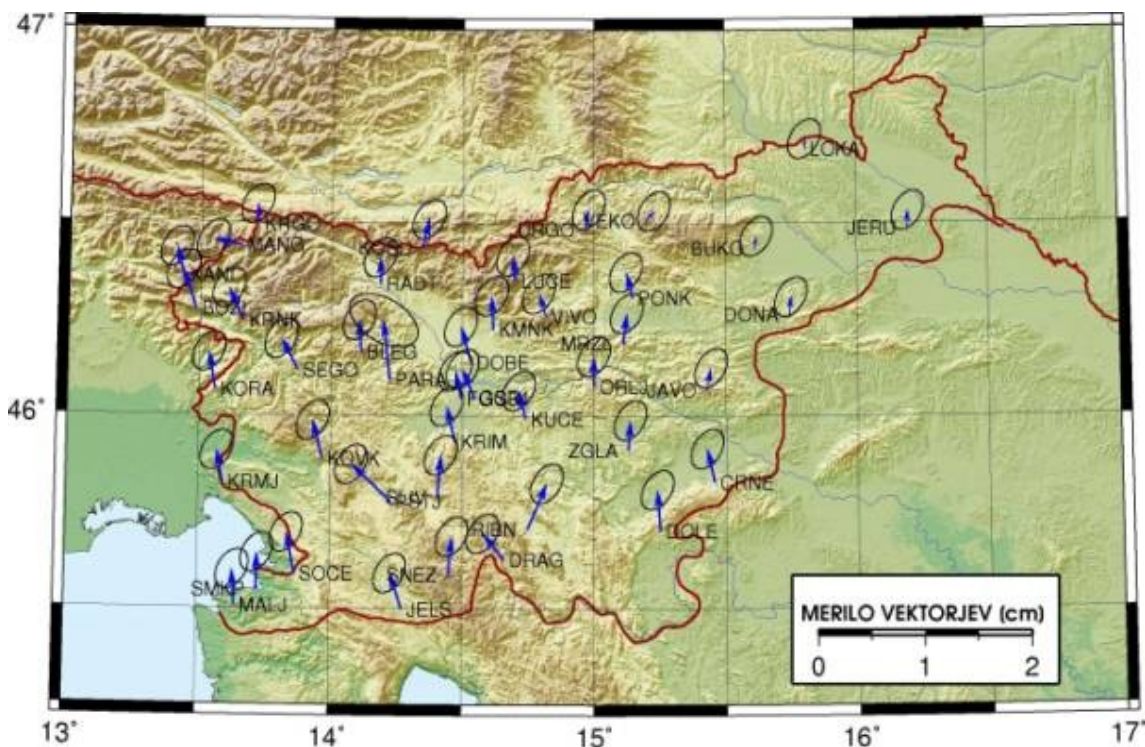
Slika 13 prikazuje prostorsko razporeditev točk s pripadajočimi natančnostmi ocene koordinat. Natančnosti točk so predstavljene s standardnimi elipsami pogreškov. Pri tolmačenju natančnosti teh točk je potrebno razumeti, da večja velikost elipse pogreškov za večkratna opazovanja iste točke pomeni predvsem večjo vrednost sprememb koordinat točk in ne slabše natančnosti določitve koordinat točk.



Slika 14: Ocena vektorjev hitrosti geodinamičnih točk na območju Slovenije v preliminarnem izračunu



Na sliki 14 so ocenjeni vektorji hitrosti, ki predstavljajo spremembo koordinat točke v enoti časa, ki je v našem primeru 1 leto. Vektorji so ocenjeni v koordinatnem sestavu ITRF2005, kjer je vidna kinematika celotne Slovenije v koordinatnem sestavu ITRF2005 v smeri SV. Za prikaz lokalnih sprememb položajev točk je potrebno vektorje hitrosti v ITRF2005 transformirati v ETRF89 koordinatni sistem. Slika 15 predstavlja vektorje hitrosti točk na območju Slovenije v ETRF89 koordinatnem sistemu.



Slika 15: Vektorji hitrosti geodinamičnih točk na območju Slovenije v preliminarnem izračunu predstavljani v ETRF89 koordinatnem sistemu

## 2.2.3 Sestava arhiva opazovanj GNSS

### 2.2.3.1 Izvedene kampanje

Podatke GNSS izmer kot celoto predstavljajo:

- podatki opazovanj (datoteke RINEX),
- metapodatki opazovanj (urejeni zapisniki) in
- metapodatki točk (topografije točk).

Za vsako točko, ki je bila izmerjena, smo določili enolično ime, ki ima 4 znake. Poleg 4-znakovnega imena, ima vsaka točka tudi opisno ime, saj so zaradi številnih točk določena imena zelo podobna (npr. RADO – permanentna postaja Radovljica in RADT – trigonometrična točka Radovljica).

Vsaka datoteka RINEX se nanaša na samo eno točko, zato smo poimenovali datoteke v obliki, kot jo priporoča služba IGS (<ftp://igsceb.jpl.nasa.gov/pub/data/format/rinex212.txt>), XXXXDDDS.YY, kjer velja:

- XXXX – 4 znakovno ime točke,
- DDD – zaporedni dan izmere v letu (od 1 do 365 oz. 366) zapisan s tremi znaki (001, 002, 003, 081, 211,...),
- S – serija izmere, kjer se priporoča samo ena serija na dan, torej S = 0. Pri geodinamičnih nalogah so serije večdnevne, zato tu ni potrebe po kaki drugi oznaki (torej S = 0).
- YY – leto izmere, zapisano z dvema znakoma (npr. 99 za leto 1999 ali 02 za leto 2002),
- O (velika črka o) – standard za datoteke RINEX, s čimer označimo, da gre za datoteko z opazovanji.

Enak način poimenovanja je tudi v odgovarjajočih zapisnikih.

### **2.2.3.2 Podatki permanentnih omrežij (IGS, FReDNet, SIGNAL) in proizvodi IGS**

Za vsak dan, ko je bila izvedena izmera na območju Slovenije oz. je delovalo omrežje SIGNAL, smo prenesli podatke omrežja FReDNet in omrežja IGS. Le-to smo izvedli s pomočjo lastnih programov napisanih v programskem jeziku perl (<http://perldoc.perl.org/index.html>). Enak postopek je bil uporabljen tudi za prenos proizvodov IGS in CODE s spleta.

## **2.2.4 Ureditev arhiva opazovanj GNSS**

### **2.2.4.1 Datoteke RINEX**

Vse datoteke RINEX smo nastavili tako, da so »berljive« za program Bernese GPS Software, kateri bo uporabljen za obdelavo vseh podatkov. Za ta korak so bili uporabljeni lastni programi, napisani v programskih jezikih C++ in perl, ter program teqc (<http://facility.unavco.org/software/teqc/teqc.html>).

Količine, ki nastopajo v datotekah RINEX in jih program Bernese GPS Software ne prepozna:

- Ime točke mora biti enako prvim 4-im točkam imena datoteke,
- Nepravilna imena anten,
- Nepravilna imena sprejemnikov,
- Uporaba komentarnih vrstic v bloku opazovanj in
- Kontrolne vrstice, dodane v formatu RINEX 2.11, ki nakazujejo na spremembo v spremljanju signala (predvsem za kinematične izmere).

#### **2.2.4.2 Produkti IGS in CODE**

Pri proizvodih IGS in CODE je potrebno paziti, da se vsi podatki nanašajo na isti koordinatni sistem. To velja za končne precizne efemeride in parametre rotacije Zemlje. Vsi podatki morajo biti v ITRF2005 koordinatnem sistemu, saj je ocena vektorjev hitrosti mogoča le v primeru, ko so vse ocenjene koordinate točk v istem koordinatnem sistemu. Prehod med različnimi realizacijami sestavov ITRF bomo izvedli s programom TRNFSP3N ([ftp://macs.geod.nrcan.gc.ca/pub/requests/itrf96\\_97/](ftp://macs.geod.nrcan.gc.ca/pub/requests/itrf96_97/)).

#### **2.2.5 Priprava programske opreme**

Pri pripravi programske opreme gre za nastavitev programa Bernese GPS Software in vseh datotek, ki jih program uporablja, tako, da so najbolj ažurirane. Ažurirati je potrebno: Programsko kodo za možne prisotne napake in pomanjkljivosti. Le te se pridobi preko spletne strani <http://www.bernese.unibe.ch/index.html>, a samo za kupce programa. Program je potrebno na novo prevesti iz programskega jezika fortran v izvršljive datoteke.

S ftp strani <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN/> je potrebno ažurirati:

- Število prestopnih sekund,
- Modele anten in sprejemnikov GNSS,
- Fizikalne vplive na satelite GNSS in
- Problematične satelite in obdobja težav satelitov.

Poleg same priprave programa, je potrebno izdelati tudi protokol avtomatizirane obdelave podatkov. Le-ta je izvedena preko skripta, napisanega v programskem jeziku perl.

#### **2.2.6 Obdelava podatkov**

Obdelava podatkov pomeni prehod iz faznih opazovanj sprejemnikov na točkah GNSS v ocenjene koordinate točk v koordinatni sestavi ITRF2005. Obdelava podatkov bo potekala s programskim paketom Bernese GPS Software, Verzija 5.0. V obdelavi bodo vse točke omrežja SIGNAL, vse točke omrežja FRdNet in 15 točk omrežja IGS. Skupno bo tako obdelanih 50 točk za vsak dan od sredine leta 2002 do začetka leta 2010. Postopek obdelave bo izveden v skladu z navodili

[http://www.epncb.oma.be/organisation/guidelines/guidelines\\_analysis\\_centres.pdf](http://www.epncb.oma.be/organisation/guidelines/guidelines_analysis_centres.pdf) in <http://igs.cb.jpl.nasa.gov/igs/cb/center/analysis/>.

Geodetski datum v obdelavi faznih opazovanj bodo določile natančne koordinate točk omrežja IGS s podanimi standardnimi odkloni, t.j. v obdelavi se obravnavajo kot prevdoopazovanja. Obdelava podatkov poteka v štirih korakih. Prvi korak predstavlja uvoz vseh podatkov v formate, berljive z programom Bernese. Drugi korak predstavlja pregled opazovanj. Ure sprejemnikov se uskladijo z GPS časom (na osnovi kodnih opazovanj), izloča se opazovanja z grobimi pogreški in ugotavlja trenutke izpada signala (na osnovi faznih opazovanj). Tretji korak predstavlja ocena položajev točk in parametrov troposfere na podlagi realnih vrednosti neznanih števil celih valov, ki se nato uporabijo za določevanje teh neznanih števil celih valov v območju celih števil. Na podlagi določenih neznanih števil celih valov kot naravnih števil, ki so pogoj za natančne in točne rezultate, se določijo končni položaji točk in parametri troposfere. Zagotovitev koordinatnega sestava ITRF2005 se izvede s Helmertovo transformacijo ocenjenih koordinat na dane koordinate točk omrežja IGS.

Vektorji med točkami GPS se bodo izdelali na osnovi največjega skupnega števila opazovanj v mreži, a v dveh korakih. V prvem koraku samo med točkami omrežja SIGNAL in omrežja

FReDNet. Nato se izdelani vektorji povežejo še s točkami IGS. Na ta način imamo največje možno število opazovanj in hkrati krajše vektorje, ki zagotavljajo boljše rezultate.

Ocena neznanih števil celih valov (NŠCV) vektorjev bo potekala na dva načina. Pri krajših vektorjih (do dolžine 150 km) se bodo prvo rešila NŠCV na L5 linearni kombinaciji. Te vrednosti NŠCV so nato osnova za določitev NŠCV na obeh nosilnih L1 in L2 valovanjih. V obeh korakih je postopek določitve NŠCV postopek Sigma. Za daljše vektorje bo uporabljen postopek v enem koraku na osnovi L3 linearne kombinacije po postopku QIF.

Kontrola natančnosti in točnosti obdelave je izvedena v vsakem koraku obdelave. Zadnja kontrola je pri Helmertovi transformaciji, kjer se v primeru, da ocenjene koordinate katere izmed danih točk odstopajo preveč od danih koordinat, le-to točko izvzame iz niza danih točk.

### **2.2.7 Pridobitev vektorjev hitrosti točk**

Osnova vektorjem hitrosti so ocenjene koordinate točk v enotnem koordinatnem sistemu in za vsak dan opazovanj. Časovne vrste koordinat tako predstavljajo niz ocenjenih koordinat za vsak dan posebej. Ocena vektorjev hitrosti poteka po postopku metode najmanjših kvadratov, kjer vsako koordinato točke predstavimo v odvisnosti od časa. Predpostavlja se, da se točkam skozi čas koordinate spreminjajo linearno. To pomeni, daje potrebno oceniti referenčne koordinate v referenčni epohi (npr. 2005) in konstantno vrednost vektorja hitrosti za vsako točko, ki je časovno neodvisen – konstantna vrednost. Na ta način lahko za vsako točko za vsak trenutek določimo koordinate.

Natančnost ocenjenih vektorjev hitrosti je odvisna od dveh količin, in sicer od natančnosti ocenjenih koordinat v posamezni terminski izmeri in od časovnega intervala med terminskimi izmerami. Poleg tega je zaželeno, da so točke stabilizirane na geološko čvrstih tleh, tako da so spremembe koordinat skozi čas res posledica geokinematike in ne kakih drugih vplivov (npr. nagibanje stavbe, na kateri je točka stabilizirana, zvižanje nosilca antene, vpliv podtalnice ...).

## 2.2.8 Literatura

- Altamimi, Z., Collilieux, X., , Legrand, J., Garayt, B., Boucher, C., 2007: **ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of stations positions and Earth Orientation Parameters**, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 112, B09401, doi:10.1029/2007B004949
- Berk, S., Komadina, Ž., Marjanovič, M., Radovan, D., Stopar, B., 2003. **The Recomputation of EUREF GPS Campaigns in Slovenia**. Report on the Symposium of the IAG Subcommittee for the European Reference Frame (EUREF), Toledo, 4 - 7 Junij, 2003.
- Dach, R., Hugentobler, U., Fridez, P., Meindl, M.. 2007: **Bernese GPS Software, Version 5.0**. Januar 2007, *Astronomical Institute, University Bern*
- Mao, A., Harrison, C. G. A., Dixon, T. H., 1999. **Noise in GPS coordinate time series**. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 104, NO. B2, pp. 2797-2816
- OMREŽJE SIGNAL: <http://www.gu-signal.si/> (15.11.2010)
- OMREŽJE FReDNet:  
<http://www.crs.inogs.it/frednet/EnglishSite/XFReDNetHomeENG.htm> (15.11.2010)
- PODATKI OMREŽJA FReDNet: [www.crs.inogs.it/pub/gps/rinex](http://www.crs.inogs.it/pub/gps/rinex) (15.11.2010)
- OMREŽJE IGS: <http://igs.cb.jpl.nasa.gov/> (15.11.2010)
- SPLETNA STRAN ITRF: <http://itrf.ensg.ign.fr/> (15.11.2010)
- PODATKI OMREŽJA IGS
- SOPAC: <ftp://garner.ucsd.edu/pub/rinex> (15.11.2010)
- IGN: <ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/data> (15.11.2010)
- NASA: <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily> (15.11.2010)
- CODE:  
[http://www.aiub.unibe.ch/content/research/gnss/code\\_\\_\\_research/index\\_eng.html](http://www.aiub.unibe.ch/content/research/gnss/code___research/index_eng.html) (15.11.2010)
- BERNESE PODATKI: <http://www.aiub.unibe.ch/download/CODE> (15.11.2010)
- EPN POSTOPKI OBDELAVE OPAZOVANJ GNSS:  
[http://www.epncb.oma.be/\\_organisation/guidelines/guidelines\\_analysis\\_centres.pdf](http://www.epncb.oma.be/_organisation/guidelines/guidelines_analysis_centres.pdf) (15.11.2010)
- IGS POSTOPKI OBDELAVE OPAZOVANJ GNSS:  
<http://igs.cb.jpl.nasa.gov/igs/cb/center/analysis/> (15.11.2010)
- RINEX FORMAT: <ftp://igs.cb.jpl.nasa.gov/pub/data/format/rinex212.txt> (15.11.2010)
- UNAVCO (TEQC): <http://facility.unavco.org/> (15.11.2010)

## **3 Naloge na višinskem sistemu**

### **3.1 Elaborat novega višinskega sistema – plan vzpostavitve (NALOGA 2.1)**

*Poročilo in povzetek: dr. Božo Koler, FGG*

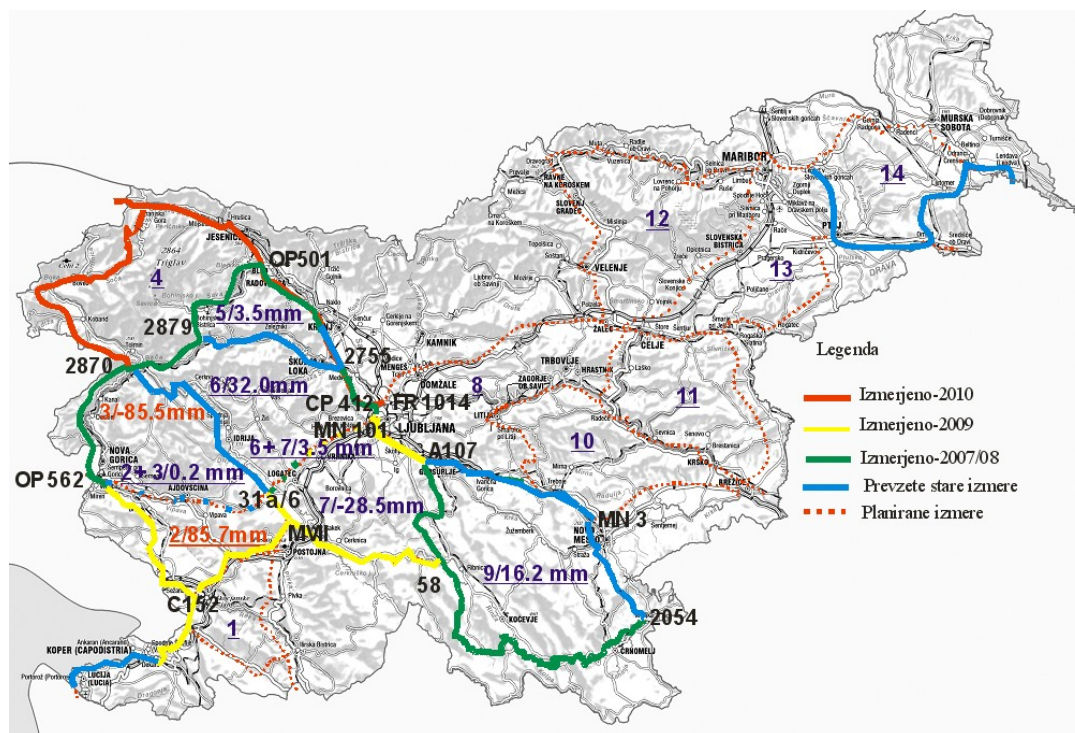
#### **Povzetek**

V letu 2010 je bil izpolnjen plan letnih izmer nivelmanskih poligonov in izmerjen nivelmanski poligon Most na Soči–Bovec–Nova Gorica, ki zaradi velike višinske razlike spada med težje odseke nivelmanske mreže Slovenije, zato lahko opravljeno delo štejemo za uspešno. V zvezi s preходом na novi višinski sistem Slovenije, je bil dopolnjen plan izmer nove nivelmanske mreže Slovenije.

