



Razvoj DGS 2009

Prehod na nov koordinatni sistem

**Obdelava GNSS-opazovanj za
določitev elipsoidnih višin točk
niveľmana**

Pripravila: Katja Bajec
Ljubljana, oktober 2009

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, www.gis.si

PODATKI O PROJEKTU

Naročnik:

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

Zemljemerska 12
1000 Ljubljana

Matična številka: 50263334
ID za DDV: SI 25661787

Odgovorna oseba: Aleš Seliškar, generalni direktor

Izvajalec:

Geodetski inštitut Slovenije (GI)

Ljubljana, Jamova cesta 2
1000 Ljubljana

Matična številka: 5051649000
ID za DDV: SI81498756
Račun: 01100-6030348025

Odgovorna oseba: mag. Borut Pegan Žvokelj, direktor

Pogodba:

Številka naročila: 2512-09-000076

Naslov pogodbe: **Razvoj državnega geodetskega sistema 2009 – Prehod na nov koordinatni sistem**

Naročnik: Številka pogodbe: 45050-42/2009-1

Datum: 24.08.2009

Izvajalec: Številka pogodbe: 09_111/P-SB

Datum: 02.09.2009

Zastopnik pogodbe:

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

Za izvajalca: Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.

Sodelavci:

Katja Bajec
Sandi Berk

KAZALO

1	Potek izvedbe naloge z opisom del	1
1.1	Analiza in priprava vhodnih podatkov za izračun	1
1.2	Obdelava opazovanj	1
1.3	Analiza rezultatov	1
2	Priprava podatkov	2
2.1	Seznam točk	2
2.2	Osnovne nastavitve serij	2
2.3	Seznam sprejemnikov in anten	3
2.4	Priprava vhodnih podatkov	4
2.4.1	Priprava splošnih datotek programa BERNESE	4
2.4.2	Priprava koordinat danih in novih točk v koordinatnem sistemu ETRS89	4
2.4.3	Pridobitev podatkov z enega od IGS analitičnih centrov – CODE (Center for orbit determination in Europe)	4
2.4.4	Priprava datoteke s podatki o polu v Bernese formatu	4
2.4.5	Priprava standardnih efemerid	5
2.4.6	Priprava podatkov o plimovanju morja	5
2.4.7	Priprava ostalih datotek za obdelavo v programu Bernese	5
2.4.8	Priprava RINEX datotek z opazovanji	5
2.4.9	Priprava podatkov z opazovanji v internem formatu programa Bernese	5
3	Obdelava opazovanj	6
3.1	Izračun popravkov sprejemnikovih ur	6
3.2	Sestava vektorjev	6
3.3	Predobdelava vektorjev	7
3.4	Kontrola kvalitete podatkov	8
3.5	Povzetek kontrole kvalitete podatkov	11
3.6	Izločitev slabih opazovanj iz nadaljnje obdelave	12
3.7	Ocena parametrov troposfere	13
3.8	Obdelava vektorjev	16
3.8.1	Določitev NŠCV na L5 kombinaciji opazovanj (Wide lane)	16
3.8.2	Določitev NŠCV na L3 kombinaciji opazovanj (Ionosphere free)	19
3.9	Priprava normalnih enačb	23
3.10	Izračun končnih koordinat	26
4	Primerjava rezultatov z neodvisnim izračunom GURS (obdelava s programom Trimble Business Center)	30
5	Priloge	31

1 Potek izvedbe naloge z opisom del

1.1 Analiza in priprava vhodnih podatkov za izračun

- Določitev polnih imen opazovališč ter njihovih dvo- in štiriznakovnih krajšav
- Osnovne nastavitve serij s časi začetka in konca opazovanj
- Seznam tipov sprejemnikov in anten ter višin anten na posameznih točkah
- Priprava ostalih vhodnih podatkov (koordinate referenčnih točk, približne koordinate novih točk v koordinatnem sistemu ETRS89, podatki o polu, plimovanju morja, efemeridah, idr.)

1.2 Obdelava opazovanj

- Izračun pogreškov prejemnikovih ur na podlagi kodnih opazovanj
- Tvorba neodvisnih vektorjev
- Predobdelava enojnih faznih razlik (odkrivanje in označevanje slabih opazovanj in popravljanje izpadov signala – cycle slip)
- Ocena parametrov troposfere za posamezne točke
- Določitev neznanega števila celih valov (NŠCV) za posamezne vektorje
- Izračun in kontrola koordinat točk nivelmana

1.3 Analiza rezultatov

- Primerjava rezultatov z neodvisnim izračunom elipsoidnih višin točk nivelmana (GURS; obdelava s programom Trimble Business Center)