Na osnovi opravljenih izmer so zaprte nivelmanske zanke številka 2, 3, 5, 6, 7 in 9. Opravljena je analiza zapiranja nivelmanskih zank, ki je pokazala, da je odstopanje v nivelmanski zanki 2 (85 mm) in 3 (–75 mm) preveliko. Če nivelmanski zanki 2 in 3 združimo skupaj, dobimo odstopanje v zaključenem nivelmanu 6,6 mm. Na osnovi odstopanj pri zapiranju nivelmanskih zank je bila ocenjena natančnost meritev v nivelmanu. Izračunani so normalni ortometrični popravki, na osnovi opravljene nivelmanske in gravimetrične izmere, so izračunani normalni popravki. Izmerjeni del nivelmanske mreže je izravnani v obeh višinskih sistemih z navezavo na reper FR 1014, stabiliziran v Črnučah. Po izravnavi dela nivelmanske mreže smo pridobili a-posteriori oceno natančnosti meritev v nivelmanu in oceno natančnosti določitve nadmorskih višin reperjev.

### 3.1.1 Analiza odstopanj v nivelmanskih zankah in ocena natančnosti

Do leta 2010 je bilo izmerjeno 7 nivelmanskih zank. Podatki o izmeri nivelmanske zanke 4 še niso obdelani in tako niso vključeni v analizo zapiranja nivelmanskih zank.



Slika 1: Zapiranje izmerjenih nivelmanskih zank

Iz slike 1 in spodnje preglednice lahko vidimo, da je odstopanje v nivelmanski zanki 2 in 3 bistveno večje od dovoljenega odstopanja, ki je izračunano po enačbi za zapiranje nivelmanskih zank nivelmana velike natančnosti (RGU, 1981):

Če združimo nivelmanske zanki, pol  $\Delta_{Dov} = \sqrt{d + 0.04 \cdot d^2}$  ruženi nivelmanski zanki manjše od dovoljenega odstopanja.

Št. nivelmanske zanke	d (km)	$\Delta$ (mm)	$\Delta_{Dov}$ (mm)	$\frac{\Delta^2}{d}$
2	85,6	154,5	33,3	/
3	-75,49	153,06	33,02	/
2+3	0,18	152,58	32,92	0,000203
5	3,46	120,45	26,50	0,099540
6	32,04	186,45	39,65	5,505037
7	-28,55	145,40	31,48	5,606919
9	16,19	209,10	44,25	1,252855
			$\sqrt{\frac{\Delta^2}{d}}$	12,46455
			$\sigma_z$	1,58 mm

Preglednica 1: Statistični podatki izmerjenih nivelmanskih zank

Iz preglednice 1 vidimo, da je odstopanje na meji dovoljenega tudi v zankah 6 in 7. zaradi tega je tudi ocena natančnosti niveliranja na osnovi zapiranja nivelmanskih zank slaba.

Predvidevamo, da je napaka v nivelmanskem poligonu MN101 – 31a/6 (Ljubljana – Kalce), ki ga bo potrebno podrobno analizirati. Zato smo zanki 6 in 7 združili.

Št. nivelmanske zanke	d (km)	Δ (mm)	Δ <sub>Dov</sub> (mm)	$\frac{\Delta^2}{d}$
2+3	152,58	0,18	32,92	0,000203
5	120,45	3,6	26,5	0,099540
6+7	3,48	265,61	55,56	0,045736
9	209,1	16,19	44,25	1,252855
			$\left[ \frac{\Delta^2}{d} \right]$	1,398333
			$\sigma_z$	0,59 mm

Preglednica 2: Statistični podatki v združenih nivelmanskih zankah

V preciznem nivelmanu lahko ocenimo natančnost merjenja višinskih razlik na osnovi različnih kriterijev. Za nivelirane višinske razlike nivelmanskih zank smo izvedli:

- a) Oceno natančnosti na osnovi zapiranja nivelmanskih zank (oznaka  $\sigma_z$  v Preglednici 1 in 2) Standardni odklon niveliranja na osnovi zapiranja nivelmanskih zank si izračunamo po sledeči enačbi:

$$\sigma_z^2 = \frac{1}{n_z} \left[ \frac{\Delta^2}{d} \right]$$

Kjer so:

$\sigma_z$  . . . standardni odklon pri niveliranju nivelmanskih zank

$n_z$  . . . število nivelmanskih zank

$\Delta$  . . . odstopanje višinskih razlik pri zapiranju nivelmanske zanke v mm

$d$  . . . dolžina zanke v km

Iz preglednice 2 vidimo, da znaša standardni odklon niveliranja 1 km nivelmanske linije v obe smeri 0.59 mm. Glede na uporabljen instrumentarij, metodo izmere in velikost odstopanj pri zapiranju nivelmanskih zank (glej preglednico 2) je izračunana vrednost standardnega odklona pričakovana in zelo dobra.

### 3.1.2 Izravnava nivelmanskih zank in poligonov

Merjene višinske razlike so bile popravljene za meter para lat, temperaturni popravek in razliko pet nivelmanskih lat. Izračunani so bili normalni ortometrični popravki. Normalni popravki za odsek od Ljubljane do Grosupljega še niso izračunani, saj še nimamo podatkov o merjenem težnostnem pospešku.

Normalne ortometrične višine smo izravnali z računalniškim programom VimWin v. 4.1, ki smo ga izdelali na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani. Izravnana so vozlišča nivelmanskih zank in nato posamezni nivelmanski poligoni. Nivelmanska mreža je navezana na fundamentalni reper v Črnučah – FR 1014. Normalne ortometrične višinske razlike so izravnane s posredno metodo izravnave ([priloga 1](#)). Standardni odklon merjenih višinskih razlik po izravnavi si izračunamo po sledeči enačbi:

Kjer so:

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{[pvv]}{r}$$



$\sigma_0$  . . . standardni odklon utežne enote  
 r . . . število nadštevilnih opazovanj  
 p . . . utež  
 v . . . popravek merjene višinske razlike po izravnavi

Iz **Priloge 1** lahko vidimo, da znaša standardni odklon ( $\sigma_0$ ) 0.632 mm. Natančnost določitve nadmorskih višin vozliščnih reperjev znaša od 0.74 mm do 5.39 mm. Zaključimo lahko, da so odstopanja pri zapiranju nivelmanske zanke in izračunane natančnosti opravljenih izmer, v pričakovanih mejah, glede na uporabljen instrumentarij in metodo izmere.

### 3.1.3 Izravnavna nivelmanskih poligonov

Na osnovi izravnanih nadmorskih višin vozliščnih reperjev in merjenih normalnih ortometričnih višin, smo izravnali posamezne nivelmanske poligone (glej preglednico 2). Po Pravilniku RGU (1981), si dovoljeno odstopanje med dano in merjeno višinsko razliko za nivelmanske poligone 1. reda izračunamo po sledeči enačbi:

Podatki za posamezne nivelmanske  $\Delta_{Dov} = 1.5 \cdot \sqrt{d + 0.04 \cdot d^2}$  s podjki preglednici:

		d (km)	$\Delta$ (mm)	$\Delta_{dov}$ (mm)	$\sigma_0$ (mm)	$\sigma_H$ (mm)
<b>Zanka 2+3</b>						
C152	2870	92.006	-1.22	31.1	0.127	0.08-0.61
2870	31a/6	60.569	1.27	21.6	0.163	0.08-0.63
31a/6	MVII	9.97	0.18	5.6	0.057	0.05-0.09
MVII	C152	36.792	-0.47	14.3	0.077	0.05-0.23
<b>Zanka 5</b>						
2879	op501	34.831	-1.46	13.7	0.247	0.21-0.73
op501	2755	38.866	-1.63	14.9	0.261	0.21-0.81
2755	2879	46.753	-0.34	17.4	0.050	0.03-0.17
<b>Zanka 6+7</b>						
2870	2879	23.311	-0.77	10.1	0.159	0.08-0.38
2879	2755	46.753	-0.34	17.4	0.050	0.03-0.17
2755	CP412	16.783	-0.56	7.9	0.137	0.05-0.28
CP412	MN101	5.916	-0.20	4.1	0.082	0.05-0.10
MN101	A107	24.506	-0.82	10.4	0.166	0.09-0.41
A107	58	31.465	-1.53	12.6	0.272	0.21-0.76
58	MVII	46.300	1.56	17.2	0.230	0.15-0.78
MVII	31a/6	9.97	0.18	5.6	0.057	0.05-0.09
31a/6	2870	60.569	1.27	21.6	0.163	0.08-0.63
<b>Zanka 9</b>						
A107	MN3	52.680	4.35	19.2	0.599	0.51-2.17
MN3	2054	25.350	2.07	10.7	0.411	0.18-1.03
2054	58	99.609	8.19	33.4	0.821	0.56-4.09
58	A107	31.465	-1.53	12.6	0.272	0.21-0.76

*Preglednica 3: Statistični podatki o izravnanih nivelmanskih poligonih*

Iz preglednice 2 lahko vidimo, da je standardni odklon po izravnavi višinskih razlik od 0.050 mm (2755-2879) do 0.821 mm (2054 - 58) V splošnem so rezultati po izravnavi nivelmanskih poligonov odlični!

|

### **3.2 Priprava navodil za GNSS-višinomerstvo (NALOGA 2.2)**

*Povzetek: Sandi Berk, GI*

*Sodelovali: dr. Mihaela Triglav Čekada, Nika Mesner, Katja Bajec, Sandi Berk, GI,  
dr. Bojan Stopar, dr. Miran Kuhar, dr. Božo Koler, FGG*

*mag. Blaž Mozetič, mag. Klemen Medved, Žarko Komadina, GURS*

*Obravnavala: Komisija za državni geodetski sistem*

#### **Povzetek**

V okviru projekta Razvoj DGS 2008 - Prehod na nov koordinatni sistem je bila pripravljena prva različica Navodila za določanje višin z uporabo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov v državnem koordinatnem sistemu. V okviru naloge je bila pripravljena predstavitev tega navodila za člane Komisije za državni geodetski sistem. Na 5. seji Komisije, dne 01. 09. 2010, je bilo Navodilo obravnavano in na podlagi pripomb in dopolnitev s strani članov Komisije je bilo pripravljeno Navodilo za določanje višin z uporabo globalnih navigacijskih satelitskih sistemov, različica 2.0, ki je samostojna (ločeno vezana) [priloga](#) končnega poročila.

### **3.3 Povezava vseh stalnih postaj GPS na nivelmansko mrežo in gravimetrično mrežo (NALOGA 2.3)**

*Povzetek: Sandi Berk*

*Sodelovali: dr. Božo Koler, Katja Bajec, mag. Klemen Medved, Jaka Blejec, Danijel Majcen, Rado Škafar, Matija Medved, Saša Koselj, Ivan Lojk, Boštjan Vizjak, Mojca Grilc, Leopold Srebernjak, Miran Žulič.*

#### **Povzetek**

Naloga obsega svetovanje pri povezovanju stalnih postaj omrežja SIGNAL z nivelmansko in gravimetrično mrežo in sodelovanje pri obdelavi meritev. Terenska dela so se začela leta 2009. Do konca leta 2010 so bila zaključena terenska dela za postaje Bovec, Črnomelj, Ilirsko Bistrico, Ptuj, Trebnje in Veliko Polano. Kompletno zaključena z izračunom in poročilom je stalna postaja v Veliki Polani. Poročilo o izvedenih fazah je v [prilogi](#).

## 4 Naloge na gravimetričnem sistemu

### 4.1 Analiza obstoječega geoida (NALOGA 3.1)

*Poročilo in povzetek: Sandi Berk*

*Vodje terenskih izmer s strani naročnika: Boštjan Vizjak, Dani Majcen, Miran Žulič, Peter Hojan, Samo Ceklin, Žarko Komadina in Rado Škafar, GURS.*

#### **Povzetek**

Namen naloge je izvedba analiz odstopanj geoida na podlagi terenskih testov na točkah nivelmana. Točkam (reperjem) z določenimi nadmorskimi višinami (v državnem višinskem sistemu), določimo še elipsoidne višine s pomočjo GNSS-izmere. Praviloma gre za RTK/VRS-izmero. Vsaka točka je določena dvakrat (bolj ali manj) neodvisno, tj. vsaj s polurnim časovnim zamikom. Višina morebitnih ekscentrov reperjev za GNSS-izmero je določena z niveliranjem.

Vhodni podatki za analizo kakovosti geoida so bili:

- datoteka s podatki o geoidu (model geoida) in
- datoteka s seznamom izmerjenih točk na nivelmanskih zankah, z njihovimi približnimi koordinatami ter izmerjenimi elipsoidnimi višinami ter nadmorskimi, višinami določenimi v državnem višinskem sistemu.

Metodologija analize kakovosti geoida temelji na primerjavi:

- izračunanih razlik med izmerjenima nadmorsko in elipsoidno višino v izbranih testnih točkah na nivelmanu, ki predstavljajo neposredno izmerjeno geoidno višino v teh točkah, in
- interpoliranih geoidnih višinah v teh točkah (iz obstoječega modela geoida).

Primarni rezultati analize so odstopanja med:

- $N_{h-H}$  – izračunanimi geoidnimi višinami (iz GNSS-izmere in nivelmana) ter
- $N_G$  – interpoliranimi geoidnimi višinami (iz obstoječega modela geoida).

Sekundarni rezultati so dobljeni s statistično analizo dobljenih odstopanj. Uporabljene so naslednje statistične cenilke:

- največje odstopanje v +,
- največje odstopanje v –,
- povprečno odstopanje in
- standardno odstopanje.

## 4.1.1 Analiza kakovosti geoida – zasnova naloge

### 4.1.1.1 Namen naloge

Namen naloge je izvedba analiz odstopanj geoida na podlagi terenskih testov na točkah nivelmana. Točkam (reperjem) z določenimi nadmorskimi višinami (v državnem višinskem sistemu), določimo še elipsoidne višine s pomočjo GNSS-izmere. Praviloma gre za RTK/VRS-izmero. Vsaka točka je določena dvakrat (bolj ali manj) neodvisno, tj. vsaj s polurnim časovnim zamikom. Višina morebitnih ekscentrov reperjev za GNSS-izmero je določena z niveliranjem.

Poudarek je na enotni metodologiji analiz, ki ne bo omogočala zgolj analize kakovosti geoida, ampak tudi primerjavo kakovosti različnih realizacij geoida v prihodnje in merjenje izboljšanja kakovosti. Rezultat naloge je:

- priprava enotne metodologije analize kakovosti geoida,
- analiza kakovosti obstoječega geoida ter
- analiza kakovosti novega testnega geoida.

### 4.1.1.2 Vhodni podatki

Vhodni podatki za analizo kakovosti geoida so:

- datoteka s podatki o geoidu (model geoida) in
- datoteka s seznamom izmerjenih točk na nivelmanskih zankah, z njihovimi približnimi koordinatami ter izmerjenimi elipsoidnimi višinami ter nadmorskimi višinami določenimi v državnem višinskem sistemu.

### 4.1.1.3 Metodologija analize

V okviru GNSS-višinomerstva se neposredno določi **elipsoidna višina** ( $h$ ), ki predstavlja oddaljenost od obodne ploskve izbranega elipsoida (GRS80), merjeno vzdolž normale.

Višina, določena z geometričnim nivelmanom (v državnem višinskem sistemu) je normalna ortometrična višina ali kar **nadmorska višina** ( $H$ ), ki predstavlja oddaljenost od obodne ploskve geoida, merjeno vzdolž težiščnice.

Razlika med elipsoidno višino in nadmorsko višino je **geoidna višina** ( $N$ ), tudi geoidna ondulacija. Zvezo med nadmorsko višino ( $H$ ) elipsoidno višino ( $h$ ) in geoidno višino ( $N$ ) lahko zapišemo kot

$$N = h - H$$

Metodologija analize kakovosti geoida temelji na primerjavi:

- izračunanih razlik med izmerjenima nadmorsko in elipsoidno višino v izbranih testnih točkah na nivelmanu, ki predstavljajo neposredno izmerjeno geoidno višino v teh točkah (glej zadnjo enačbo), in
- interpoliranih geoidnih višinah v teh točkah (iz obstoječega modela geoida).

#### 4.1.1.4 Rezultati analize

Primarni rezultati analize so odstopanja med:

- $N_{h-H}$  – izračunanimi geoidnimi višinami (iz GNSS-izmere in nivelmana) ter
- $N_G$  – interpoliranimi geoidnimi višinami (iz obstoječega modela geoida).

$$\delta = N_{h-H} - N_G$$

Predpostavimo torej, da je prava geoidna višina tista, ki je določena neposredno iz določitev nadmorske in elipsoidne višine na dani točki, preverjamo pa velikost odstopanj geoidne višine iz modela geoida. Pri tem ne upoštevamo različnih kakovosti (natančnosti), ki so bile dosežene pri GNSS-izmeri in določitvi nadmorske višine z niveliranjem – oba podatka vzamemo kot absolutno točna.

Sekundarne rezultate dobimo s statistično analizo dobljenih odstopanj. Uporabimo naslednje statistične cenilke:

1. največje odstopanje v +,
2. največje odstopanje v –,
3. povprečno odstopanje in
4. standardno odstopanje.

#### 4.1.1.5 Vizualizacija rezultatov

Možnih je več načinov vizualizacije rezultatov analize odstopanj geoida, med drugimi:

1. histogram odstopanj,
2. kartogram odstopanj v 1R s prikazom krivulje odstopanj, in sicer kot
  - krivulja verjetnostne porazdelitve odstopanj,
3. graf odstopanj (npr. vzdolž nivelmanskega poligona) s točkovnim prikazom odstopanj (vektorji odstopanj),
4. graf odstopanj (npr. vzdolž nivelmanskega poligona) s prikazom krivulje odstopanj,
5. kartogram odstopanj v 2R s točkovnim prikazom odstopanj (vektorji odstopanj),
6. kartogram odstopanj v 2R s prikazom ploskve odstopanj, in sicer:
  - prikaz ploskve z izolinijami (črte enakih odstopanj),
  - prikaz ploskve z barvami – hipsometrična lestvica,
  - prikaz ploskve s senčenjem (manj primerno),
7. kartogram odstopanj v 3R s prikazom ploskve odstopanj, in sicer:
  - aksonometričen prikaz ploskve odstopanj.

Prikazi odstopanj so torej lahko točkovni, linijski ali ploskovni. Slednji so smiselni le, če je na voljo dovolj testnih točk, ki so razporejene po celotnem testnem območju.

Pri točkovnem prikazu uporabimo puščice s prijemališčem v dani točki. Lahko uporabimo tudi različne barve (npr. rdečo za puščice navzgor – pozitivna odstopanja – ter modro za puščice navzdol – negativna odstopanja).

Ploskovni prikaz temelji na aproksimaciji ploskve odstopanj. Ploskev lahko modeliramo na več načinov:

- \*0 z linearno interpolacijo po Delaunayjevih trikotnikih,
- \*1 s polinomsko interpolacijo,
- \*2 z aproksimacijo po metodi najmanjših kvadratov (kolokacija),
- \*3 s ploskvijo minimalne ukrivljenosti,

\*4 s pomočjo nevronske mreže ...

Predlagamo kar prvi način, z uporabo komercialnih programov (npr. QuickSurf). Dobljeno ploskev prikažemo z linijami enakih odstopanj geoidnih višin (od pravih vrednosti).

#### **4.1.2 Analiza kakovosti obstoječega absolutnega modela geoida Slovenije**

Trenutno razpoložljivi (2010) višinski referenčni model Slovenije je absolutni model geoida iz leta 2000 – t. i. Pribičevičev geoid [Pribičevič 1999, 2000].