2 Priprava podatkov

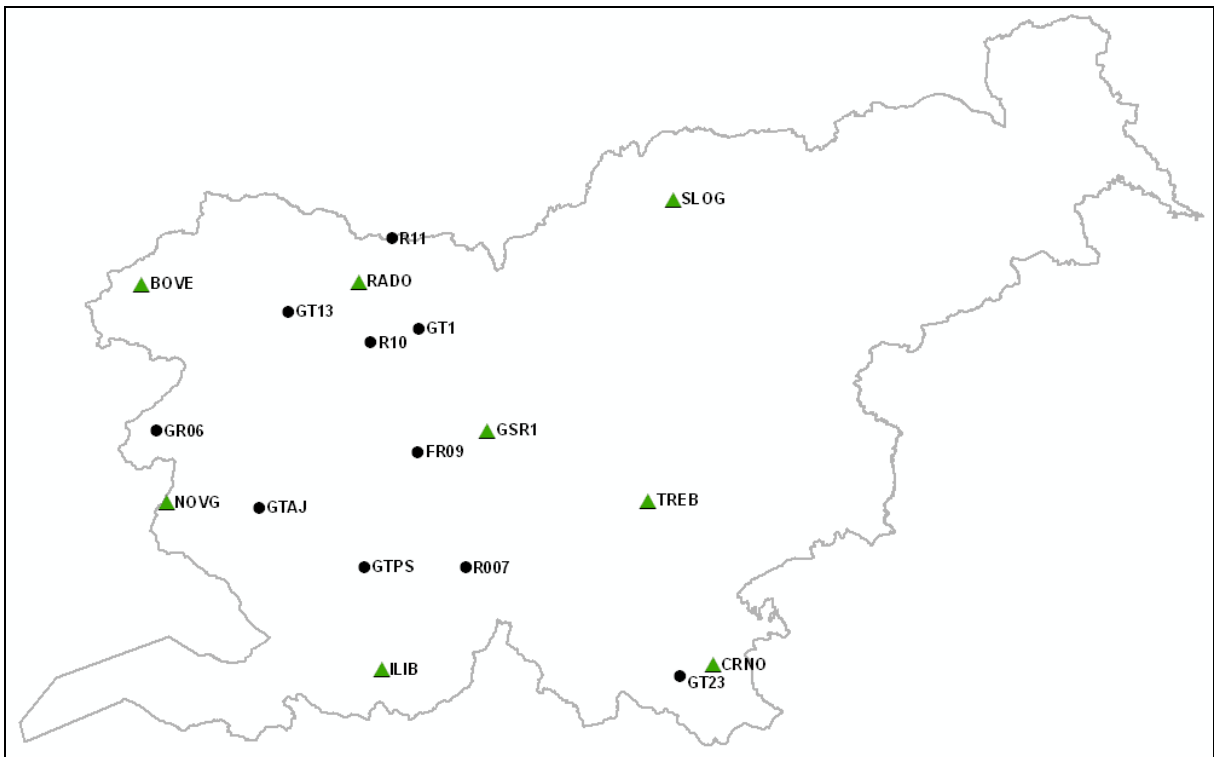
Za obdelavo opazovanj na točkah nivelmana smo uporabili programski paket Bernese 5.0. V nadaljevanju je predstavljen izbor referenčnih točk ter priprava vhodnih podatkov, ki so potrebni za izvedbo preračuna.

2.1 Seznam točk

V izračun je bilo vključenih 10 točk:

R007 (Nova vas), GTPS (Postojna), FR09 (Log), GT23 (Miklarji), GTAJ (Ajdovščina), GR06 (Plave), GT1 (Kranj), R10 (Selca), GT13 (Bohinjska Bistrica), R11 (Ljubelj).

Za vklop točk nivelmana v ETRS89 je bilo uporabljenih 8 referenčnih točk omrežja SIGNAL: GSR1 (Ljubljana), TREB (Trebње), ILIB (Ilirska Bistrica), CRNO (Črnomelj), RADO (Radovljica), NOVG (Nova Gorica), BOVE (Bovec), SLOG (Slovenj Gradec).



Slika 1: Pregled točk, katerim smo določali koordinate v okviru tega izračuna, in referenčnih točk omrežja SIGNAL.

2.2 Osnovne nastavitve serij

Opazovanje smo obdelali v petih serijah. Osnovne lastnosti serij s časi začetka in konca opazovanj so podani v Preglednici 1.

Serija	Oznaka serije	Datum začetka	Ura začetka	Datum konca	Ura konca	Novo točke	Dane točke
1	2860	13.10.2009	00:00:00	14.10.2009	23:59:59	GT23 R007	GSR1, TREB ILIB, CRNO
2	2920	19.10.2009	00:00:00	20.10.2009	23:59:59	FR09 GTPS	GSR1, ILIB RADO, NOVVG
3	3000	27.10.2009	00:00:00	28.10.2009	23:59:59	OR11 GT13	BOVE, SLOG RADO, GSR1
4	3140	10.11.2009	00:00:00	11.11.2009	23:59:59	OR10 OGT1	RADO, SLOG GSR1, NOVVG
5	3210	17.11.2009	00:00:00	18.11.2009	23:59:59	GTAJ GR06	ILIB, NOVVG BOVE, RADO

Preglednica 1: osnovne nastavitve serij za obdelavo opazovanj

2.3 Seznam sprejemnikov in anten

Seznam uporabljenih tipov GNSS-sprejemnikov in anten ter višin anten (merjeno do ARP antene) na posameznih točkah/stalnih postajah je podan v preglednici 2.

Podatki o tipih sprejemnikov in anten in višinah anten so bili za točke omrežja SIGNAL privzeti iz log datotek, dostopnih preko spletnih strani Službe za GPS. Ostale višine so bile privzete iz terenskih zapisnikov izmere točk nivelmana ([Priloga 1](#)).

Ime točke			Sprejemnik	Antena	Radome	Višina antene [m]	
Polno ime	oznaka (4-znak.)	oznaka (2-znak.)					
1	Bovec	BOVE	BD	TRIMBLE NETR5	TRM55971.00	TZGD	0.0650
2	Črnomelj	CRNO	CR	TRIMBLE NETR5	TRM55971.00	TZGD	0.0650
3	Ljubljana	GSR1	LJ	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS	0.0650
4	Ilirska Bistrica	ILIB	IL	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00	TZGD	0.0650
5	Nova Gorica	NOVG	NG	LEICA GRX1200PRO	LEIAT504	LEIS	0.0650
6	Radovljica	RADO	RA	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00	TZGD	0.0650
7	Slovenj Gradec	SLOG	SG	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00	TZGD	0.0650
8	Trebnje	TREB	TR	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00	TZGD	0.0650
9	Log	FR09	F9	TRIMBLE 4000SSE	TRM22020.00+GP	NONE	1.8160
10	Plave	GR06	G6	TRIMBLE 4000SSI	TRM22020.00+GP	NONE	1.5120
11	Kranj	OGT1	G1	TRIMBLE 4000SSE	TRM22020.00+GP	NONE	1.9930
12	Bohinjska Bistrica	GT13	G4	TRIMBLE 4000SSI	TRM22020.00+GP	NONE	1.6590
13	Miklarji	GT23	G5	TRIMBLE 4000SSI	TRM22020.00+GP	NONE	1.6110
14	Ajdovščina	GTAJ	GJ	TRIMBLE 4000SSI	TRM22020.00+GP	NONE	1.6020
15	Postojna	GTPS	GS	TRIMBLE 4000SSE	TRM22020.00+GP	NONE	1.5710
16	Ljubelj	OR11	R2	TRIMBLE 4000SSE	TRM22020.00+GP	NONE	0.3107
17	Nova vas	R007	R7	TRIMBLE 4000SSE	TRM22020.00+GP	NONE	1.5350
18	Selca	OR10	R1	TRIMBLE 4000SSI	TRM22020.00+GP	NONE	1.5640

Preglednica 2: seznam uporabljene opreme na posameznih točkah in višine anten (povzetek datotek SIGNAL.STA in SIGNAL.ABB)

2.4 Priprava vhodnih podatkov

Priprava vhodnih podatkov za obdelavo opazovanj v programskem paketu Bernese 5.0 vključuje naslednje korake:

2.4.1 Priprava splošnih datotek programa BERNESE

Naslednje datoteke se (lahko) spreminjajo na dnevni ravni in jih je potrebno pred vsako obdelavo kampanje prenesti s ftp naslova <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/BSWUSER50/GEN> v mapo ... /BSWUSER50/GEN:

- DATUM. – definicije geodetskega datuma
- RECEIVER. – podatki o različnih tipih sprejemnikov
- PHAS_COD.I05 – podatki o različnih tipih anten
- SATELLIT.I05 – podatki o satelitih
- SAT_\$Y+0.CRX – problemi s sateliti
- GPSUTC. – UTC prestopne sekunde
- POLOFF.

2.4.2 Priprava koordinat danih in novih točk v koordinatnem sistemu ETRS89

Podatke o koordinatah danih točk v ETRS89 smo pridobili na spletni strani omrežja SIGNAL (poročilo o **Izračunu koordinat stalnih postaj omrežja SIGNAL – uskladitev s slovenskim geodetskim datumom D96**):

http://www.gu-signal.si/images/stories/pdf/Obvestilo_MiniEUREF07_21_12_2007.pdf

Za približne koordinate novih točk smo privzeli koordinate iz glave RINEX datotek z opazovanji na točkah nivelmana.

2.4.3 Pridobitev podatkov z enega od IGS analitičnih centrov – CODE (Center for orbit determination in Europe)

Na ftp naslovu <ftp://ftp.unibe.ch/aiub/CODE/> smo pridobili naslednje datoteke:

- **Precizne efemeride** (*.EPH): pred uvozom v program Bernese je bilo potrebno datotekam spremeniti končnico datotek v PRE -> prenesli smo jih v mapo **ORB**
- Podatke o **parametrih orientacije Zemlje** (*.ERP) -> prenesli smo jih v mapo **ORB**
- Podatke o **urinem teku satelitovih ur** (*.CLK) -> prenesli smo jih v mapo **OUT**
- Podatke o **stanju ionosfere** (*.ION): zaradi dvodnevni serij je bilo potrebno pred obdelavo v programu Bernese združiti po dve zaporedni dnevni datoteki v skupno datoteko! -> prenesli smo jih v mapo **ATM**
- Mesečne datoteke o **zamiku med kodama P1 in P2** (P1P2yymm.DCB) ter **kodama P1 in C1** (P1C1yymm.DCB) -> prenesli smo jih v mapo **ORB**

2.4.4 Priprava datoteke s podatki o polu v Bernese formatu

Bernese modul: POLUPD

Zagon: Menu -> Orbits/EOP->Handle EOP Files-> Convert IERS to Bernese format
Izhodne datoteke: COD\$YD+0.ERP

Skupaj s preciznimi efemeridami prenesemo kompatibilne podatke o orientaciji Zemlje (EOP datoteke). Efemeride so podane v dnevni, EOP datoteke pa v tedenski datotekah. EOP datoteke je potrebno pretvoriti iz IERS/IGS standardnega formata v interni Bernese format.

2.4.5 Priprava standardnih efemerid

Bernese modul: PRETAB

Zagon: `Menu -> Orbits/EOP-> Create tabular orbits`

Izhodne datoteke: COD\$YD+0.TAB in COD\$YD+0.CLK

PRETAB transformira precizne efemeride iz terestričnega v nebesni referenčni sestav (*.TAB) in generira datoteke s podatki o urah satelitov (*.CLK).