Ostali vhodni podatki za oceno kakovosti obstoječega modela geoida so bili pridobljeni s strani naročnika – datoteka s seznamom izmerjenih točk na nivelmanskih zankah, z njihovimi približnimi koordinatami ter izmerjenimi elipsoidnimi višinami ter nadmorskimi višinami določenimi v državnem višinskem sistemu. Gre za 271 točk na nivelmanu (reperji oziroma točke v neposredni bližini reperjev, katerih elipsoidne višine so bile prenešene na reper (z niveliranjem).

##### **4.1.2.1 Globalna analiza kakovosti absolutnega modela geoida**

Najprej je bila izvedena globalna analiza kakovosti obstoječega modela geoida. Pod tem terminom tu razumemo analizo podatkov ob predpostavki, da je izmerjenih kontrolnih točk na nivelmanu dovolj po celotnem državnem ozemlju in da so le-te tudi ustrezno (dovolj enakomerno) razporejene.

Iz podatkov, dobljenih s strani naročnika (datiranih z oktobrom 2010), so bile izvzete vse točke, na katerih kontrola kakovosti absolutnega modela geoida še ni mogoča; razlog je še nedoločena nadmorska višina v državnem višinskem sistemu – nekatere nivelmanske zanke še niso bile ponovno izračunane. Prav tako so bile izločene vse točke, za katere ni potrjena nedvoumna identifikacija reperja oziroma je izražen sum, da je bil reper premaknjen. Po opisanem čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je tako ostalo 271 točk, ki so bile upoštevane v tej globalni analizi kakovosti obstoječega geoida.

Rezultati analize vseh 271-ih točk so naslednji:

Največje odstopanje v +:	20,3 cm
Največje odstopanje v –:	–30,8 cm
Razpon absolutnih odstopanj:	51,1 cm
Povprečno odstopanje:	–11,3 cm
Povprečno absolutno odstopanje:	12,6 cm
Standardno odstopanje:	<b>±9,1 cm</b>

Ob izločitvi reperja z največjim absolutnim odstopanjem (30,8 cm) in ponovni analizi preostalih 270-ih točk so rezultati naslednji:

Največje odstopanje v +:	20,3 cm
Največje odstopanje v –:	–28,0 cm
Razpon absolutnih odstopanj:	48,3 cm
Povprečno odstopanje:	–11,2 cm
Povprečno absolutno odstopanje:	12,5 cm
Standardno odstopanje:	<b>±9,0 cm</b>



Ob ponovni izločitvi reperja z največjim absolutnim odstopanjem (28,0 cm) in ponovni analizi preostalih 269-ih točk so rezultati naslednji:

Največje odstopanje v +: 20,3 cm  
 Največje odstopanje v -: -27,8 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 48,1 cm  
 Povprečno odstopanje: -11,2 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 12,5 cm  
 Standardno odstopanje: **±9,0 cm**

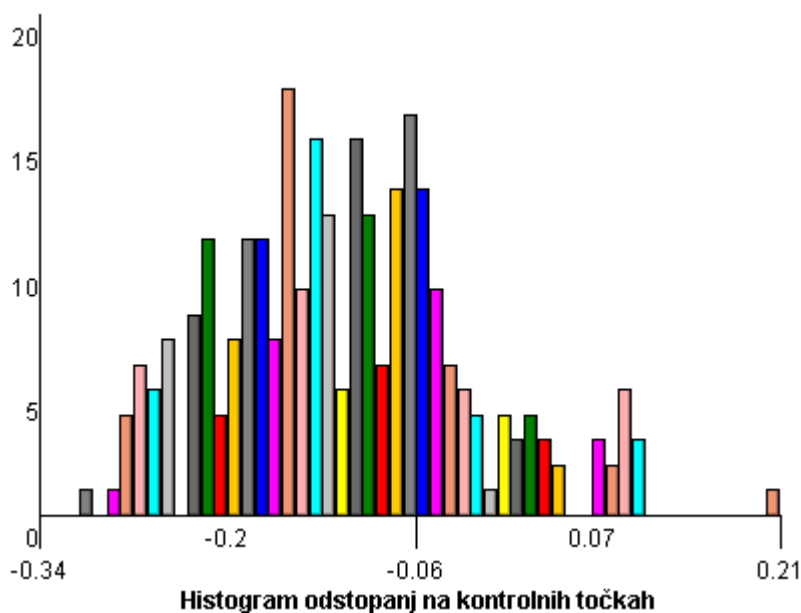
Ob ponovni izločitvi reperja z največjim absolutnim odstopanjem (27,8 cm) in ponovni analizi preostalih 268-ih točk so rezultati naslednji:

Največje odstopanje v +: 20,3 cm  
 Največje odstopanje v -: -27,7 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 48,0 cm  
 Povprečno odstopanje: -11,1 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 12,4 cm  
 Standardno odstopanje: **±8,9 cm**

Ob postopnem izločanju vsakokratne najbolj odstopajoče točke analiza ne pokaže bistvene spremembe (preskoka), torej ne bi mogli enostavno sklepati, da gre za grobo pogrešena opazovanja. V nadaljevanju je tako upoštevan kar prvotno analizirani niz vseh 271-ih kontrolnih točk.

#### 4.1.2.2 Komentar k dobljenim rezultatom:

Razpon absolutnih odstopanj je okoli 50 cm, kar je kljub poznavanju nekaterih kritičnih območij nekoliko nepričakovano veliko. Standardno odstopanje geoidnih višin v modelu ( $\pm 9,1$  cm) je bistveno slabše od ocenjene natančnosti na osnovi podatkov, ki so bili na voljo v času izdelave obstoječega modela geoida. Takratna ocena notranje natančnosti geoida je bila 2–3 cm [Pribičević 2000, str. 101], torej so verjetno težave predvsem zaradi slabega vklopa geoida. Ne smemo pa seveda pozabiti tudi spreminjanja nadmorskih višin reperjev (ponovni izračuni nivelmanskih zank), kar tudi lahko prispeva znaten delež v dobljenih odstopanjih.



Odstopanja niso enakomerno porazdeljena (v + in –), kar je razvidno tudi iz histograma odstopanj in iz grafičnega prikaza – [Priloga 1](#). Očitno gre za neko sistematiko, saj bi pričakovali, da je povprečno odstopanje blizu 0; dobljeno povprečno odstopanje je –11,1 cm.

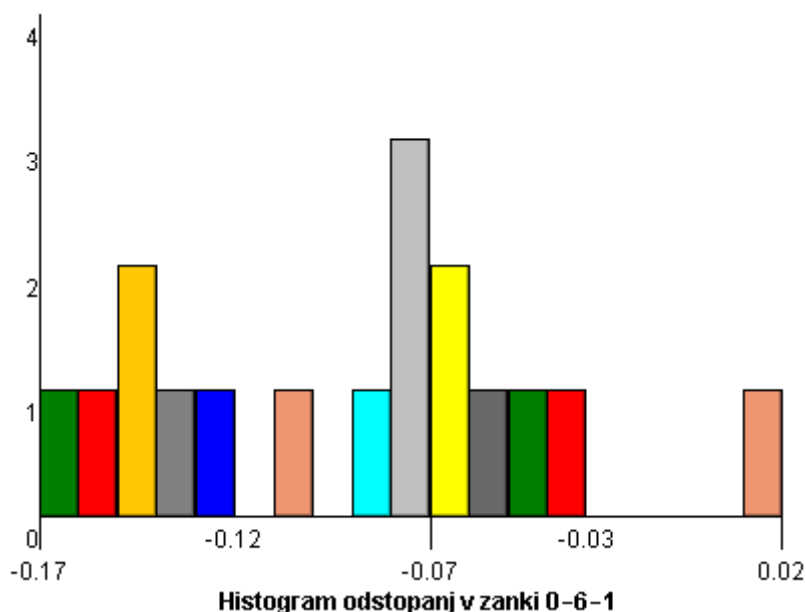
#### 4.1.2.3 Lokalna analiza kakovosti absolutnega modela geoida

Pod terminom lokalna analiza kakovosti tu razumemo analizo podatkov po izbranih omejenih območjih (regija, nivelmanska zanka, nivelmanska linija med dvema vozliščema ipd.), za katera je izmerjenih kontrolnih točk dovolj in so (na tem območju) tudi ustrezno (dovolj enakomerno) razporejene. Lokalna analiza je bila izvedena po posameznih nivelmanskih zankah, in sicer samo po izbranih daljših odsekih med dvema vozliščema. Ohranjene so oznake zank, kot so navedene v vhodni datoteki, pridobljeni s strani naročnika.

- Zanka 0–6–1

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki 0–6–1 ostalo 17 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 17-ih točk so naslednji:

Največje odstopanje v +: 2,0 cm  
 Največje odstopanje v –: –15,6 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 17,7 cm  
 Povprečno odstopanje: –8,6 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 8,8 cm  
 Standardno odstopanje: ±5,0 cm

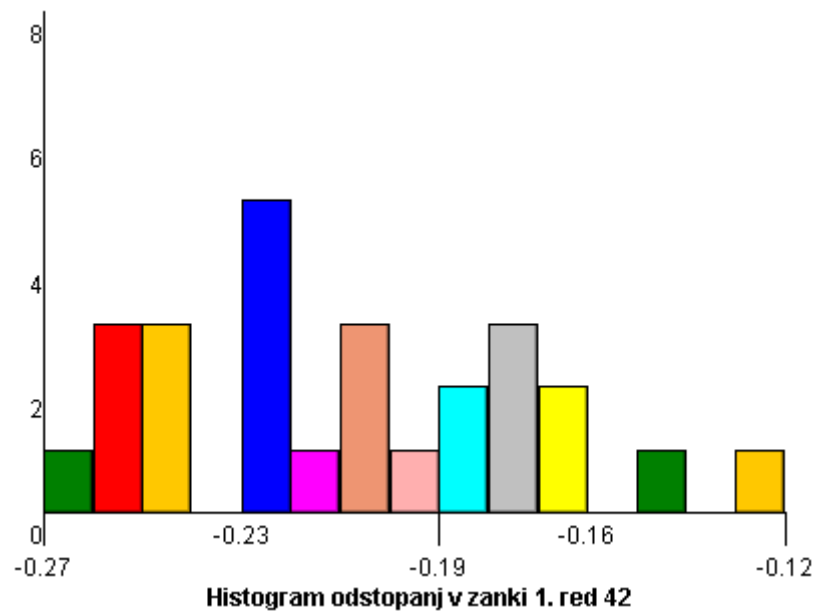


- Zanka 1. red 42

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki 1. red 42 ostalo 26 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 26-ih točk so naslednji:

Najmanjše odstopanje v –: –12,3 cm  
 Največje odstopanje v –: –26,3 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 14,0 cm  
 Povprečno odstopanje: –20,8 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 20,8 cm

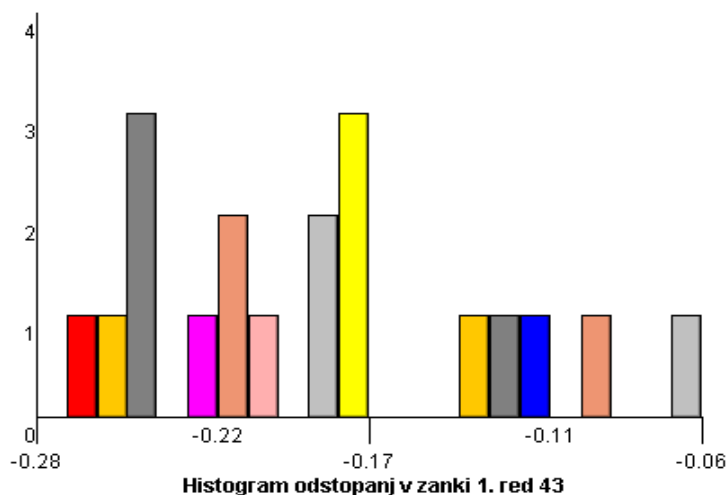
Standardno odstopanje:  $\pm 3,7$  cm



- Zanka 1. red 43

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki 1. red 43 ostalo 19 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 19-ih točk so naslednji:

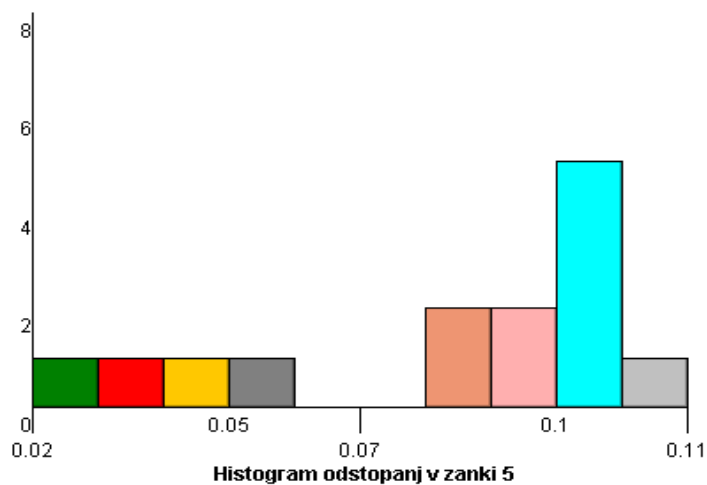
Najmanjše odstopanje v -: -6,5 cm  
 Največje odstopanje v -: -27,1 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 20,7 cm  
 Povprečno odstopanje: -18,9 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 18,9 cm  
 Standardno odstopanje: **±5,7 cm**



- Zanka 5

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki 5 ostalo 14 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 14-ih točk so naslednji:

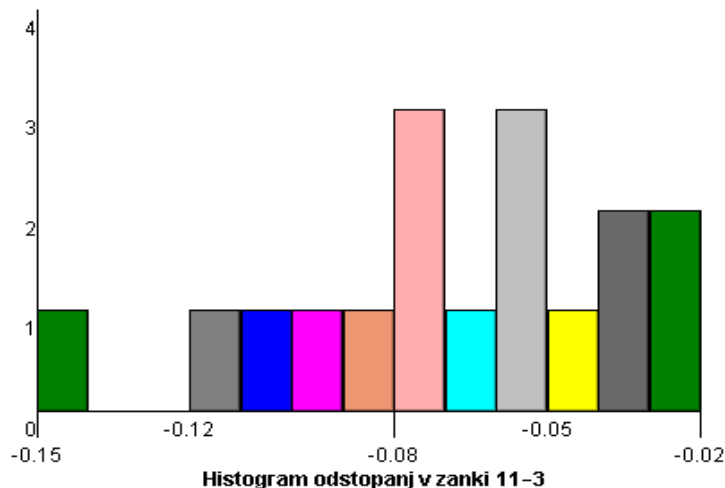
Največje odstopanje v +: 11,0 cm  
 Najmanjše odstopanje v +: 2,1 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 8,9 cm  
 Povprečno odstopanje: 7,7 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 7,7 cm  
 Standardno odstopanje: **±3,0 cm**



- Zanka 11–3

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki 11–3 ostalo 17 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 17-ih točk so naslednji:

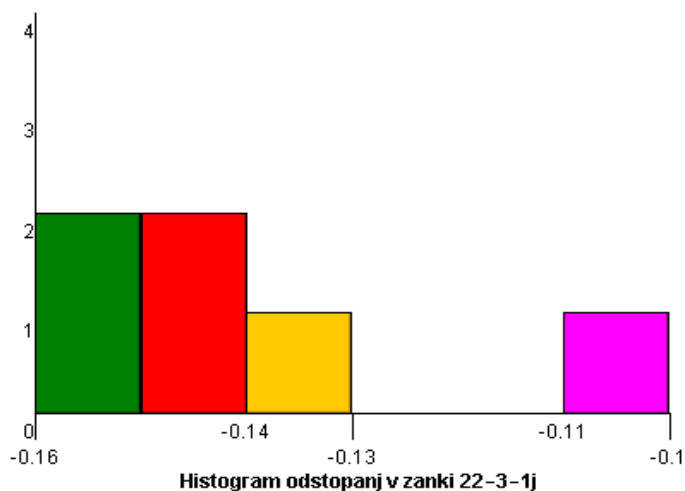
Najmanjše odstopanje v –: –2,1 cm  
 Največje odstopanje v –: –14,0 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 11,9 cm  
 Povprečno odstopanje: –6,5 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 6,5 cm  
 Standardno odstopanje: **±3,3 cm**



- Zanka 22–3–1j

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki 22–3–1j ostalo 6 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 6-ih točk so naslednji:

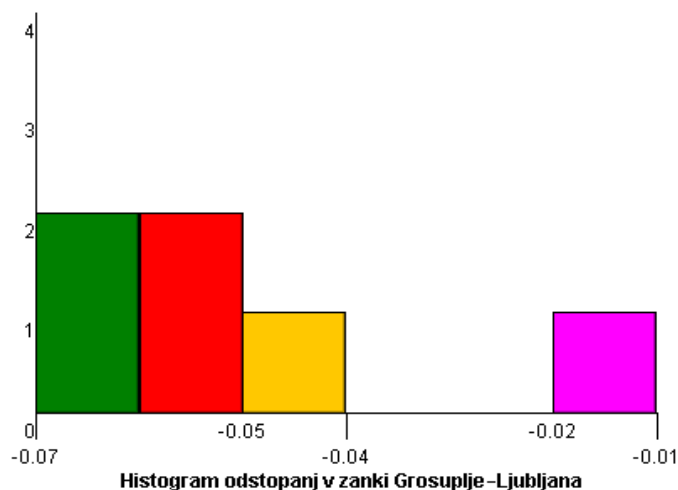
Najmanjše odstopanje v –: –10,5 cm  
 Največje odstopanje v –: –15,3 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 4,8 cm  
 Povprečno odstopanje: –13,8 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 13,8 cm  
 Standardno odstopanje: **±1,8 cm**



- Zanka Grosuplje–Ljubljana

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki Grosuplje–Ljubljana ostalo 6 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 6-ih točk so naslednji:

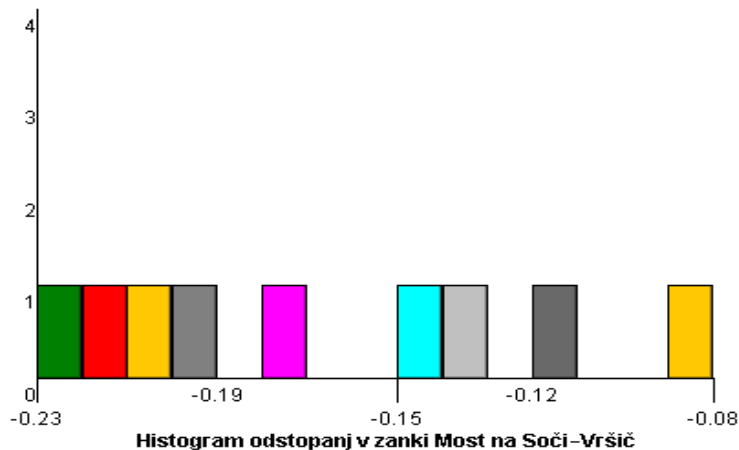
Najmanjše odstopanje v –: –1,6 cm  
 Največje odstopanje v –: –6,3 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 4,7 cm  
 Povprečno odstopanje: –4,9 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 4,9 cm  
 Standardno odstopanje: **±1,7 cm**



- Zanka Most na Soči–Vršič

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki Most na Soči–Vršič ostalo 9 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 9-ih točk so naslednji:

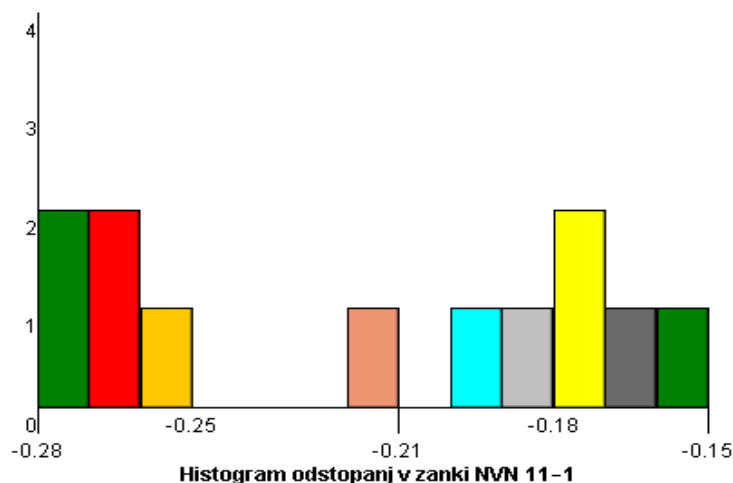
Najmanjše odstopanje v –: –8,3 cm  
 Največje odstopanje v –: –21,9 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 13,7 cm  
 Povprečno odstopanje: –16,4 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 16,4 cm  
 Standardno odstopanje: **±4,8 cm**



- Zanka NVN 11–1

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki NVN 11–1 ostalo 12 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 12-ih točk so naslednji:

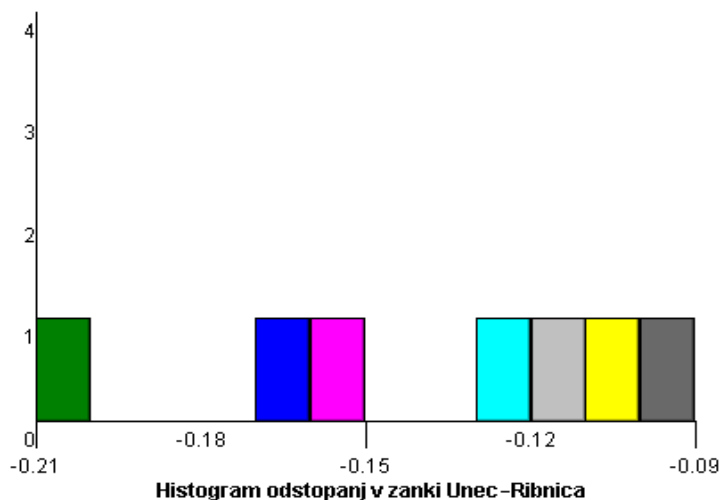
Najmanjše odstopanje v –: –16,1 cm  
 Največje odstopanje v –: –27,8 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 11,7 cm  
 Povprečno odstopanje: –22,0 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 22,0 cm  
 Standardno odstopanje: **±4,7 cm**



- Zanka Unec–Ribnica

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo je v zanki Unec–Ribnica ostalo 7 točk, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 7-ih točk so naslednji:

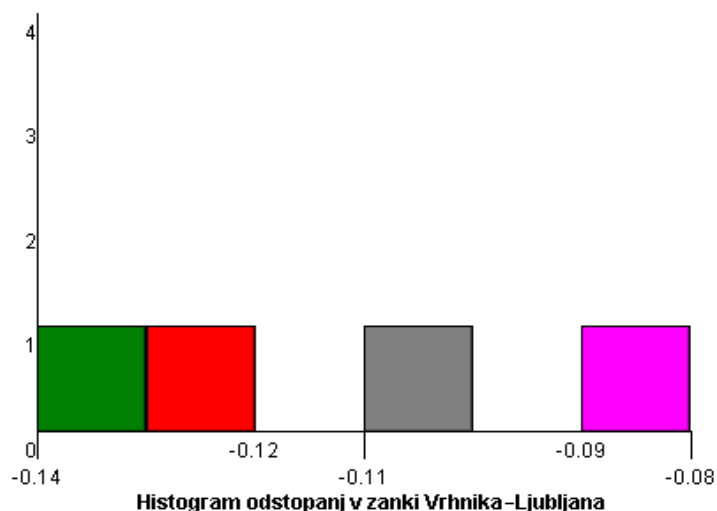
Najmanjše odstopanje v –: –9,5 cm  
 Največje odstopanje v –: –19,9 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 10,4 cm  
 Povprečno odstopanje: –13,4 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 13,4 cm  
 Standardno odstopanje: **±3,7 cm**



- Zanka Vrhnika–Ljubljana

Po čiščenju datoteke z vhodnimi podatki za analizo so v zanki Vrhnika–Ljubljana ostale 4 točke, ki so bile upoštevane v analizi kakovosti samo te zanke. Rezultati analize vseh 4-ih točk so naslednji:

Najmanjše odstopanje v –: –9,0 cm  
 Največje odstopanje v –: –13,4 cm  
 Razpon absolutnih odstopanj: 4,5 cm  
 Povprečno odstopanje: –11,3 cm  
 Povprečno absolutno odstopanje: 11,3 cm  
 Standardno odstopanje: **±2,1 cm**



Komentar k dobljenim rezultatom analize nivelmanskih zank:

Rezultati lokalne analize odstopanj geoidnih višin na izmerjenih kontrolnih točk po posameznih nivelmanskih zankah pokažejo, da je velik del odstopanj sistematične narave. Razponi odstopanj po posameznih nivelmanskih zankah so namreč bistveno manjši – med 4,5 cm in 20,7 cm – prav tako tudi standardni odkloni odstopanj – med ±1,7 cm in ±5,7 cm.

Dobljeni rezultati verjetno nakazujejo dosegljivo natančnost novega geoida na posameznih območjih države ob predpostavki ponovnega, bolj kakovostno izvedenega vklopa le-tega.



### **4.1.3 Viri**

Tomislav Bašić: **Jedinstveni transformacijski model i novi model geoida Republike Hrvatske**. Izvješća o znanstveno-stručnim projektima 2006.–2008. Zbornik. Državna geodetska uprava, Zagreb, 2009, str. 5–21

Roland Pail, Norbert Kühtreiber, Bernadette Wiesenhofer, Bernhard Hofmann-Wellenhof, Günther Of, Olaf Steinbach, Norbert Höggerl, Erich Imrek, Diethard Ruess in Christian Ullrich: **The Austrian Geoid 2007**. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, letn. 96, št. 1. Dunaj, 2008, str. 3–14

Boško Pribičević: **Nov preračun geoida Republike Slovenije**. Magistrsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 1999

Boško Pribičević: **Uporaba geološko-geofizičnih in geodetskih baz podatkov za računanje ploskve geoida Republike Slovenije**. Doktorska disertacija. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 2000

## 4.2 Izračun testnega geoida (NALOGA 3.2)

*Poročilo in povzetek: dr. Miran Kuhar, mag. Oskar Sterle, FGG*

*Sodelovali na delavnici: mag. Klemen Medved, GURS, mag. Oskar Sterle, FGG, Sandi Berk, GI*

*Norveški svetovalci: dr. Ove Christian Dahl Omang, Dag Solheim, Olav Vestøl, SK*

### **Povzetek**

Prve testne rešitve ploskve geoida smo opravili s pomočjo gravimetrične metode. Uporabili smo vse gravimetrične podatke, ki jih imamo trenutno na razpolago: več kot enajst tisoč vrednosti težnega pospeška, ki zajemajo območje Slovenije in ozki pas sosednjih držav, oz. v mejah:  $45^\circ < \varphi < 47^\circ$ ,  $13^\circ < \lambda < 17^\circ$ . V postopku vrednotenja se je izkazalo, da so podatki z ozemlja Italije neuporabni, saj so bila prisotna prevelika odstopanja.

Testne izračune smo opravili po znanem postopku remove – restore, s pomočjo programskega paketa GRAVSOFIT. Postopek izračuna tvorijo trije koraki, katerim so podvrženi podatki, ki se uporabljajo za izračun ploskve geoida. V prvem koraku »remove« odstranimo vpliv topografskih mas, kot tudi vpliv geopotencialnega modela iz odklonov navpičnice, anomalij težnosti in začetnih geoidnih višin. V drugem koraku sledinumerično reševanje Stokesove enačbe (integrala) s pomočjo hitre Fourierjeve transformacije (FFT), kjer izvedemo predikcijo zglajenih, reduciranih geoidnih višin. V tretjem koraku povrnemo odstranjene vplive iz prvega koraka – »restore«, oz. doda se ponoven vpliv topografskih mas ter vpliv geopotencialnega modela. Za izračun topografskega vpliva smo uporabili dva digitalna modela višin: fini z ločljivostjo 3" × 4,5" in grobi z ločljivostjo 30" × 45". Kot geopotencialni model smo uporabili Earth Gravitational Model 2008 (EGM08). Na koncu sledi določitev višinske referenčne ploskve oz. vklop izračunane geoidne ploskve v višinski sistem Slovenije. Za to smo uporabili triindvajset najbolj natančno določenih geoidnih višin, pridobljenih s pomočjo t. i. GPS/nivelmanskih točk, kjer smo z nivelmanskimi oz. meritivami GPS določili vrednosti ortometričnih in elipsoidnih višin.

Vrednotenje izračunane višinske referenčne ploskve smo opravili na skoraj tristopetdesetih t. i. GPS/nivelmanskih točkah. Rezultati analize kažejo na večje pomanjkljivosti v zahodnem delu Slovenije (zaradi izločitve podatkov na italijanski strani) in manjše pomanjkljivosti na meji z Madžarsko. Prisotni so tudi grobi pogoški v datoteki točk, predvidenih za analizo natančnosti izračunane višinske referenčne ploskve. Nadaljnji koraki so potrebni predvsem v skrbni analizi vseh merjenih vrednosti, ki služijo kot vhodni podatek za izračun ploskve geoida, in pridobitev novih merjenih vrednosti težnega pospeška na mejah z Italijo in Madžarsko.

## 4.2.1 Uvod

V geodeziji ločimo fizično in teoretično površino Zemlje. Prvo določajo lastnosti Zemljine zunanje površine (relief), to je prostor, v katerem živimo. Druga je podana z obliko, ki jo približno ponazarjata umirjena površina morske gladine ter navpična smer težiščnice, glede katerih uravnavamo naše vsakdanje življenje, to pa je geoid. Fizična površina Zemlje je nepravilne oblike in raznovrstno razčlenjena. Geoid je po Gaussu ekvipotencialna ploskev zemeljskega telesa ponazorjena s srednjo gladino svetovnih morij in v mislih podaljšana pod celinami. Geoid pa ni v nobenem primeru analitična ploskev. Te ploskve ne moremo izraziti z matematičnimi enačbami, saj se ukrivljenost geoida neprestalno spreminja s spremembo reliefa in gostote zemeljske notranjosti. Edina možnost izraziti ploskev geoida (celotne Zemlje) v obliki enačbe je razvoj privlačnega potenciala Zemlje v vrsto po sfernih funkcijah. Takšni obliki splošnega zemeljskega geoida pravimo "Globalni geopotencialni model" (GGM), na primer EGM96, ali najnovejši EGM08. Geoid ni primeren za geodetska računanja in je torej kot referenčna ploskev za računanje nadomeščen z rotacijskim elipsoidom. Odstopanja med elipsoidom in geoidom se imenujejo geoidne višine ali pa geoidne ondulacije ter jih označujemo z  $N$ . Če se nanašajo na globalni, geocentrični elipsoid (WSG84, GRS 80) so absolutne, če pa se nanašajo na relativni elipsoid (Bessel) so relativne.

Relativne geoidne višine so nujne za povezavo satelitskih meritev (GNSS) z državnimi mrežami, razvitimi in izmerjenimi s pomočjo klasične geodetske tehnike. Na primer pri transformacijskih nalogah vklopa lokalnih GNSS-mrež v obstoječo državno geodetsko mrežo. Posebej to velja, če se državne koordinate nanašajo na relativni referenčni elipsoid. Absolutne geoidne višine so uporabne v t.i. GNSS-višinomerstvu, kjer GNSS-opazovanja uporabimo za določitev nadmorskih višin točk (na primer v hribovitih območjih zamenjava za nivelman, ali trigonometrično višinomerstvo).

Največje absolutne vrednosti geoidnih višin znašajo okrog – 100 m, v Indijskem oceanu južno od Indijskega polotoka. Odstopanja geoid – geocentrični elipsoid so relativno majhna, če jih primerjamo s srednjim polmerom Zemlje,  $R = 6371$  km. Geoidna višina 100 m predstavlja torej 0,16 % srednjega polmera Zemlje. Zato se v večini enačb, ki predstavljajo popravke merjenih geodetskih količin in kjer nastopata skupaj  $N$  in  $R$ , obravnava geoidna višina kot relativno zelo majhna količina.

Določanje geoida pomeni določanje oblike Zemlje oz. določitev ene nivojske ploskve Zemljinega težnostnega polja. Geoid, kot ekvipotencialna ploskev, poteka deloma zunaj, deloma znotraj Zemlje, zato je njegova določitev brez poznavanja razporeda gostote v notranjosti Zemlje, izjemno težka naloga. Določitev geoida je možna samo posredno, z redukcijo merjenih vrednosti težnosti na geoid in uvedbo predpostavk o gostoti zemeljskih plasti v njeni notranjosti. Zaradi vseh omenjenih problemov, je M. S. Molodenski v petdesetih letih prejšnjega stoletja podal nov koncept obravnave težnostnega polja. Odpovedal se je geoidu in obravnaval samo fizično površino Zemlje in težnostno polje okoli nje. Pri tem ni potrebno uvajati hipotez o notranjosti Zemlje. Tako nastala teorija je ustvarila nov pojem t.i. kvazigeoid, ki pa je v tem primeru samo referenčna ploskev za določanje na novo definiranih normalnih višin.

Vlogo geoida v geodeziji lahko obravnavamo na dva načina. Prvič z zgodovinskega stališča, če razdelimo geodezijo na klasično in sodobno, ter drugič s stališča dosežene natančnosti v geodetskih meritvah (Rizos C., 1982). V klasični geodeziji je geoid imel samo dve vlogi: "matematično figuro Zemlje" in je bil znanstveni cilj geodetov določitev oblike in dimenzij te "figure"; na praktični ravni je imel geoid bolj pasivno vlogo in se je uporabljal kot referenčna ploskev oz. datum za nivelmansko določitev višin točk.

Prehod iz klasične v sodobno obravnavo je tudi prehod iz lokalnega v globalno. Dokler so bile meritve omejene samo na celino, je bil tudi pristop k problemu regionalen oz. lokalni (pozabljamo, da oceani predstavljajo 70 % zemeljske površine). V sodobni geodeziji mora definicija geoida izražati odnos med opazovanimi srednjimi morskimi gladinami in nivojskimi ploskvami zemeljskega težnostnega polja. A-priori definicija ni mogoča. Potrebno je zbrati veliko

podatkov v določenem času in s pomočjo teh izračunati geoid. Geoid kot izhodni rezultat obdelave vseh možnih podatkov predstavlja geoid za določeno "epoho", na katero se zbrani podatki nanašajo.

Večina današnjih "rešitev" so kvazigeoidi, saj podatke, ki uporabljamo za izračun (merjene vrednosti težnosti in odklonov navpičnic) ne reduciramo v notranjost Zemlje na ničelno nivojsko ploskev (geoid), temveč jih uporabljamo v obliki, v kakšni so določene t.j. na površini Zemlje (Solheim D., 2000). Vendar, če želimo tako ploskev, ki je rezultat nekega numeričnega postopka uporabiti praktično v povezavi z GNSS-določenimi elipsoidnimi višinami, je nujen preračun (transformacija) v lokalni-državni vertikalni datum. Tako "preračunana" ploskev ni več (kvazi)geoid temveč "višinska referenčna ploskev", ki v sebi vsebuje skupen vpliv: nezanesljivega izračuna (kvazi)geoida (pogreški metode, vhodnih podatkov), pogreške določitve elipsoidnih (GNSS) višin, tektonske vertikalne premike na območju izračuna. Ne glede na to lahko omenjeno ploskev uspešno uporabimo za izračun višin (predvsem v manj dostopnih krajih) s pomočjo t.i. GNSS-višinomerstva. Ne glede na izbrani višinski sistem je preračun (transformacija) potrebno izpeljati s čim večjim številom točk, enakomerno razporejenih na celotnem območju Slovenije, ki imajo znane elipsoidne (GNSS) in "uradne" višine. Takšne točke v geodetski terminologiji običajno imenujemo GPS/nivelman točke.

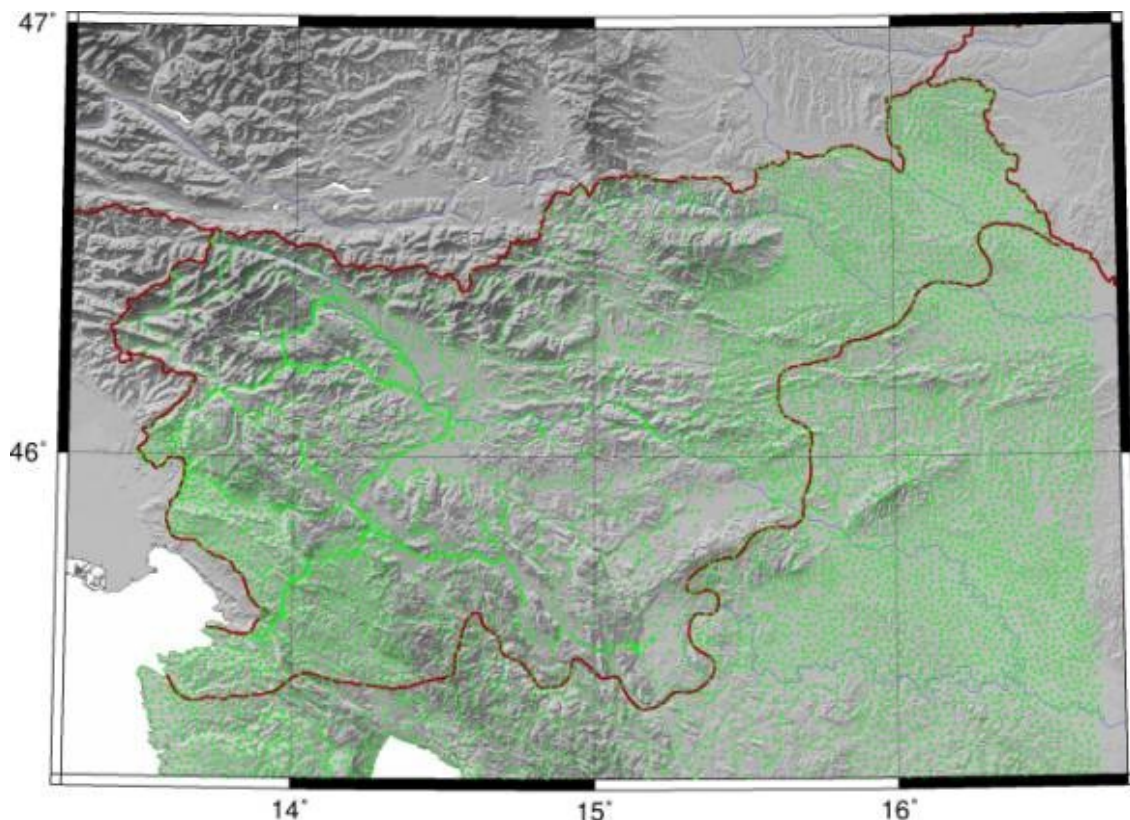
Zaradi (predvsem) računskih razlogov se ploskev geoida določa na območju omejenim z pravokotno mrežo geografskih (pogosteje) oz. pravokotnih, ravninskih koordinat (UTM). Velikost območja določata predvsem kakovost in število podatkov, ki jih imamo na razpolago. Glede geografske lege Slovenije tj. njenih skrajnih točk in število in razporeditev razpoložljivih podatkov smo testni izračun ploskve geoida opravili na območju omejenim z geografskimi koordinatami  $13^{\circ} < l < 16^{\circ}$  in  $45^{\circ} < f < 47^{\circ}$  (vzhodno od Greenviča in severne geografske širine).