Bernese modul: ORBGEN

Zagon: `Menu -> Orbits/EOP-> Create standard orbits`

Izhodne datoteke: COD\$YD+0.STD

Kontrola: ORB\$YD+0.OUT -> RMS za vsakega od satelitov ne sme presežati vrednosti 0.02 m!

ORBGEN pripravi t.i. standardne tirnice, ki so eden od vhodnih podatkov modula CODSP (ki izračuna popravke sprejemnikovih ur).

2.4.6 Priprava podatkov o plimovanju morja

Datoteko s parametri o vplivu plimovanja morja smo pridobili na spletni strani <http://geodac.fc.up.pt/loading/>. Potrebno je bilo poslati zahtevek za pridobitev datoteke z naslednjimi vhodnimi podatki:

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

2.4.7 Priprava ostalih datotek za obdelavo v programu Bernese

Datoteka s seznamom danih točk v obdelavi za vsako serijo (*.FIX) -> prenesli smo jih v mapo **STA**.

2.4.8 Priprava RINEX datotek z opazovanji

Opazovanja na točkah nivelmana smo pridobili v internem Trimble formatu *.dat. V RINEX obliko smo jih pretvorili s programom Trimble Convert to RINEX.

RINEX datoteke z opazovanji na danih točkah smo pridobili na RINEX portalu: www.gu-signal.si/navigation1.php. Hatanaka kompresirane RINEX datoteke smo dekompresirali s programom crx2rn.exe.

2.4.9 Priprava podatkov z opazovanji v internem formatu programa Bernese

RINEX datoteke smo najprej razrezali na čas definiranih serij. RINEXe, ki jih združujemo/režemo, shranimo v mapo ORX (ostale v mapo RAW) in zaženemo ukaz:

`Menu -> Rinex -> Cut/Concatenate Rinex Files -> Observation files.`

Bernese obdeluje opazovanja v internih formatih CZH,CZO (kodna opazovanja) in PZH, PZO (fazna opazovanja).

Pretvorbo iz RINEX v Bernese format zaženemo z:

`Menu -> Rinex -> Import Rinex to Bernese format -> Observation files`

Pri uvozu smo odstranili opazovanja sistema GLONASS, datoteke se z uvozom shranijo v mapo **OBS**.

3 Obdelava opazovanj

3.1 Izračun popravkov sprejemnikovih ur

Bernese modul: CODSPP

Zagon: Menu -> Processing -> Code-based clock synchronization

Izhodne datoteke: COD\$YD+0.OUT

Povzetek rezultatov: CXT\$YD+0.OUT

Popravek sprejemnikovih ur je določen v okviru obdelave kodnih opazovanj za posamezno serijo in točko. Modul CODSPP z izravnavno oceni popravek in ga zapiše v datoteke z opazovanji. Kontrolo obdelave predstavlja vrednost RMS, pričakovana vrednost je cca 3m (vendar tudi nekoliko slabša kodna opazovanja zadoščajo za točen izračun popravkov ur sprejemnikov). Maksimalne RMS-vrednosti in odstotek slabih opazovanj (običajno manjši od 10%)v posameznih serijah so razvidni iz preglednice 3.

Serija	maks. RMS [m]	Točka	maks. delež slabih opazovanj [%]	Točka
2860	3.49	GT23	0.01	GSR1
2920	5.01	FR09	0.14	GTPS
3000	3.24	OR11	/	/
3140	4.32	OGT1	/	/
3210	4.55	GR06	0.02	ILIB

Preglednica 3: maksimalne RMS-vrednosti in odstotek slabih opazovanj v posameznih serijah

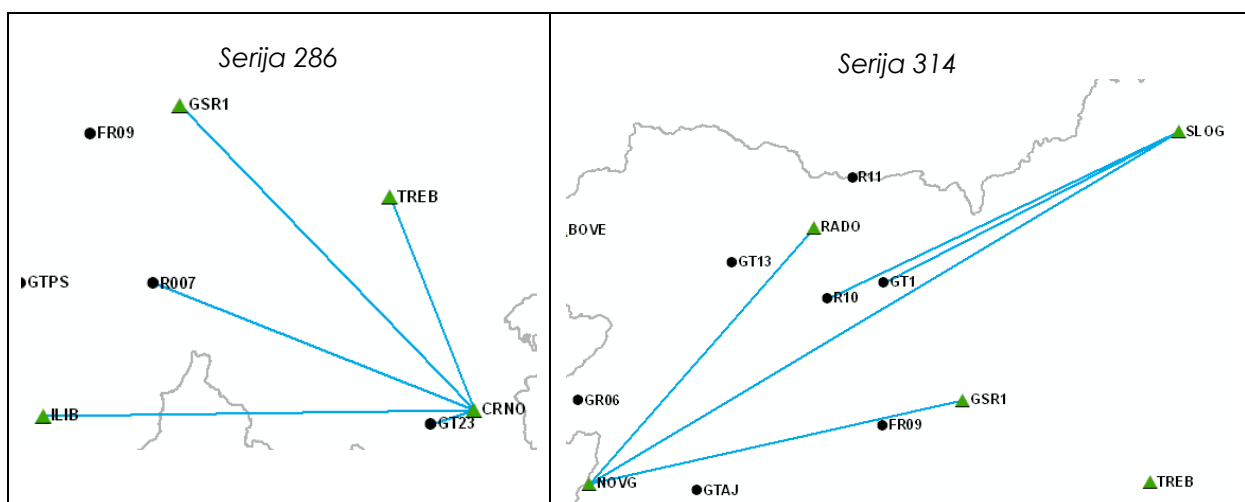
3.2 Sestava vektorjev

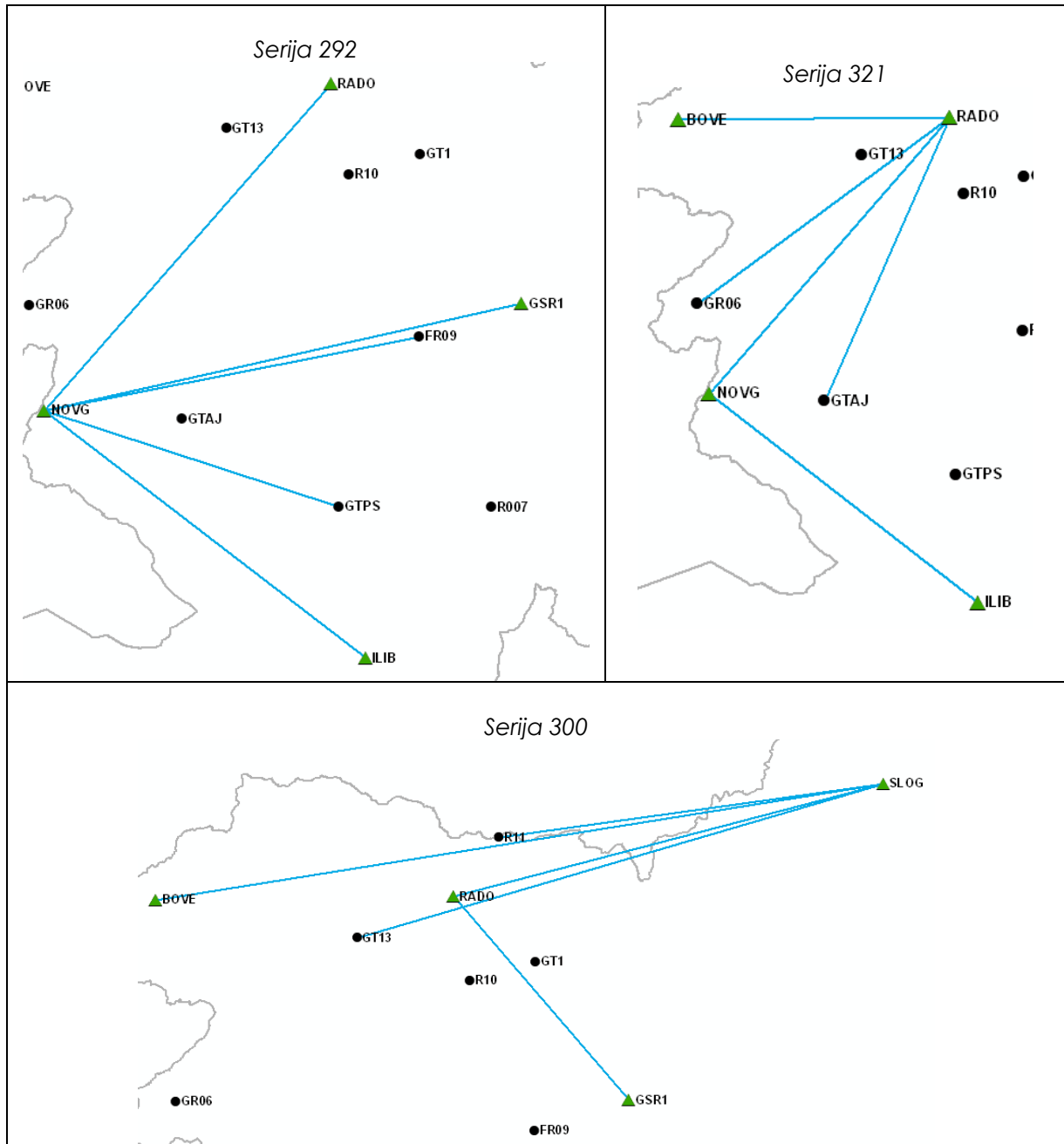
Bernese modul: SNGDIF

Zagon: Menu -> Processing -> Baseline file creation

Izhodne datoteke: VKT\$YD+0.BSL

V vsako serijo opazovanj so vključena opazovanja na 6-ih točkah, kar pomeni, da je potrebno tvoriti 5 neodvisnih vektorjev. Program Bernese ima vgrajena orodja za avtomatsko izbiranje vektorjev, kriterij za izbor je bil OBS-MAX (izbor vektorjev z maksimalnim številom opazovanj).





Slika 2: avtomatski izbor neodvisnih vektorjev glede na maksimalno število opazovanj

Za pregled tvorjenih vektorjev v vseh 5-ih serijah obdelave glej **Prilogo 2**.