## **4.2.2 Podatki za izračun geoida**

### **4.2.2.1 Gravimetrični podatki**

Trenutno razpolagamo z gravimetričnimi podatki z območja Slovenije, Hrvaške in Avstrije., Italije in Madžarske. Slovenijo in Hrvaško je težko ločevati, saj podatki izvirajo iz iste "baze". Gre za regionalno in detajlno gravimetrično izmero iz petdesetih in šestdesetih let, ki je bila namenjena izdelavi Gravimetrične karte Jugoslavije (karta Bouguerovih anomalij). Karta je bila izdelana konec sedemdesetih let in vse informacije glede teh gravimetričnih podatkov izhajajo iz publikacije: "Tolmač za gravimetrično karto SFR Jugoslavije – Bouguerove anomalije" avtorjev: Bilibajkić, Mladenović, Mujagić, Rimac.

Gravimetrični podatki, ki pokrivajo območje Slovenije in zahodne Hrvaške (do  $17^{\circ}$  vzhodne geografske dolžine) so del regionalne izmere Jugoslavije.



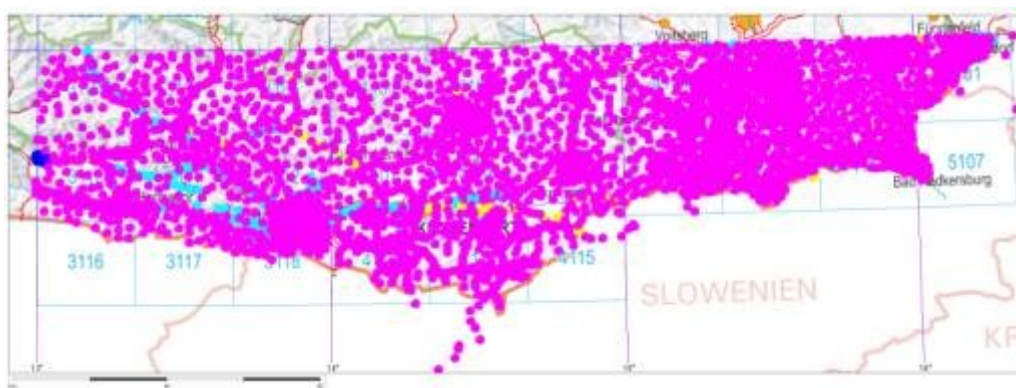
*Slika 1: gravimetrični podatki na območju Slovenije in zahodnega dela Hrvaške*

GURS je v obdobju po vzpostavitvi osnovne gravimetrične mreže Slovenije začel z gravimetričnimi meritvami na reperjih in drugih geodetskih točkah. Vse meritve zaenkrat še niso izrednotene, za postopek testnega izračuna geoida smo uporabili nekaj čez sedemsto meritev.

O kakovosti vrednosti  $g$ -ja starih podatkov lahko povemo to, da so bili poslani na Mednarodni gravimetrični urad (BGI), ki je izločil nekaj deset grobo pogrešenih vrednosti in podal zadovoljivo mnenje o splošni kakovosti podatkov. Ti podatki so bili uporabljeni tudi pri izračunu globalnega geopotencialnega modela EGM96 in tudi evropskih gravimetričnega (kvazi)geoida EGG97. O kakovosti določitve položaja točk lahko napišemo naslednje: Večina položajev točk je bila izbranih tako, da predstavljajo značilne objekte, ki so bili podani na tografskih kartah. Posamezni položaji so bili določani tudi s pomočjo klasičnih oz. busolnih poligonov. Poligoni so bili izravnani po približnih metodah. Višine točk regionalne in detajlne izmere so dobljene z geometričnim nivelmanom na ravninskih in s trigonometričnim višinomerstvom na plalninskih območjih. Meritve so povezane s tedanjo trigonometrično oz. nivelmansko mrežo.

Podatki iz zadnjega obdobja so po kakovosti precej nad starejšimi. Edina pomanjklivost je v tem, da so meritve izvajane predvsem vzdolž poteka nivelmanskih linije državne nivelmanske mreže Slovenije, torej večina točk se nahaj v nižinah.

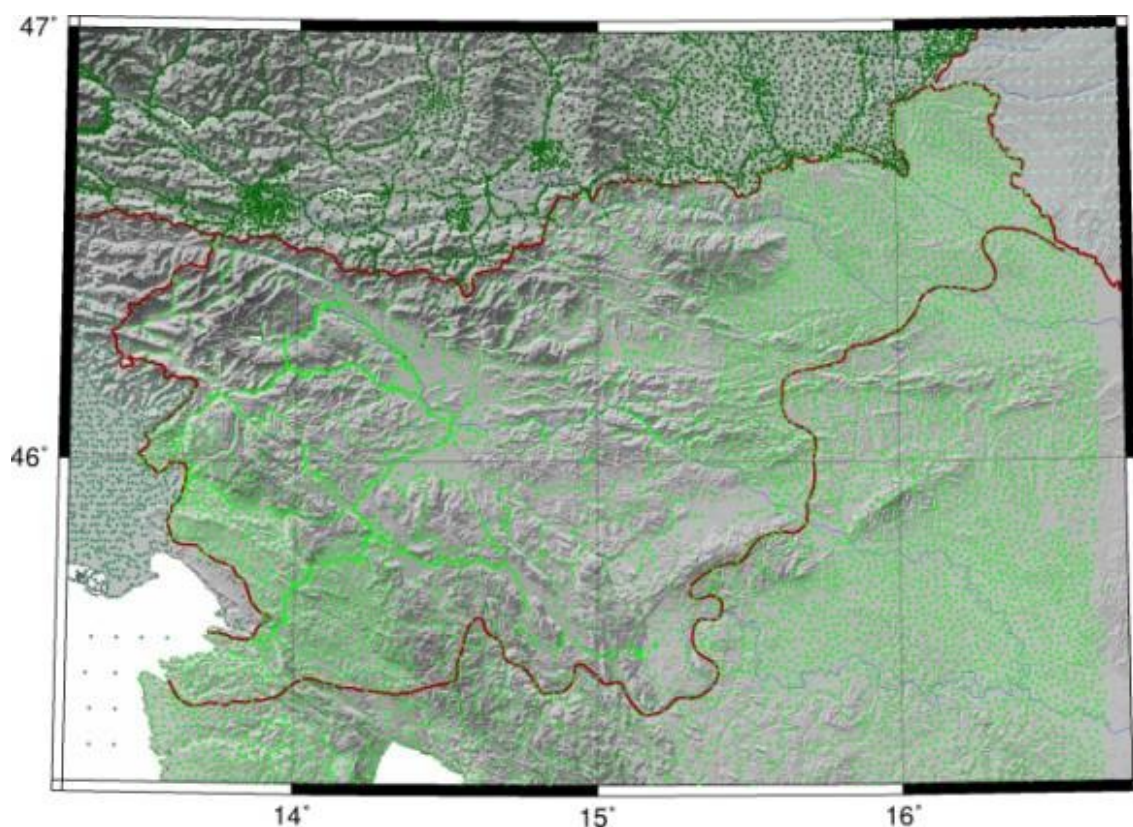
Geodetska uprava RS. je v okviru izmenjave podatkov z Avstrijo pridobilo podatke, ki pokrivajo mejno območje dveh dežel južno od vzporednika  $47^\circ$ , (slika 2). Gre za skoraj štiritisoč merjenih vrednosti težnega pospeška.



Slika 2: gravimetrični podatki z območja Avstrije

Z območja Madžarske in Italije smo pred leti pridobili podatke na osnovi "individualne" izmenjave. Gre za približno šeststo vrednosti z območja vzhodne Italije in nekaj čez sto vrednosti z mejnega območja Slovenija - Madžarska. Veliko podatkov o kvaliteti pridobljenih podatkov nimamo. V kasnejšem postopku vrednotenja, se je izkazalo, da so italijanski podatki skoraj neuporabni tako, da v testni izračun niso bili vključeni.

Vse podatki skupaj na območju testnega izračuna geoida so prikazani na sliki 3.



Slika 3: gravimetrični podatki z območja testnega izračuna

#### 4.2.2.2 Astrogeodetski podatki

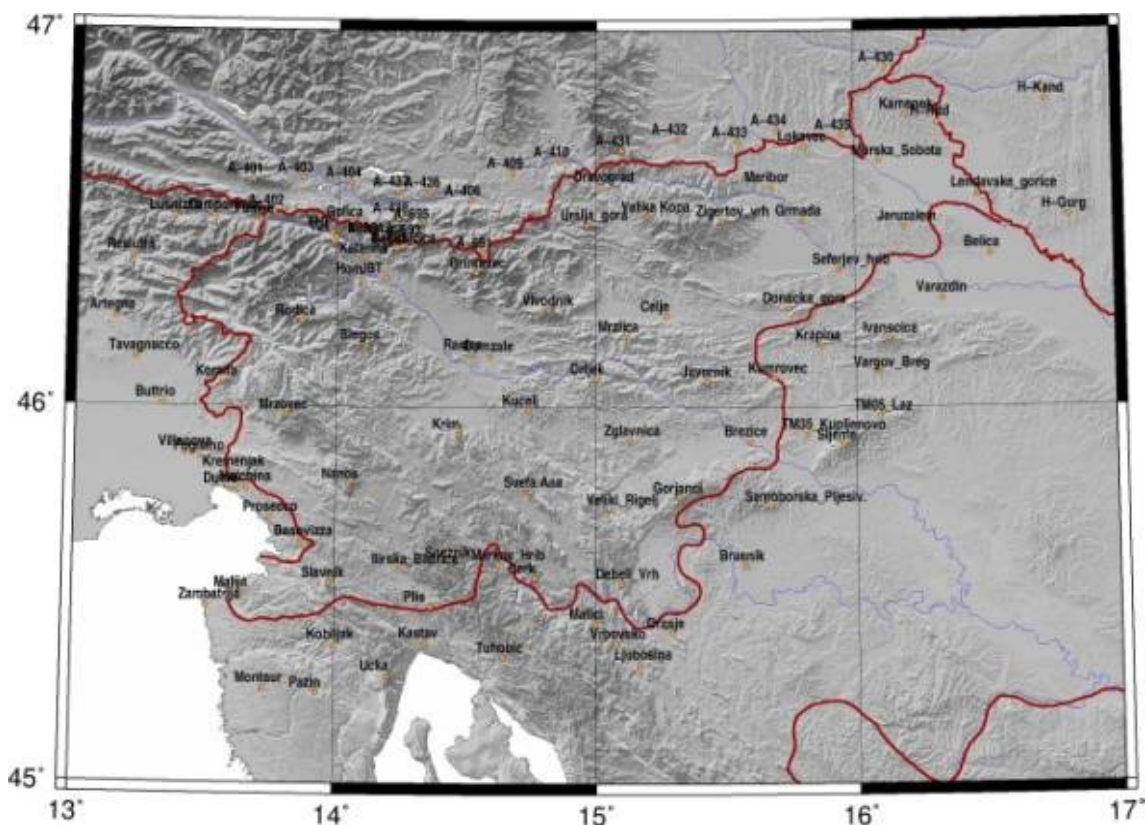
Na razpolago imamo 98 geoidnih točk z izmerjenimi astronomskim geografskimi kordinatami (komponentami odklona navpičnice). Od tega se 50 točk nahaja na ozemlju Slovenije, 23 na mejnem pasu z Hrvaško, 20 v Avstriji in 5 na Madžarskem. Od 50 točk na ozemlju Slovenije je 11 starih točk, ostale pa so določene med letoma 1988 in 1990. Takrat je zagrebška ekipa opravljala meritve tudi na nekaterih točkah na Hrvaškem.

Astronomska opazovanja v Sloveniji in Hrvaškem, izvajana v devedesetih letih so opravljena z modificiranim in razširjenim kompletom Zeiss Ni 2 – astrolab. Simultano določitev astronomskih koordinat j in l za geoidne točke so opravljene po znani "metodi enakih višin". Srednji kvadratni pogrešek v eni noči znaša za vsa opazovanja v vseh sezonah 0,2" do 0,3" (notranja natančnost). Zunanjo natančnost lahko izrazimo z srednjim kvadratnim pogreškom razlik opazovanj dveh noči. Ta se giblje v mejah 0,3" do 0,4" (Pribičević, 2000).

Podatki o geoidnih točkah v Avstriji in na Madžarskem so tudi prevzeti iz disertacije Pribičević 2000.

V septembru leta 2010 smo od prof. G. Porettija (Univerza v Trstu) pridobili trinajst vrednosti komponent odklona navpičnice na območju Furlanije Julijske krajine.

Razpored vseh geoidnih točk je podan na sliki 4.



Slika 4: razpored točk z izmerjenimi vrednostmi odklona navpičnice

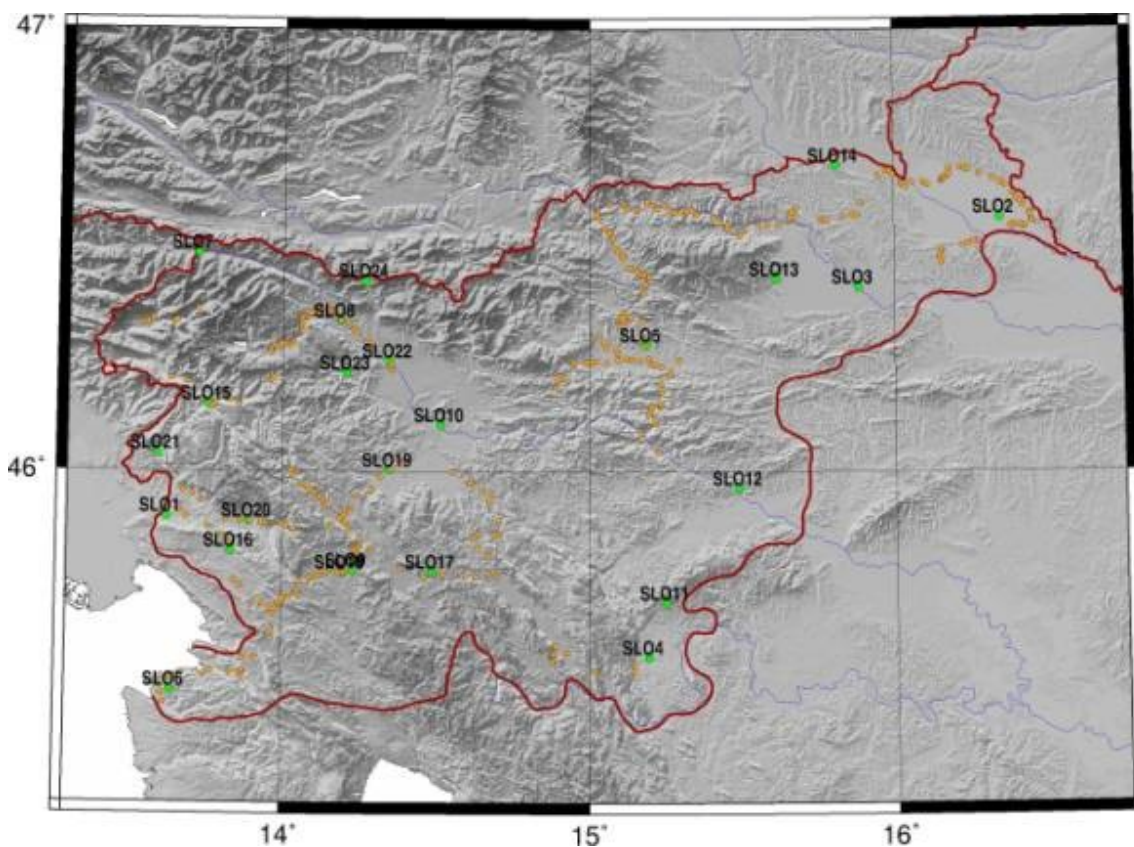
### 4.2.2.3 GPS/nivelman točke

Za kvalitetno rešitev ploskve geoida je potrebno vključiti čim večje število točk, ki imajo znane elipsoidne (GNSS) višine in nadmorske (ortometrične, normalne) višine. Slednje bi naj pridobili z geometričnim nivelmanom. Izkušnje zadnjih let pravijo, da je potrebno čim večje število GPS/nivelman točk na robovih območja izračuna.

GURS razpolaga z obsežno bazo točk, ki so določene v različnih izmerah GPS, vse od leta 1991. V tej bazi je za vsako točko podan tudi način določitve njenih horizontalnih koordinat, kot tudi višinske komponente. Problem je v nadmorskih višinah točk, saj je le mali del točk niveliran. Z začetkom uporabe permanentne mreže postaj GPS, se opušča praksa višinske navezave izmeritvenih mrež GPS na obstoječo nivelmansko mrežo z niveliranjem.

GPS/nivelirane točke se pri izračunu ploskve geoida uporabljajo predvsem za vklop izračunane ploskve v višinski sistem območja. Menimo, da zadoščajo točke z slovenskega ozemlja, saj se samo te nanašajo na isti vertikalni datum. Točke sosednjih dežel imajo drugo izhodišče in povsem drugo "zgodovino" izračuna.

Pri testnem izračunu smo uporabili dve skupini GPS/nivelman točk: v prvi je 24 točk na katerih so obe višini določeni z najvišjo možno natančnostjo. Drugo skupino točk tvorijo reperji in druge geodetske točke, kjer so opravljena opazovanja GNSS in geometrični nivelman. Teh je 352. Na sliki 5 so točke iz prve skupine označene z zelenimi krogi, točke iz druge skupine so oranžne.