3.3 Predobdelava vektorjev

Bernese modul: MAUPRP

Zagon: Menu -> Processing -> Phase preprocessing

Povzetek rezultatov: mau\$YD+0.SUM

Pred samo obdelavo vektorjev smo pregledali fazna opazovanja za posamezen vektor z modulom MAUPRP. V postopku pregleda faznih opazovanj se označijo opazovanja na nizkih višinskih kotih, intervali opazovanj na samo enem nosilnem valovanju ter zelo kratki intervali neprekinjenih opazovanj. Poleg tega se s programom MAUPRP locirajo in (če je možno) popravijo izpadi signala (ang. cycle slip). Tako pregledana in »očiščena« opazovanja so bila

nato uporabljena v postopku obdelave vektorjev. Kontrolo predobdelave vektorjev predstavljajo RMS vrednosti (ang. RMS of epoch diff. solution) in popravki koordinat točk. V kolikor je predobdelava vektorjev korektno izvedena in so vhodni podatki za obdelavo dobri, morajo biti RMS vrednosti manjše od 2 cm, popravki koordinat pa manjši od 0.5 m. Ta dva kriterija sta bila izpolnjena za vse vektorje v vseh serijah. Maksimalne RMS vrednosti vektorjev v posameznih serijah so podani v preglednici 4.

Serija	maks. RMS [mm]	Vektor
2860	1.5	CRNO - GT23
2920	1.3	ILIB - NOVG; NOVG - RADO
3000	1.3	GSR1 - RADO; RADO - SLOG
3140	1.3	NOVG - RADO
3210	1.3	BOVE - RADO; NOVG - RADO

Preglednica 4: maksimalne RMS-vrednosti vektorjev po predobdelavi faznih opazovanj

3.4 Kontrola kvalitete podatkov

Bernese modul: GPSEST

Zagon: Menu -> Processing -> Parameter estimation

Kontrola rezultatov: a-posteriori RMS < 1.5 mm

GPSEST izvede izravnavo po metodi najmanjših kvadratov. V tem koraku nas še ne zanimajo končni rezultati izravnave, ampak želimo preveriti kakovost opazovanj.

Izbrane so bile naslednje nastavitve:

PARAMETER ESTIMATION - GPSEST 1.1: Input Files 1

GENERAL FILES AND OPTIONS

Show all general files

LEO data processing

Differencing level

INPUT FILES 1

Phase observation files PSH PZH

Code observation files CSH CZH

Station coordinates CRD

GNSS standard orbits STD

GNSS clock corrections CLK

Earth rotation parameters ERP

Troposphere estimates TRP

Ionosphere models ION

Differential code biases DCB

Ocean loading corrections BLQ

GPSEST 1.3: General Files

GENERAL INPUT FILES

General constants	CONST.	<input type="checkbox"/>
Geodetic datum	DATUM.	<input type="checkbox"/>
Phase center variations	PHAS_COD.I05	<input type="checkbox"/>
Receiver information	RECEIVER.	<input type="checkbox"/>
Satellite information	SATELLIT.I05	<input type="checkbox"/>
Satellite problems	SAT_\$Y+0	<input type="checkbox"/> CRX
Subdaily pole model	IERS2000	<input type="checkbox"/> SUB
Nutation model	IAU2000	<input type="checkbox"/> NUT
SINEX header file	SINEX.	<input type="checkbox"/>
IONEX control file	IONEX.	<input type="checkbox"/>
GPS-UTC file	GPSUTC.	<input type="checkbox"/>

GPSEST 2.1: Output Files 1

GENERAL OUTPUT FILES

Program output	<input type="checkbox"/>	use GPSEST.Lnn	or	<input type="text" value="EDT\$YD+0"/>	OUT
Error message	<input type="checkbox"/>	merged to program output	or	<input type="text" value="ERROR"/>	MSG

RESULT FILES 1

Normal equations	<input type="text"/>	NQO
Station coordinates	<input type="text"/>	CRD
Troposphere estimates	<input type="text"/>	TRP
Troposphere SINEX	<input type="text"/>	TRO
Ionosphere models	<input type="text"/>	ION
IONEX	<input type="text"/>	INX
GNSS clock corrections	<input type="text"/>	CLK
Clock RINEX	<input type="text"/>	CLK
Differential code biases	<input type="text"/>	DCB
Residuals	<input type="text" value="EDT\$YD+0"/>	RES

GPSEST 3.1: General Options 1

TITLE

OBSERVATION SELECTION

Satellite system	<input type="text" value="GPS"/>	
Frequency	<input type="text" value="L3"/>	
Elevation cutoff angle	<input type="text" value="3"/> degrees	LEO: <input type="text" value="0"/> degrees
Sampling interval	<input type="text" value="0"/> seconds	
Tolerance for simultaneity	<input type="text" value="100"/> milliseconds	
Special data selection	<input type="text" value="NO"/>	
Observation window	<input type="checkbox"/>	

OBSERVATION MODELING AND PARAMETER ESTIMATION

A priori sigma	<input type="text" value="0.001"/> meters	
Elevation-dependent weighting	<input type="text" value="COSZ"/>	LEO: <input type="text" value="NONE"/>
Type of computed residuals	<input type="text" value="NORMALIZED"/>	
Correlation strategy	<input type="text" value="BASELINE"/>	
Polarization effect geom.	<input checked="" type="checkbox"/> only if later than	<input type="text" value="2003 09 14"/>
total	<input checked="" type="checkbox"/> only if later than	<input type="text" value="2006 11 12"/>