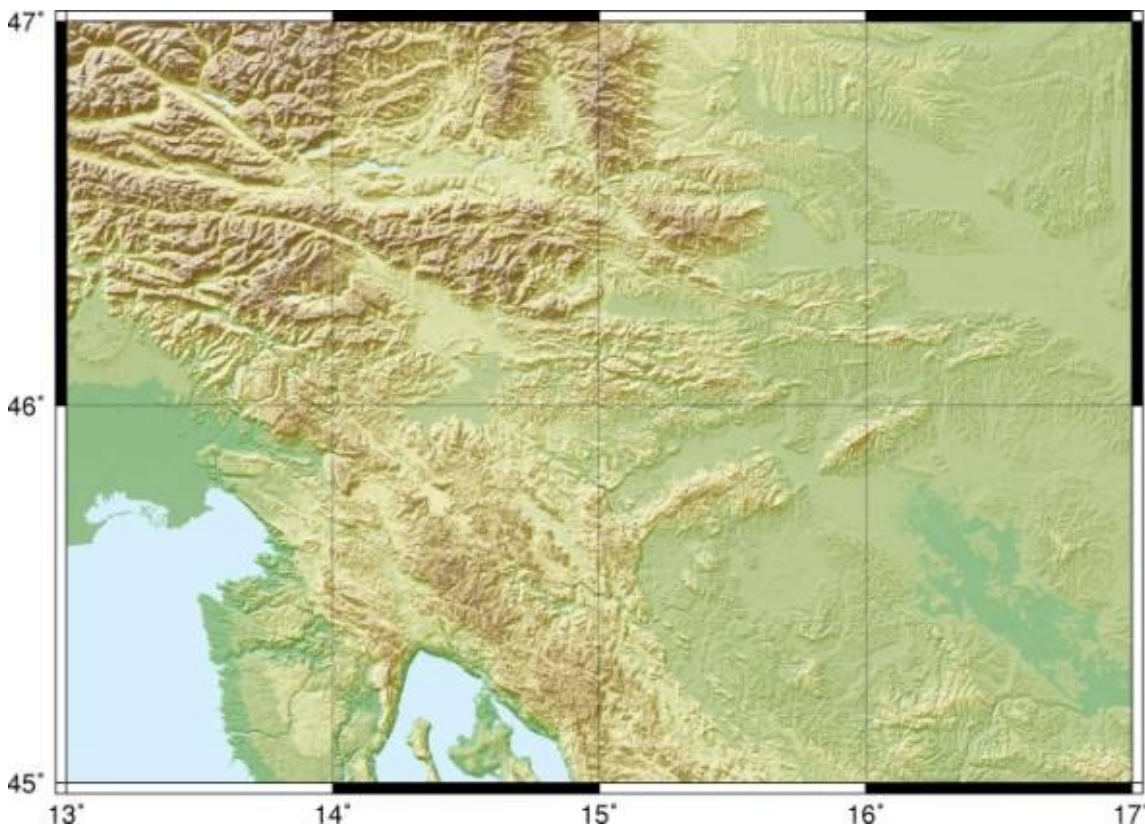
Slika 5: število in razpored GPS/nivelman točk

### 4.2.2.4 Digitalni modeli višin

Geodetski inštitut Slovenije je izdelal dva nova digitalna modela višin za območje izračuna, kjer se položaji točk nanašajo na koordinatni sistem ETRS89: fini ločljivosti 3" × 4,5" (1.200 × 800 = 960.000 celic; a ≈ 93 m),



grobi ločljivosti 30" × 45" (120 × 80 = 9.600 celic; a ≈ 926 m).



Slika 6: fini model DM, območje zajema

#### 4.2.2.5 Digitalni modeli gostote

Geodetski inštitut Slovenije je hkrati preračunal dva digitalna modela gostote za območje izračuna, z enako ločljivostjo kot sta modela DMV. Problem preračuna modela gostote je v tem, da sta je izvorni model gostote (disertacija Pribičević) odrezan na mejni črte Slovenije s sosednjimi državami, torej ne pokriva celotnega območja izračuna geoida iz leta 2000.

#### 4.2.3 Priprava podatkov za izračun geoida

Vse "merjene" podatke je potrebno pred samim izračunom ploskve geoida skrbno preveriti na prisotnost grobih pogrškov. Za testni izračun so tokrat uporabljeni samo gravimetrični podatki, tako da je "kontrola kvalitete" izvedena samo za njih. Večina postopkov temelji na postopku prediciranja (interpolacije) vrednosti g-ja v vsaki točki na osnovi točk, ki se nahajajo v njeni bližnji okolici. Druga kontrola se nanaša na višino točke, ki se interpolira iz obstoječega modela DMV. Na koncu je možna tudi "vizuelna" kontrola na karti.

Na ta način so izločene vse "italijanske" točke. To je po eni strani razumljivo, saj smo te pridobili, ne v obliki merjenih vrednosti, temveč v obliki razlik težnega pospeška, z zelo skromnimi pojasnili. Namesto "italijanskih" točk so bile uporabljene vrednosti anomalij težnosti, izračunanih iz globalnega geopotencialnega modela EGM08.

Iz baze gravimetričnih točk na območju Slovenije in Hrvaške je tudi bilo izločeno nekaj deset točk.

## 4.2.4 Postopek izračuna

### 4.2.4.1 Splošno o določanju (kvazi)geoida

Določanje geoida (kvazigeoida) pomeni določanje oblike Zemlje oz. določitev ene določene nivojske ploskve Zemljinega težnostnega polja. Išče odgovor na vprašanje: ali lahko določimo težnostno polje Zemlje v zunanjem prostoru brez poznavanja razporeda gostote v njeni notranjosti, samo s poznavanjem potenciala na robu območja (površje Zemlje). Matematično gledano gre za reševanje problema robnega pogoja (PRP) parcialnih diferencialnih enačb. V primeru težnostnega polja nastopajo Laplaceova diferencialna enačba (vodi k zunanjemu PRP) in Poissonova diferencialna enačba (vodi k notranjemu PRP). Nas zanima samo zunanji problem\*.

V splošnem je pri reševanju PRP znana robna ploskev  $S$ , vendar pri t.i. geodetskem problemu robnih pogojev (GPRP) temu ni tako. Gre za t.i. prosti GPRP, kjer poleg geometrije robne ploskve  $S$ , moramo določiti tudi potencial  $W$ . Pri določitvi geoida nas dejansko zanima samo  $S$ . Robne pogoje nam tu določa zvezna robna funkcija - potencial težnosti. Ker potenciala ne moremo neposredno izmeriti, ga predstavimo s količinami, ki jih lahko neposredno določimo z meritvami. Te količine so ali t.i. anomaljske količine težnostnega polja, ali t.i. moteče količine težnostnega polja (anomalija težnosti in moteča težnost, odkloni navpičnice, geoidne višine oz. anomalije višin). Vse te količine se lahko izrazijo v linearni obliki kot odvodi motečega potenciala  $T$ . Omenjene merjene količine podajajo robne pogoje, katerih rešitev je ploskev - približna oblika Zemlje.

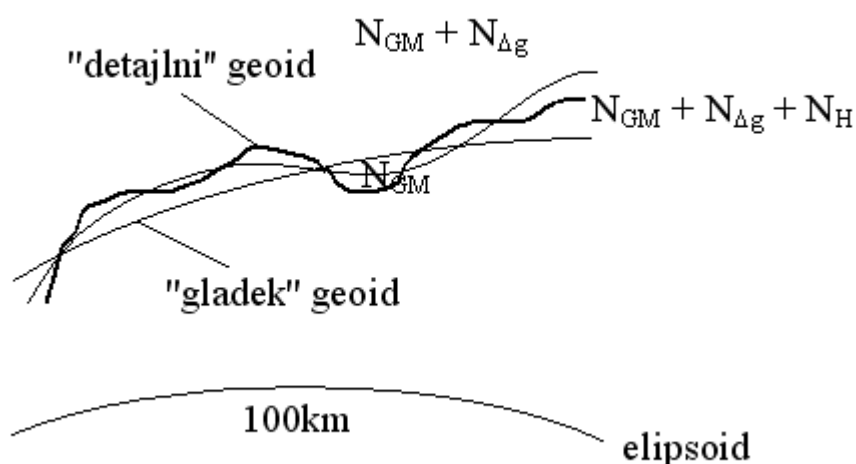
Ločimo dva pristopa k rešitvi geodetskega problema robnih pogojev: t.i. "klasični", katerega rešitev je geoid in "pristop po Molodenskem", katerega rešitev je kvazigeoid. V grobem se pristopa ločita glede na redukcijo merjenih količin. Pri klasičnem pristopu merjene količine reduciramo na ničelno nivojsko ploskev ( $W_0 = \text{const}$ ) in rešitev je geoid. V nasprotnem primeru, če uporabimo merjene količine takšne kot so (na fizični površini Zemlje) je rešitev kvazigeoid. Pri geoidu so "merjene količine" anomaljske količine, pri kvazigeoidu pa so te "moteče količine". V prvem primeru moramo upoštevati določene pogoje. Redukcija merjenih količin na geoid predpostavlja uvajanje hipotez o gostoti mas znotraj Zemlje. Poleg tega pomeni redukcija na geoid, da zunaj robne ploskve - geoida ni nobenih motečih mas (atmosfera in topografija). Pristop po Molodenskem ne terja nobenih hipotez o razporeditvi gostote, kot tudi ni potrebno opraviti nobenih redukcij merjenih količin. Je pa ta postopke mnogo bolj zapleten.

Končni rezultat izračuna geoida je določena oblika in velikost geoida (kvazigeoida) glede na izbrano referenčno ploskev elipsoida. Zaradi nepravilne razporeditve mas Zemlje je geoid nepravilne oblike in ni skladen z nobeno geometrijsko ploskvijo. V prostorskem smislu povezujejo geoid (kvazigeoid) in izbrani referenčni elipsoid geoidne višine (kvazigeoidne višine oz. anomalije višin). To so odstopanja pravilne oblike elipsoida od nepravilne oblike geoida (kvazigeoida). Naloga določitve oblike Zemlje je torej v izračunu teh odstopanj. S tem namenom so bile razvite številne metode računanja, ki pa so odvisne od vrste razpoložljivih geodetskih merskih količin.

Za testni izračun ploskve geoida na območju Slovenije smo uporabili gravimetrično metodo, kar pomeni da so od merjenih podatkov uporabljene samo vrednosti težnega pospeška.

\* Parcialna diferencialna enačba ima množico rešitev, ki je navadno zelo obsežna. To množico lahko skrčimo le z dodatnimi zahtevami. V mnogih primerih iščemo rešitev, ki ima na robu območja (območje rešitev parcialne diferencialne enačbe) vnaprej predpisane vrednosti - robni pogoj.

Iz praktičnih in teoretičnih razlogov upoštevajo vse sodobne metode določitve geoida (kvazigeoida) vsaj tri vrste podatkov: globalni geopotencialni model, terestrična opazovanja (neposredne merjene anomalije težnosti, odklone navpičnice in geoidne višine) in podatke o topografiji. Tako so tudi podatki razdeljeni glede na to, kakšen vpliv imajo na celotno geoidno višino (celotni spekter težnostnega polja Zemlje). Terminologija je pri tem sposojena iz teorije obdelave signalov. Dolgovalovno strukturo geoida dajo podatki globalnega geopotencialnega modela (NGM, valovne dolžine okoli 100 km), terestrični podatki (merjene vrednosti težnosti v obliki anomalij težnosti in odkloni navpičnice NDg) dajo srednjevalovno strukturo (valovne dolžine od pribl. 2 km do pribl. 10 km), kratkovalovno strukturo pa kažejo podatki o topografiji pridobljeni na osnovi digitalnega modela višin (NH); valovna dolžina je odvisna od ločljivosti DMV-ja. Celoten spekter informacij vsebovanih v geoidni višini ponazori slika 7:



Slika 7: prispevek posameznik vrst podatkov pri določitvi geoida

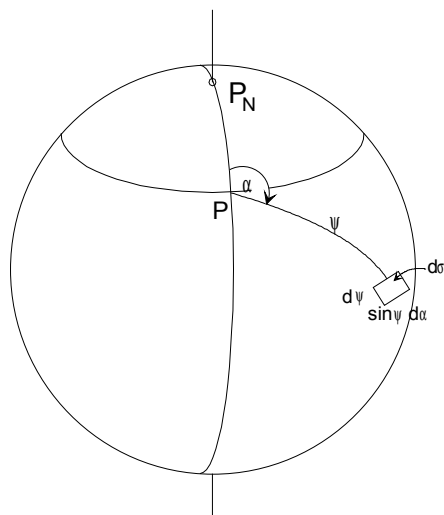
Določanje ploskve geoida s pomočjo gravimetričnih podatkov predstavlja matematično reševanje problema geodetskega robnega pogoja. Vse od leta 1849, ko je G.G. Stokes prvič opisal metodo, pa do današnjih dni, ima gravimetrična metoda najpomembnejšo vlogo pri raziskavah zemeljskega težnostnega polja. Še zmeraj so to najbolj realne metode za določanje geoida ali kvazigeoida na celinskih območjih.

Osnova metode je t.i. Stokesova enačba oz. integral, ki podaja zvezo med geoidno višino  $N$  in anomalijo težnosti  $Dg$  v poljubni točki na geoidu (območje integracije je celotna Zemlja), (slika 8) (Heiskanen & Moritz, 1967):

$$N = \frac{R}{4\pi\gamma} \iint_{\sigma} S(\psi) \Delta g d\sigma$$

kjer je  $y$  sferna razdalja med ploščinskim elementom  $ds$  in točko izračuna  $P$ ;  $R$  je radij krogle, na kateri se točka nahaja;  $g$  je vrednost normalne težnosti na krogli;  $S(y)$  je Stokesova funkcija, definirana z enačbo:

$$S(\psi) = \sin^{-1}(\psi/2) - 6\sin(\psi/2) + 1 - 5\cos\psi - 3\cos\psi \ln[\sin(\psi/2) + \sin^2(\psi/2)]$$



Slika 8: Stokesov integracijski proces

Integracija v zgornji enačbi velja za celotno območje Zemlje. Zahteva je torej, da so znane vrednosti anomalij (motečih  $t.$ ) v celotnem območju integracije oz. v vsaki točki geoida (površja Zemlje).

Rešitev enačbe otežujejo v praksi nekateri pogoji: vrednosti  $Dg$  so podane na geoidu; geoid je krogla (s polmerom  $R$ ); zunaj geoida ni motečih mas (atmosfera in topografija). Vse naštetje pogoje lahko upoštevamo z uvedbo ustreznih popravkov oz. z ustrezno redukcijo merskih podatkov, seveda z različno natančnostjo. Pristop k rešitvi geodetskega robnega pogoja po Molodenskem je drugačen. Tu namesto  $Dg$  na geoidu upoštevamo vrednosti motečih težnosti  $dg$  na zemeljskem površju. Rezultat integracije so, namesto geoidnih višin, ustrezne "kvazigeoidne" oz. anomalije višine  $z$ .

Pri praktičnem računanju se Stokesov integral računa z eno od metod numerične integracije, ali pa s pomočjo hitre Fourierove transformacije (FFT). Nalogo lahko rešimo tudi s pomočjo kolokacije po metodi najmanjših kvadratov.

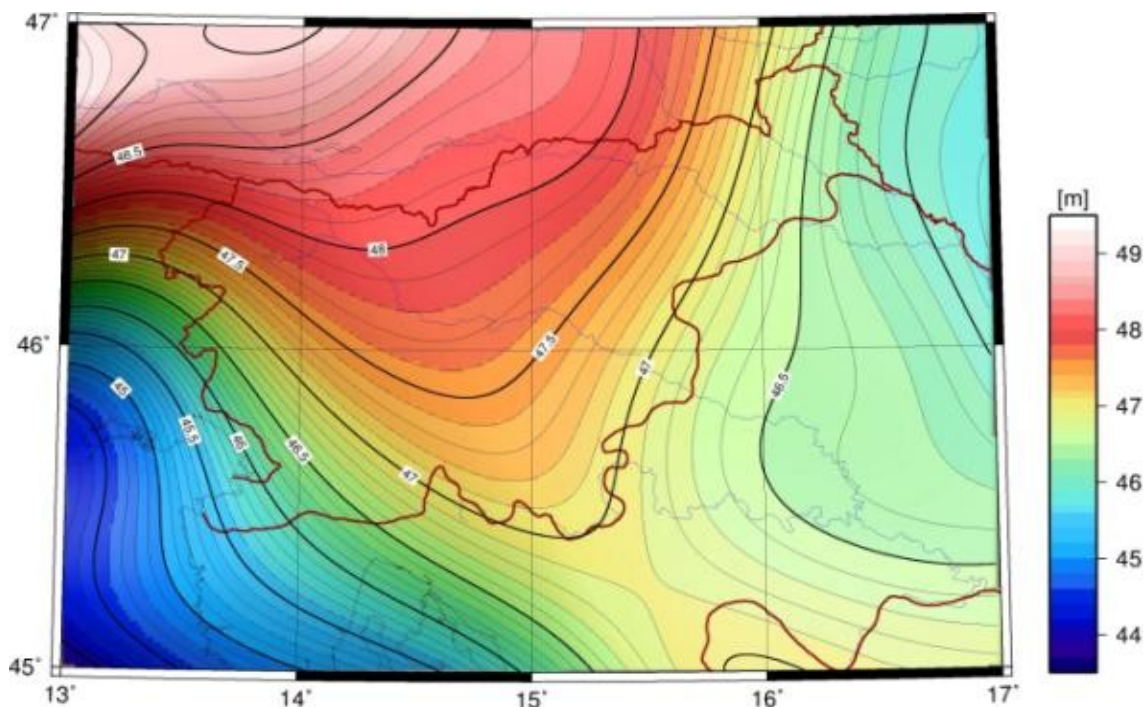
Celoten postopek priprave in obdelave podatkov za pridobitev ploskve geoida je znan z imenom Remove-restore (R-R). Postopek tvorijo trije koraki, katerim so podvrženi podatki, ki se uporabljajo za izračun ploskve geoida (Omang O., 2000):

- v prvem koraku Remove odstranimo vpliv topografskih mas, kot tudi vpliv geopotencialnega modela iz vhodnih podatkov opazovanj (v obliki anomalij težnosti oz. odklonov navpičnice).
- V drugem koraku sledi numerični postopek reševanja Stokesove enačbe, kjer opravimo predikcijo zglajenih, reduciranih geoidnih višin.
- V tretjem koraku povrnemo odstranjene vplive iz prvega koraka (Restore), oz. doda se ponoven vpliv topografskih mas ter vpliv geopotencialnega modela.

S postopkom remove pridobimo vrednosti anomalij težnosti, ki imajo "gladek" potek in nimajo velikih ekstremov, raspon vrednosti je dosti manjši od začetnih vrednosti. Za izračun vpliva topografskih mas na podatke opazovanj uporabljamo digitalne modele višin (DMV). Odstranjevanje vpliva globalnega geopotencialnega modela iz podatkov opazovanj statistično pomeni odstranitev trenda, saj so podatki po posotpku remove večinoma centrirani (njihova srednja vrednost je nič). Za ponazoritev tega si pomagajmo s sliko 9, kjer so predstavljene geoidne višine izračunane iz globalnega geopotencialnega modela EGM96 (Earth Gravitational Model 1996).

Princip izračuna Stokesove enačbe (integrala) z metodo hitre Fourierjeve transformacije je, da se začetna enačba predstavi v obliki konvolucijskega integrala (Sideris M. 2005). Tu se zamudni postopek numerične integracije zamenja s učinkovitim postopkom reševanja

konvolucije prek množenja. Pogoj za to je, da so začetni podatki (anomalije težnosti) podani v obliki pravilne celične mreže (grida).



Slika 9: ploskev geoida, izračunana iz modela EGM96 na območju Slovenije

Kot rezultat hitre Fourierjeve transformacije dobimo geoidne višine območja izračuna v gridu. Na koncu sledi vklop (transformacija) geoidne ploskve v državni vertikalni datum. Za to smo uporabili štiriindvajset GPS/nivelman točk iz prve skupinw točk.

Kontrolo vklopa in natančnost uporabe tako izračunane višinske referenčne ploskve lahko ocenimo s primerjavo interpoliranih geoidnih višin iz modela s neposredno "merjenimi" geoidnimi višinami. Za to nalogo smo uporabili 352 točk iz druge skupine GPS/nivelman točk.

#### 4.2.4.2 Uporabljeni programska oprema

Celoten postopek priprave podatkov, računanja geoidnih višin in kontrole kvalitete smo opravili s pomočjo programskega paketa GRAVSOFT (Forsberg R., Tscherning C.C. 2008). Gre za skupino posameznih programov, s katerim računamo posamezne faze v postopku določitve geoida.

Končni testni izračuni ploskve geoida v Sloveniji so bili opravljeni na Norveški Geodetski Upravi (Statens Kartverk) v Hønefossu, prvi teden novembra 2010, med obiskom slovenskih geodetov, vključenih v projekt. Delo sta vodila Dr. Ove C.D. Omang in Dag Solheim.

#### 4.2.4.3 Rezultati testnih izračunov

Kot najoptimalnejša se je izkazala rešitev z uporabo globalnega geopotencialnega modela EGM08 vklopljena na 23 GPS/nivelman točk iz prve skupine. Točka št. 20 (Ajdovščina, R4) je bila izključena, saj so bila odstopanja po vklopu prevelika. V opazovanjih na tej točki je prisoten grobi pogrešek, ki ga nadaljnje raziskati.

Geoid (višinska referenčna ploskev) je izračunana v gridu 30"x45" v mejah  $13^{\circ} < l < 16^{\circ}$  in  $45^{\circ} < f < 47^{\circ}$  (vzhodno od Greenviča in severne geografske širine). Raspon geoidnih višin na območju je med 41,972 m in 49,837 m, pri čemer je povprečna geoidna višina 45,930 m

Rezultate primerjave geoidne ploskve (višinske referenčne ploskve) po vklopu z "merjenimi" geoidnimi višinami iz druge skupine GPS/nivelman točk kaže tabela 1. Podani so statistični kazalci izračunani na podlagi odstopanj na 352 točkah.

št. točk	sredina [m]	maks. [m]	min. [m]	sd. odklon [m]
352	-0,0011	0,3655	-0,3304	0,0516

*Tabela 1: statistični kazalci primerjave višinske referenčne ploskve z "merjenimi" geoidnimi višinami iz druge skupine GPS/nivelman točk*

V drugi skupini točk je še vedno možna prisotnost grobih pogreškov. Po izločitvi točk GL113 in GL185, dobimo naslednje rezultate, glej tabelo 2.

št. točk	sredina [m]	maks. [m]	min. [m]	sd. odklon [m]
350	-0,0012	0,3245	-0,1039	0,0446

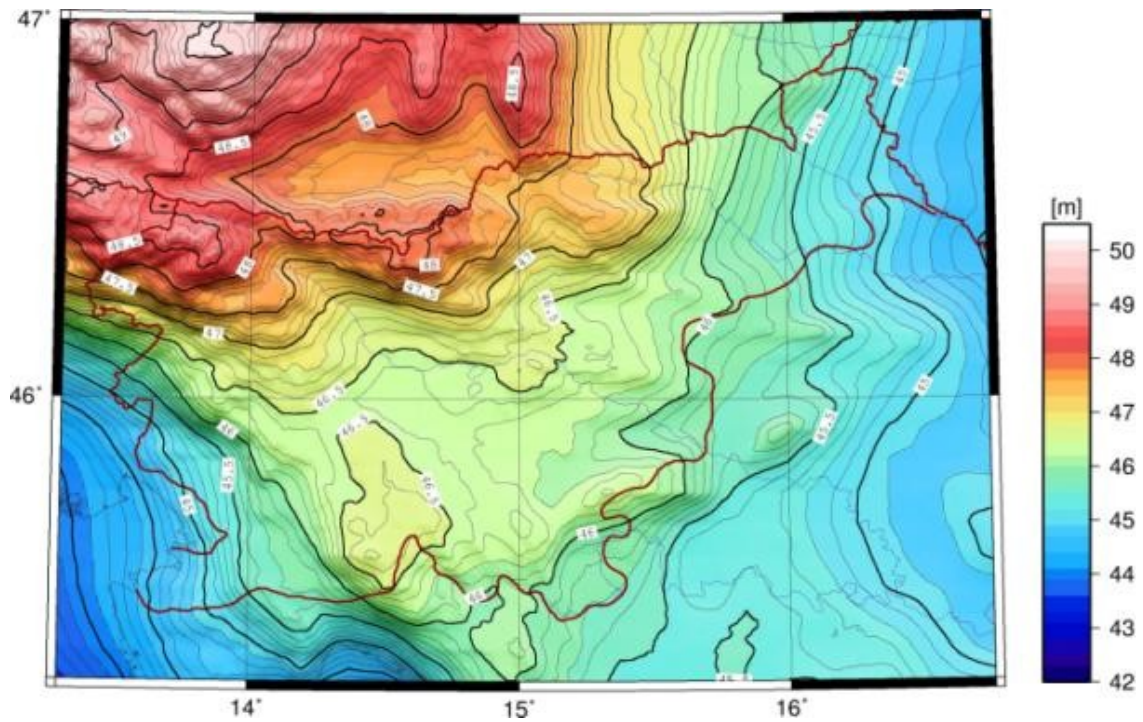
*Tabela 2: statistični kazalci primerjave višinske referenčne ploskve z "merjenimi" geoidnimi višinami iz druge skupine GPS/nivelman točk po izločitvi dve možnih grobih pogreškov*

Analiza odstopanj na vseh preostalih točkah je izpostavila tri "sumljive" vrednosti na točkah GL161, GL162 n GL163. Po izločitvi teh treh točk in ponovno opravljeni primerjavi, se standardni odklon zmanjša za 1 mm.

št. točk	sredina [m]	maks. [m]	min. [m]	sd. odklon [m]
347	-0,0037	0,0935	-0,1039	0,0355

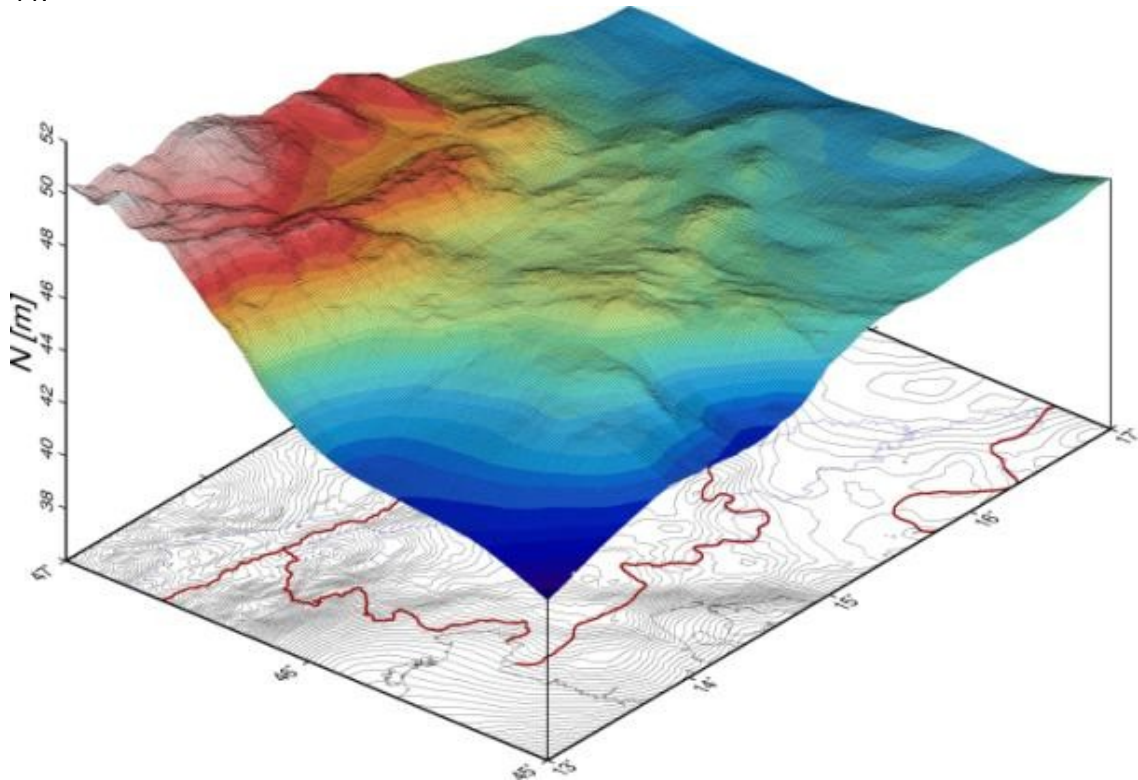
*Tabela 3: statistični kazalci primerjave višinske referenčne ploskve z "merjenimi" geoidnimi višinami iz druge skupine GPS/nivelman točk po izločitvi pet možnih grobih pogreškov*

Vizuelni prikaz izračunane testne geoidne ploskve v obliki plastnic je podan na sliki 10.



Slika 10: prikaz izračunane geoidne ploskve v obliki plastnic ( $e = 0,1 \text{ m}$ )

Tridimenzionalni prikaz testnega geoida s pogledom iz smeri jugozahoda je predstavljen na sliki 11.



Slika 11. Tridimenzionalni aksonometrični prikaz testnega geoida s pogledom iz smeri jugozahoda

#### 4.2.5 Zaključek

Ocenjujemo, da so rezultati testnega izračuna geoida na območju Slovenije zelo dobri. Na to kažejo rezultati primerjave geoidnih višin, interpoliranih iz modela (modela višinske referenčne ploskve) z "merjenimi" geoidnimi višinami iz druge skupine GPS/nivelman točk po izločitvi pet možnih grobih pogreškov. Standardni odklon izračunan na osnovi 347 odstopanj je 0,04 m. Potrebno bi bilo raziskati natančnost interpolacije na posameznih območjih Slovenije, vendar nam razporeditev "kontrolnih" GPS/nivelman točk tega še ne omogoča.

Naša želja je izračun modela, ki bo dosegel "centimetrsko" natančnost na območju celotne Slovenije. Pogoji za to so naslednji:

1. nujna pridobitev kvaletnejših gravimetričnih podatkov z ozemlja vzhodne Italije; po možnosti pa tudi z mejnega območja z Madžarsko.
2. Za vklop izračunane geoidne ploskve uporabiti čim večje število natančnih GPS/nivelman točk, enakomerno razporejenih na ozemlju Slovenije.
3. Oceniti natančnost izračunane višinske referenčne ploskve na GPS/nivelman točkah, ki so čimbolj enakomerno razporejene na območju države. Slednji in ta pogoj zaenkrat še nista izpolnjena. Opazovanja in rezultate obdelave opazovanj za pridobitev "merjenih" geoidnih višin skrbno pregledati in testirati na obstoj grobih pogreškov.
4. Izračunati ploskev geoida tudi z uporabo odklonov navpičnice; postopek izračuna bi bila v tem primeru kolokacija po metodi najmanjših kvadratov. Vse vhodne podatke statistično analizirati in oceniti parametre empirične kovariančne funkcije za območje izračuna.

Časovni plan za dokončanje del je odvisen od pridobitve potrebnih novih podatkov. Analizo obstoječih podatkov na GPS/nivelman točkah je možno opraviti v letu 2010, kot tudi izračun z metodo kolokacije, če bomo kmalu pridobili potrebne podatke gravimetričnih meritev.

Kdaj bomo pa lahko dosegli enakomerno razporeditev t.i. GPS/nivelman točk na ozemlju Slovenije je odvisno od aktivnosti GURS-a na področju OGS-a.

#### 4.2.6 Viri

- Bilibajkić P., Mladenović M., Mujagić S., Rimac I. (1979): **Tolmač za gravimetrično karto SFR Jugoslavije – Bouguerove anomalije**, Geofizika Zagreb, Zavod za geološka in geofizična raziskovanja Beograd.
- Berk S. (2010): **Priprava DMV za potrebe izračuna novega geoida, razvoj DGS2009 - Prehod na novi koordinatni sistem**, končno poročilo za leto 2010, GIS Ljubljana.
- Forsberg R., Tscherning C.C. (2008): **GRAVSOF Geodetic gravity field modelling programs**, priročnik za uporabo programskega paketa.
- Heiskanen W.A., Moritz H. 1967. **Physical Geodesy**, ponatis TU Graz.
- Ove C.D. Omang (2000): **The challenge of precise geoid determination - applied to norwegian extremities: glaciers, fjords and mountains**, doktorska disertacija, Institutt for kartfag, Norges Landbrukshøgskole, Scientific report št. 4, Ås, Norveška.
- Pribičević B. (2000): **Uporaba geološko-geofizičnih in geodetskih baz podatkov za računanje ploskve geoida Republike Slovenije**, doktorska disertacija, UL FGG, Ljubljana.
- Rizos C. (1982): **The role of the geoid in high precision geodesy and oceanography**, DGK Reihe A, zvezek št. 96. München.



- Sideris M. (2005): **Geoid determination by FFT techniques**, pisana predavanja z "*International School for the determination and use of the geoid*", 31.01.-4.02.2005, Budimpešta.
- Solheim D. (1997): **New height reference surfaces for Norway**, Zbornik simpozija EUREF, Trømse, junij 2000.

## **5 Podporne naloge na področju DGS**

### **5.1 Obveščanje javnosti (NALOGA 4.1)**

*Povzetek: Sandi Berk*

*Poročilo o izvedbi zaključne konference: Darja Pegan Žvokelj*

*Ostali sodelujoči (zbornik, brošura, spletne strani, organizacija): mag. Jurij Režek, mag. Klemen Medved, mag. Nives Jurcan, Kristina Perko, dr. Bojan Stopar, mag. Katja Oven, Sandi Berk, Darja Pegan Žvokelj, Jani Demšar, Roman Vrabič, , Marko Zore, Miran Janežič*

*Predavatelji in moderatorja na zaključni konferenci: mag. Jurij Režek, dr. Tomislav Bašič, Norbert Höggerl, dr. Ambrus Kenyeres, mag. Klemen Medved, dr. Dalibor Radovan, Katja Bajec, dr. Bojan Stopar, mag. Oskar Sterle, Sandi Berk, dr. Božo Koler, dr. Miran Kuhar*

#### **Povzetek**

Pripravljena je bila zaključna konferenca projekta, izvedena dne 24. 11. 2010 v Ljubljani. Naslov zaključne konference je Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji. Prvi del konference je namenjen vpogledu v mednarodno prakso – z vabljenimi predavatelji z Norveške, Avstrije, Madžarske in Hrvaške. V drugem delu je poudarek na predstavitvi rezultatov projekta.

Pripravljena je bila tudi brošura ob zaključku projekta in zbornik projekta, ki podaja bibliografski pregled (s kratkimi povzetki) vseh končnih in tehničnih poročil projekta ter vseh objav in predstavitev na konferencah in delavnicah projekta. Zbornik in brošura z naslovom »Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji« sta ločeno vezani prilogi elaborata.

Pripravljene so bile spletne strani s predstavitvijo vseh rezultatov štiriletnega projekta, ki vključujejo opis projekta, namen in cilje ter elektronski dostop vseh elaboratov – končnih in tehničnih poročil ter drugih gradiv, nastalih v okviru projekta. Prav tako je pripravljen pregled objav na teme projekta.

### **5.1.1 Zaključna konferenca**

Geodetski inštitut Slovenije je v sodelovanju z Geodetsko upravo RS organiziral pripravo in izvedbo zaključne konference projekta z naslovom »Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji«.

Dogodek se je odvijal v Ljubljani 24. novembra 2010 v hotelu Mons, natančneje v Plečnikovi dvorani. Konferenčni prostor je imel kapacitete za 150-180 udeležencev. Zagotovljena je bila vsa tehnična oprema za simultano prevajanje iz slovenščine v angleščino in obratno, dve prevajalki, ozvočenje in 2 hostesi. Udeležencem in govorcem smo nudili tudi pogostitev med dvema glavnima odmoroma ter organizirali delovno kosilo za ožji krog izbranih vabljenih predavateljev.

Na zaključni konferenci je Geodetska uprava RS ob zaključku štiriletnega projekta »Vzpostavljanje omrežja postaj GPS in evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji« predstavila področje vzpostavljanja sodobne geoinformacijske infrastrukture kot osnove za trajnostni razvoj države.

Seznam vabljenih udeležencev je vseboval različne ciljne grupe (GURS, območne geodetske uprave, fakultete, ministrstva in druge vodilne državne institucije, občine, geodetski izvajalci, medijske hiše, novinarji in drugi). Po e-pošti smo vabilo na zaključno konferenco razposlali na cca 660 naslovov. Vabila so bila vabljenim udeležencem poslana tudi po klasični pošti. V ta namen je bilo vabilo s programom konference izdelano in oblikovano za tisk v 500 izvodih.

Vsa promocijska gradiva, ki so predstavljena v nadaljevanju, so bila iz oblikovalskega stališča oblikovana v celostni podobi, kot razpoznavni del dogodka zaključne konference in zaključka štiriletnega projekta. Vsebina, oblika in forma je bila usklajena z Geodetsko upravo Republike Slovenije.

#### **5.1.1.1 Izdelava vabila in programa zaključne konference**

Zaključne konference so se kot govorniki udeležili izvajalci projekta in priznani strokovnjaki iz Slovenije, Norveške in sosednjih držav Avstrije, Hrvaške ter Madžarske. Slednje je razvidno iz programa konference, ki je bila izdelana v slovenski in angleški inačici:

## VABILO

Spoštovani,

vabimo vas na zaključno konferenco projekta

### Vzpostavljanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji

ki bo

v sredo, 24. novembra 2010, ob 9:00  
v Hotelu MONS, Pot za Brdom 4 v Ljubljani

Geodetska uprava Republike Slovenije pri Ministrstvu za okolje in prostor ob zaključku štiriletnega projekta »Vzpostavljanje omrežja postaj GPS in evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji« predstavlja področje vzpostavljanja sodobne geoinformacijske infrastrukture kot osnove za trajnostni razvoj države.

Projekt je podprt preko Norveškega finančnega mehanizma in obsega tri temeljne sklope sodobne geoinformacijske infrastrukture, ki je usklajena z evropsko direktivo INSPIRE, in sicer vzpostavitev državnega omrežja stalnih postaj GPS in vzpostavitev horizontalne ter vertikalne sestavine novega državnega prostorskega referenčnega sistema.

K vpeljavi evropskega prostorskega referenčnega sistema ESRS nas zavezujejo tudi resolucije EUREF, podkomisije za referenčni sestav za Evropo pri Mednarodnem združenju za geodezijo.

Zaključek projekta bomo obeležili s konferenco, na kateri bodo govorniki izvajalci projekta in priznani strokovnjaki iz Slovenije, Norveške in sosednjih držav Avstrije, Hrvaške ter Madžarske.

Vljudno vabljeni!

Geodetska uprava Republike Slovenije



mag. Jurij Režek,  
direktor Urada za geodezijo



Aleš Seliškar,  
generalni direktor

9:00 – 9:30	<b>Prihod udeležencev</b>
	<b>25' Uvodni nagovori</b>
9:30 – 9:55	prof. dr. Roko Žarnić, Minister za okolje in prostor RS Aleš Seliškar, generalni direktor Geodetske uprave RS Nje. eksc. qa. Guro Katharina Helwiq Vikør, veleposlanica Kraljevine Norveške mag. Jurij Režek, direktor Urada za geodezijo Geodetske uprave RS prof. dr. Matjaž Mikoš, dekan Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani
	<b>1 h 05' MEDNARODNA PRAKSA</b>
9:55 – 11:00	15' <b>Implementation of ESRS in Norway</b> Olaf Magnus Østensen, Državna geodetska uprava Norveške (SK), Hønefoss 15' <b>CROPOS – Current Status and Implementation of T7D Transformation Model</b> prof. dr. Tomislav Bašić, Univerza v Zagrebu, Geodetska fakulteta 15' <b>Establishment of the new Reference Systems in Austria</b> Norbert Höggerl, Zvezni urad za meroslovje in geodezijo (BEV), Dunaj 10' <b>The modernization of the Hungarian Geodetic Reference Networks</b> dr. Ambrus Kenyeres, Inštitut za geodezijo, kartografijo in daljinsko zaznavanje (FÖMI), Budimpešta 10' <b>Activities and Initiatives of the EUREF TWG to Improve the ESRS</b> dr. Ambrus Kenyeres, Inštitut za geodezijo, kartografijo in daljinsko zaznavanje (FÖMI), Budimpešta
11:00 – 11:30	<b>Odmor</b>
	<b>2 h 30' VZPOSTAVITEV V SLOVENIJI</b>
11:30 – 14:00	15' <b>Projekt »Vzpostavljanje omrežja postaj GPS in Evropskega koordinatnega sistema v Sloveniji«</b> mag. Klemen Medved, Geodetska uprava RS
	<b>1 h Horizontalni sistem</b>
11:45 – 12:45	20' <b>Omrežje GNSS postaj - SIGNAL</b> dr. Dalibor Radovan, Katja Bajec, Geodetski inštitut Slovenije izr. prof. dr. Bojan Stopar, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo 20' <b>Geokinetika ozemlja Slovenije</b> izr. prof. dr. Bojan Stopar, mag. Oskar Sterle, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo 20' <b>Transformacije prostorskih podatkov</b> izr. prof. dr. Bojan Stopar, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Sandi Berk, Geodetski inštitut Slovenije
12:45 – 13:00	<b>Odmor</b>
	<b>1 h Višinski sistem, gravimetrija in geoid</b>
13:00 – 14:00	20' <b>Novi višinski sistem</b> doc. dr. Božo Koler, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo 20' <b>Nova gravimetrična mreža</b> mag. Klemen Medved, Geodetska uprava RS 20' <b>Novi (testni) geoid</b> doc. dr. Miran Kuhar, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
14:00 – 14:05	<b>Zaključne besede</b> mag. Jurij Režek, direktor Urada za geodezijo Geodetske uprave RS

Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.