GPSEST 3.2: General Options 2

A PRIORI TROPOSPHERE MODELING

ZPD model and mapping function

HANDLING OF AMBIGUITIES

Resolution strategy

Save resolved ambiguities

Introduce widelane integers

Introduce L1 and L2 integers

SPECIAL PROCESSING OPTIONS

Maximum tolerated O-C term meters

Var-covar wrt epoch parameters

EXTENDED PRINTING OPTIONS

Selection of printing options

GPSEST 4: Datum Definition for Station Coordinates

DATUM DEFINITION TYPE

- Free network solution
- Coordinates constrained
- Coordinates fixed

A PRIORI SIGMAS

North meters

East meters

Up meters

GPSEST 4.1: Datum Definition for Station Coordinates

STATION COORDINATES TO BE CONSTRAINED

Manual selection

List of stations (and sigmas) from file

Stations with specific flags in CRD file

GPSEST 5.1: Setup of Parameters and Pre-Elimination 1

STATION-RELATED PARAMETERS	Setup	Pre-Elimination
Station coordinates		NO
Ambiguities		NO
Receiver antenna offsets	<input type="checkbox"/>	NO
Receiver antenna PCV patterns	<input type="checkbox"/>	NO
ATMOSPHERIC PARAMETERS		
Site-specific troposphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
Global ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	NO
EPOCH PARAMETERS		
Kinematic coordinates	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
Receiver clock offsets	<input checked="" type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
GNSS clock offsets	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
Stochastic ionosphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	EVERY EPOCH

GPSEST 6.3.1: Site-Specific Troposphere Parameters 1

ZENITH PATH DELAY PARAMETERS

Mapping function: WET NIELL

Parameter spacing: 04 00 00 (hh mm ss)

HORIZONTAL GRADIENT PARAMETERS

Gradient estimation model: NONE

Parameter spacing: 24 00 00 (hh mm ss)

A PRIORI SIGMAS

	Absolute	Relative
Zenith path delay	_____ meters	_____ meters
Horizontal gradients	_____ meters	_____ meters

EXTRACTION OF PARAMETERS FOR TROPOSPHERE SINEX FILE

Offset: _____ (hhh mm ss) Time resolution: 01 00 00 (hh mm ss)

Pomembna informacija v izhodnih datotekah je a-posteriori RMS, ki naj bila za vsako serijo med 1.0 in 1.5 mm. Bistveno višje vrednosti kažejo na naslednje možnosti:

- opazovanja so bila izvedena s sprejemniki slabše kvalitete
- izjemno slabi pogoji za opazovanja
- predhodni koraki obdelave niso bili pravilno izvedeni.

V vseh serijah je bila vrednost a-posteriori RMS manjša od 1.5 mm.

3.5 Povzetek kontrole kvalitete podatkov

Bernese modul: RESRMS

Zagon: Menu -> Service -> Residual files -> Generate residual statistics

Rezultat: RMS\$YD+0.EDT

Najpomembnejša izhodna datoteka modula RESRMS je datoteka *.EDT, ki jo uporabi modul SATMRK za označitev slabih opazovanj v datotekah z opazovanji (v naslednjem koraku)

Izbrane so bile naslednje nastavitve:

GENERATE RESIDUAL STATISTICS - RESRMS 1: Input/Output Files

GENERAL FILES
 Show all general files

INPUT FILES
 Residual files

OUTPUT FILES
 Summary file SUM
 Residual histogram LST
 Edit information file EDT
 Station observation sigma file SOS

GENERAL OUTPUT FILES
 Program output use RESRMS.Lnn or OUT
 Error messages merged to program output or MSG

RESRMS 2: Options

TITLE

GENERAL OPTIONS
 Frequency to check
 Sampling rate of residual files seconds

DETECT LARGE RESIDUALS limit
 Phase measurements meters
 Code measurements meters
 Range measurements meters

DETECT BAD DATA
 Minimum continuously observed time interval seconds
 Detect ambiguities with few observations
 Minimum number of observations per ambiguity
 Sampling rate for counting the observations seconds

3.6 Izločitev slabih opazovanj iz nadaljnje obdelave

Bernese modul: SATMRK

Zagon: Menu-> Service-> Bernese observation files-> Mark/delete observations

Izbrane so bile naslednje nastavitve:

MARK OR SYNCRONIZE SATELLITES IN OBSERVATION FILES - SATMRK 1: Filenames

GENERAL FILES
 Show all general files

OPTIONS
 Desired task
 Re-initialize ambiguities

OBSERVATION FILES
 Zero diff. code phase both
 Single diff. code phase both

GENERAL OUTPUT FILES
 Program output use SATMRK.Lnn or OUT
 Error messages merged to program output or MSG

TITLE

SATMRK 2: Manual and File Selection

FILE SELECTION
 Edit information file

MANUAL SELECTION
 Type of change
 Frequency
 Satellite(s) (ALL: all satellites)
 From epoch (blank: first observation number)
 To epoch (blank: last observation number)
 or
 Observation window

	yyyy mm dd	hh mm ss		yyyy mm dd	hh mm ss
Start	<input type="text" value="\$YMD_STR+0"/>	<input type="text" value="00 00 00"/>	End	<input type="text" value="\$YMD_STR+0"/>	<input type="text" value="23 59 59"/>

3.7 Ocena parametrov troposfere

Bernese modul: GPSEST

Zagon: Menu -> Processing -> Parameter estimation

Rezultat: FLT\$YD+0.OUT

Kontrola rezultatov: a-posteriori RMS <= a-posteriori RMS GPSEST - kontrola kvalitete podatkov

Parametre atmosfere smo ocenili v okviru izračuna ionosfere proste rešitve mreže. Neznano število celih valov (NŠCV) je v tem koraku določeno kot realno število. Datum mreže je določen z vezmi med neznankami, kjer smo koordinatam danih točk dodelili veliko utež.