## Establishing the European Spatial Reference System in Slovenia

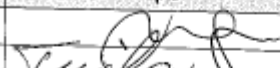

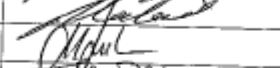
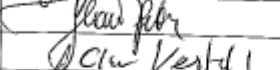

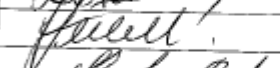
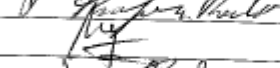


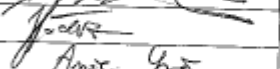
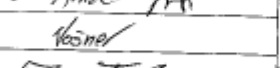

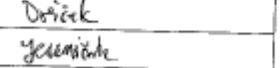
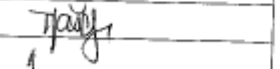
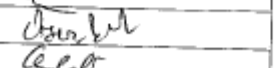
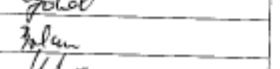









24 November 2010, Hotel Mons, Ljubljana  
Conference Programme

9:00 – 9:30	<b>Registration</b>
9:30 – 9:55	25' <b>Opening Session</b>
	Prof. Roko Zamlić, PhD, Minister of the Environment and Spatial Planning of the Republic of Slovenia
	Aleš Sellškar, General Director of the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia
	Her Excellency Guro Katharina Helwig Vikar, Ambassador of Norway to Slovenia
	Jurij Režek, MSc, Head of the Geodesy Office at the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia
	Prof. Matjaž Mikoš, PhD, Dean of the Faculty of Civil and Geodetic Engineering at the University of Ljubljana
9:55 – 11:00	1 h 05' <b>Session 1: International Experiences</b>
	15' <b>Implementation of ESRs in Norway</b> Olav Vestal, Norwegian Mapping Authority (Statens kartverk), Hønefoss
	15' <b>CROPOS – Current Status and Implementation of T7D Transformation Model</b> Prof. Tomislav Bašić, PhD, Faculty of Geodesy at the University of Zagreb
	15' <b>Establishment of the new Reference Systems in Austria</b> Norbert Högger, Federal Office of Surveying and Metrology (BEV), Vienna
	10' <b>The modernization of the Hungarian Geodetic Reference Networks</b> Árnórus Kenyeres, PhD, Institute of Geodesy, Cartography, and Remote Sensing (FOMI), Budapest
	10' <b>Activities and Initiatives of the EUREF TWG to Improve the ESRs</b> Árnórus Kenyeres, PhD, Institute of Geodesy, Cartography, and Remote Sensing (FOMI), Budapest
11:00 – 11:30	<b>Coffee Break</b>
11:30 – 14:00	2 h 30' <b>Session 2: Implementation in Slovenia</b>
	15' <b>The Project «Establishment of the Network of GPS Stations and European Spatial Reference System in Slovenia»</b> Klemen Medved, MSc, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia
11:45 – 12:45	1 h <b>Horizontal System</b>
	20' <b>The Network of GNSS Stations – SIGNAL</b> Dalibor Radovan, PhD, and Katja Bajec, Geodetic Institute of Slovenia
	20' <b>Geokinematics of the Territory of Slovenia</b> Assoc. Prof. Bojan Stopar, PhD, and Oskar Sterle, MSc, Faculty of Civil and Geodetic Engineering at the University of Ljubljana
	20' <b>Transformation of Spatial Databases</b> Assoc. Prof. Bojan Stopar, PhD, Faculty of Civil and Geodetic Engineering at the University of Ljubljana, and Sandi Berk, Geodetic Institute of Slovenia
12:45 – 13:00	<b>Coffee Break</b>
13:00 – 14:00	1 h <b>Height System, Gravimetry, and Geoid</b>
	20' <b>New Height System</b> Assist. Prof. Božo Koler, PhD, Faculty of Civil and Geodetic Engineering at the University of Ljubljana
	20' <b>New Gravimetric Network</b> Klemen Medved, MSc, Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia
	20' <b>New (Test) Geoid</b> Assist. Prof. Miran Kuhar, PhD, Faculty of Civil and Geodetic Engineering at the University of Ljubljana
14:00 – 14:05	<b>Closure</b>
	Jurij Režek, MSc, Head of the Geodesy Office at the Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia

### 5.1.1.2 Udeleženci konference

Konference se je udeležilo cca 170 poslušalcev, kot je razvidno iz liste prisotnih:

Vzpostavlanje evropskega prostorskega referenčnega sistema v Sloveniji  
Ljubljana, 24. november 2010

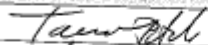
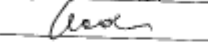
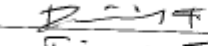
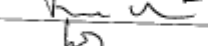
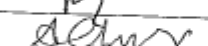
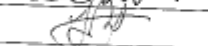




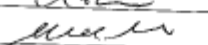
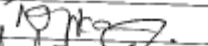
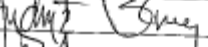




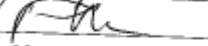
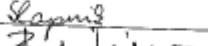
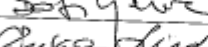


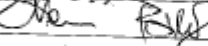
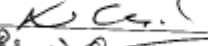

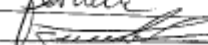
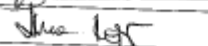

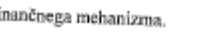



Zap. št.	Preimek in ime	Podpis
1.	FLUGAR TADANA	
2.	JOC TRIGLAV	
3.	SANDI BERK	
4.	MEDVED KLEDEN	
5.	LUTMAN MAGDA	
6.	may - HORVAT PETER LIDIJA	
7.	Vestel Olav	
8.	HÜGGERL Norbert	
9.	BOSTJAN ZARBI	
10.	LEOK STULAC	
11.	RADO ŠKAFAR	
12.	JOŽE MIKUČ	
13.	ZULČ MIRAHA	
14.	ČVAL BORUT	
15.	DRGAN GREGOR	
16.	BLAŽ ISTENIČ	
17.	MIHA HOČEVAR	
18.	ANŽE GRDAR	
19.	TOMAŽ VOŠNER	
20.	JERNEJ TORAVEC	
21.	TOMI OZNEC	
22.	DREŠČEK URŠKA	
23.	JESENIČNIK ANA	
24.	BARŠČEK TJASA	
25.	VID BALEK	
26.	SAHO OZVALDIČ	
27.	GOLOB ZREČKA	
28.	BRLAN ERIKA	
29.	KOLAR VIVINA	
30.	ANA LENARČIČ	

Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.

Zap. št.	Príimek in ime	Podpis
31.	MIRAN KUCHAR	<i>M. Kuchar</i>
32.	TOMISLAV BASTIČ	<i>T. Bastič</i>
33.	MENAD SMOLČAK	<i>M. Smolčak</i>
34.	KOZJANEŽ LUKA	<i>L. Kozjanec</i>
35.	VOJKO OMAN	<i>V. Oman</i>
36.	SASA KOSELI	<i>S. Koselj</i>
37.	Vladimir BLES	<i>V. Bles</i>
38.	TOMAŽ GRILJ	<i>T. Grilj</i>
39.	IVAN LOMČ	<i>I. Lomč</i>
40.	SAMO KUMAR	<i>S. Kumar</i>
41.	BELINC SARINA	<i>S. Belinc</i>
42.	VESEL SIMONA	<i>S. Vesel</i>
43.	ŽLEPČER JORA	<i>J. Žlepčar</i>
44.	POGARČIČ MATEJ	<i>M. Pogarčič</i>
45.	UROŠ KAVČEK	<i>U. Kavčec</i>
46.	BLAŽ KREVIH	<i>B. Krevih</i>
47.	POLONA GORTHAR	<i>P. Gorthar</i>
48.	GAJA BERUŠIČ	<i>G. Berušič</i>
49.	ROK SLAVEC	<i>R. Slavec</i>
50.	ROK KOROŠIČ	<i>R. Korušič</i>
51.	STIPLOŠEK MATEJ	<i>M. Stiplošek</i>
52.	BLAŽ POČEK	<i>B. Poček</i>
53.	VID GRAHOR	<i>V. Grahor</i>
54.	KLEMEN ŠPRUK	<i>K. Špruk</i>
55.	SIMON ŠARN	<i>S. Šarn</i>
56.	BLAŽ VIČIČ	<i>B. Vičič</i>
57.	MATEJA KATELIČ	<i>M. Katelich</i>
58.	ČRT RUDMAN	<i>Č. Rudman</i>
59.	MARIJAN VOGELJAK	<i>M. Vogeljak</i>
60.	SAMO CEKLIN	<i>S. Ceklin</i>
61.	BOLENT TOGAU ŠKOFELJ	<i>B. Tošič</i>
62.	OMI LEVIČNIK	<i>O. Levčnik</i>

Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.



Zap. št.	Priimek in ime	Podpis
63.	TOMAŽ TETEK	
64.	RAJDOVAN DALIBOR	
65.	FADIGA DOMINIK	
66.	MLAC TINE	
67.	SABINA TROJLIH	
68.	ALESSANDRA CHIARANDINI	
69.	BOŠTJAN SAVŠEK	
70.	MATEJ POLAK	
71.	GABRIELA PALINKAČ	
72.	PREML BORIS	
73.	PEŠTEREN PETER	
74.	AZHAN IRENA	
75.	MEDVED MATEJ	
76.	DNES JURČAN	
77.	ŠINKOVEC Andraž	
78.	KRIVIC NATIJA	
79.	KUMELT ŠPELA	
80.	OSKAR ŠERLE	
81.	MATEJ HAJAČ	
82.	NIKA MESNER	
83.	TOMAŽ ŠTURM	
84.	MATEJA SLATNIK	
85.	MARINKO BOSILJEVAC	
86.	ANKA LISEC	
87.	BRNO ŠTEPAUČ	
88.	MANJČ GAJPER	
89.	NEVEN BILOBLA	
90.	UMOT KOPRA	
91.	OPRAVS PRIMOŽ	
92.	MARTINA KOLENC	
93.	SUJAN NET	
94.	TINA BAZAR	



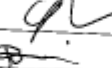

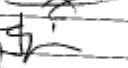





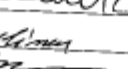
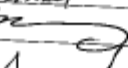


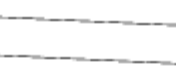
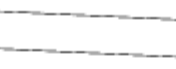
Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.

Zap. št.	Priimek in ime	Podpis
95.	HOJAN PETER	<i>[Signature]</i>
96.	KLINAR PETRA	<i>[Signature]</i>
97.	IPAVEC KATARINA	<i>[Signature]</i>
98.	KLINAR ALENKA	<i>[Signature]</i>
99.	PEJEC ANDREJA	<i>[Signature]</i>
100.	ŠPELA ZACAR	<i>[Signature]</i>
101.	KOTNIK IVANA	<i>[Signature]</i>
102.	CIMERMAN MARIJA	<i>[Signature]</i>
103.	KOJNIC BORUT	<i>[Signature]</i>
104.	SEBEL KERSINAR ALOJA	<i>[Signature]</i>
105.	BOROVIC BORUT	<i>[Signature]</i>
106.	BOŠJAN TURK	<i>[Signature]</i>
107.	GORČAN SANDRA	<i>[Signature]</i>
108.	TRUNK JOŽE	<i>[Signature]</i>
109.	NAROB TANEZ	<i>[Signature]</i>
110.	RHOVNIK MARIJANA	<i>[Signature]</i>
111.	BENJIT MARIJA	<i>[Signature]</i>
112.	BRUMEC, TIJANA	<i>[Signature]</i>
113.	MIKLAVŽIN VLASTA	<i>[Signature]</i>
114.	KATIJA FAJEC	<i>[Signature]</i>
115.	BOŠTJAN VIŽJAK	<i>[Signature]</i>
116.	BOJANI STOPAR	<i>[Signature]</i>
117.	MATIJA KLANJČEK	<i>[Signature]</i>
118.	DUŠAN PETROVIČ	<i>[Signature]</i>
119.	ČVENIKUJ JOŽE	<i>[Signature]</i>
120.	Wichterichová Jozse	<i>[Signature]</i>
121.	SASA BOBNAR	<i>[Signature]</i>
122.	DUŠAN KOLO	<i>[Signature]</i>
123.	SIMONA SINKEL	<i>[Signature]</i>
124.	KLEČEN KRISTINA	<i>[Signature]</i>
125.	TOMIŠ PROHARNIK	<i>[Signature]</i>
126.	Željko Komolc	<i>[Signature]</i>

Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.

Zap. št.	Priimek in ime	Podpis
127.	MIKOŠ MATJAZ	Mikoš
128.	KAJA KANDARE	Kaja Kandare
129.	MATEJ ČEMLIČ	Matej Čemlič
130.	MARJKA ČEMLIČ	M. Čemlič
131.	ROKO ŽARNIČ	Roko Žarnič
132.	BOŽO KOLAR	Božo Kolar
133.	KLARA ČEBULIČ	Klara Čebulič
134.	SAJA FRAČI	Saja Frači
135.	MATEJ MALIGOJ	Matej Maligoj
136.	ANA KOKALJ	Ana Kokalj
137.	BOŠTJAN VIDAR	Boštjan Vidar
138.	MILICA BOGDAN	Milica Bogdan
139.	AJDA KATARINA DEGAN	A. Degan
140.	JAKA KLUN	Jaka Klun
141.	DEAN ŽOPIČ	Dean Žopič
142.	ROBERT STOPAR	Robert Stopar
143.	MAREŠTEN POLONA	Marešten Polona
144.	MARJETA DAMJANA	M. Damjana
145.		
146.		
147.		
148.		
149.		
150.		
151.		
152.		
153.		
154.		
155.		
156.		
157.		
158.		

Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.

Zap. št.	Preimek in ime	Podpis
159.	BILC ANDREJ	
160.	MARJAN KOTIK	
161.	JARLAN NIKOLAJ	
162.	BORIS KOVIČ	
163.	KASNIK IGOR	
164.	BOJAN PREDNIK	
165.	CIHPRIC TINA	
166.	KMETIČ SANDI	
167.	BOŠTJAN HODVATZ	
168.	MARKO TOMAŽIN	
169.	VADEBATH MATEJA	
170.	UREKA BRODUK	
171.	MUNAR MARKO	
172.	BOŠTJAN BREČER	
173.	MATEJ PETROVŠEK	
174.	DEBOLD LIJAN	
175.		
176.		
177.		
178.		
179.		
180.		
181.		
182.		
183.		
184.		
185.		
186.		
187.		
188.		
189.		
190.		

Podprto z donacijo Norveške preko Norveškega finančnega mehanizma.

Izdelana so bila posebna obvestila za javnost, ki so bila objavljena na spletnih straneh Ministrstva za okolje in prostor (info točka).

### 5.1.2 Izdelava zbornika

Za udeležence zaključne konference smo izdelali zbornik projekta, v katerem so zbrani vsi elaborati projekta, prispevki na konferencah, seminarjih in delavnicah projekta, objave v revijah

in prispevki v monografijah in zbornikih. Zbornik je bil tiskan v 200 izvodih. V pdf obliki je objavljen na spletnih straneh projekta:

[http://e-prostor.gov.si/fileadmin/projekti/DGS/2010p/Zbornik\\_projekta.pdf](http://e-prostor.gov.si/fileadmin/projekti/DGS/2010p/Zbornik_projekta.pdf)

### **5.1.3 Izdelava brošure**

Poleg ostalih gradiv je bila za potrebe promocijskih aktivnosti projekta izdelana tudi brošura projekta, ki na pregleden besedilno-slikoven in strnjen način predstavlja osnovne informacije o projektu: namen projekta, kdo so izvajalci projekta, časovni in finančni okviri in vsebina projekta. Brošura je bila tiskana v 400 izvodih. V pdf obliki je objavljena na spletnih straneh projekta:

[http://e-prostor.gov.si/fileadmin/projekti/DGS/Brosura\\_projekta.pdf](http://e-prostor.gov.si/fileadmin/projekti/DGS/Brosura_projekta.pdf)

#### **5.1.3.1 Izdelava plakata**

Promocijski del gradiv predstavlja tudi plakat, ki je bil izdelan kot dodatna grafično-informacijska podpora tekom izvedbe samega dogodka zaključne konference.

### **5.1.4 Izdelava spletnih strani projekta**

Spletne strani projekta so bile izdelane v okviru obstoječega okolja prostorskega portala Geodetske uprave Republike Slovenije. Informacije o »Norveškem projektu« se nahajajo na zavihku »Projekti«, natančneje na povezavi:

<http://e-prostor.gov.si/index.php?id=871>

## **5.2 Zaključno poročilo projekta (NALOGA 4.2)**

*Poročilo in povzetek: Sandi Berk*

### **Povzetek**

Naloga obsega pripravo zaključnega poročila z izvlečki nalog za vsa štiri leta trajanja projekta, skladno s predpisanimi obrazci zaključnega poročila.

### **5.3 Letno poročilo in udeležba na konferenci EUREF (NALOGA 4.3)**

*Povzetek: Sandi Berk*

*Nacionalno poročilo: mag. Klemen Medved, Katja Bajec, Sandi Berk, dr. Božo Koler, dr. Miran Kuhar, dr. Dalibor Radovan, mag. Oskar Sterle, dr. Bojan Stopar*

#### **Povzetek**

20. EUREF-simpozij je potekal od 2. do 5. junija 2010 v Gävleju, Švedska. V okviru projekta je bila izvedena udeležba na simpoziju s predstavitvijo aktivnosti države v zadnjem letu (letno nacionalno poročilo). Poročilo o udeležbi na simpoziju podaja podroben pregled dogajanj na simpoziju po posameznih zasedanjih. Predstavljeni so aktivnosti posameznih držav, projekti in raziskave, izvedeni v preteklem letu, ter resolucije simpozija. Na podlagi tega poročila je bil pripravljen tudi prispevek za Geodetski vestnik. Nacionalno poročilo v pisni obliki (prispevek za zbornik), ki je bilo predhodno poslano naročniku v odobritev, je bilo dne 27. 09. 2010 (v predvidenem roku) poslano tajniku EUREF, g. Helmutu Horniku.