Izbrane so bile naslednje nastavitve (prikazano so samo razlike glede na nastavitve prejšnjega zagona modula GPSEST):

GPSEST 2.1: Output Files 1

GENERAL OUTPUT FILES

Program output use GPSEST.Lnn or OUT

Error message merged to program output or MSG

RESULT FILES 1

Normal equations	<input type="text"/>	NQO
Station coordinates	<input type="text" value="FLT\$YD+0"/>	CRD
Troposphere estimates	<input type="text" value="FLT\$YD+0"/>	TRP
Troposphere SINEX	<input type="text"/>	TRO
Ionosphere models	<input type="text"/>	ION
IONEX	<input type="text"/>	INX
GNSS clock corrections	<input type="text"/>	CLK
Clock RINEX	<input type="text"/>	CLK
Differential code biases	<input type="text"/>	DCB
Residuals	<input type="text"/>	RES

GPSEST 3.1: General Options 1

TITLE

OBSERVATION SELECTION

Satellite system

Frequency

Elevation cutoff angle degrees LEO: degrees

Sampling interval seconds

Tolerance for simultaneity milliseconds

Special data selection

Observation window

OBSERVATION MODELING AND PARAMETER ESTIMATION

A priori sigma meters

Elevation-dependent weighting LEO:

Type of computed residuals

Correlation strategy

Polarization effect geom. only if later than

total only if later than

GPSEST 4: Datum Definition for Station Coordinates

DATUM DEFINITION TYPE

- Free network solution
- Coordinates constrained WITH FLAG ▾
- Coordinates fixed MANUAL ▾

A PRIORI SIGMAS

North meters
 East meters
 Up meters

GPSEST 5.1: Setup of Parameters and Pre-Elimination 1

STATION-RELATED PARAMETERS	Setup	Pre-Elimination
Station coordinates		NO ▾
Ambiguities		EVERY SESSION ▾
Receiver antenna offsets	<input type="checkbox"/>	NO ▾
Receiver antenna PCV patterns	<input type="checkbox"/>	NO ▾
ATMOSPHERIC PARAMETERS		
Site-specific troposphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	NO ▾
Global ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	NO ▾
EPOCH PARAMETERS		
Kinematic coordinates	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH ▾
Receiver clock offsets	<input checked="" type="checkbox"/>	EVERY EPOCH ▾
GNSS clock offsets	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH ▾
Stochastic ionosphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	EVERY EPOCH ▾

Ker so bila slaba opazovanja odstranjena iz obdelave v prejšnjem koraku, bi morala biti a - posteriori referenčna standardna deviacija sedaj manjša (ali vsaj enaka) kot v prejšnji izravnavi. V Preglednici 5 so podane vrednosti a-posteriori referenčne standardne deviacije za posamezne serije:

Serija	a-posteriori referenčna standardna deviacija [mm]
2860	1.2
2920	1.0
3000	1.1
3140	1.0
3210	1.1

Preglednica 5: vrednosti a-posteriori referenčne standardne deviacije za posamezne serije

3.8 Obdelava vektorjev

Pri obdelavi vektorjev smo uporabili Saastamoinenov model troposfere z dvournim intervalom določitve parametrov za posamezno točko. Za opazovanja so bile vzete uteži v odvisnosti od višinskega kota (cosz - model).

Obdelava dvojnih faznih razlik je temeljila na ionosfere prosti linearni kombinaciji L3. Za določitev števila celih valov L5 je bil uporabljen globalni model ionosfere. Za določitev števila celih valov L1 in L2 je bila uporabljena tako imenovana SIGMA strategija, ki se uporablja za kratke vektorje (do 200 km; *opomba: za vektorje nad 200 km QIF strategija).

Obdelava se izvaja dveh korakih: najprej se izračuna NŠCV na L5 kombinaciji opazovanj s SIGMA algoritmom, nakar se te vrednosti NŠCV uporabijo za izračun NŠCV na L3 kombinaciji opazovanj (tudi tokrat s SIGMA algoritmom).

3.8.1 Določitev NŠCV na L5 kombinaciji opazovanj (Wide lane)

Bernese modul: GPSEST

Zagon: Menu -> processing -> parameter estimation

Izbrane so bile naslednje nastavitve:

PARAMETER ESTIMATION - GPSEST 1.1: Input Files 1

GENERAL FILES AND OPTIONS

Show all general files

LEO data processing

Differencing level

INPUT FILES 1

Phase observation files	<input type="text" value="\$ (BSLIN)"/>	<input type="button" value="PSH"/>	<input type="text" value="????SS+0"/>	<input type="button" value="PZH"/>
Code observation files	<input type="text"/>	<input type="button" value="CSH"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="CZH"/>
Station coordinates	<input type="text" value="FLT\$YD+0"/>	<input type="button" value="CRD"/>		
GNSS standard orbits	<input type="text" value="COD\$YD+0"/>	<input type="button" value="STD"/>		
GNSS clock corrections	<input type="text"/>	<input type="button" value="CLK"/>		
Earth rotation parameters	<input type="text" value="COD\$YD+0"/>	<input type="button" value="ERP"/>		
Troposphere estimates	<input type="text" value="FLT\$YD+0"/>	<input type="button" value="TRP"/>		
Ionosphere models	<input type="text" value="COD\$WD+0"/>	<input type="button" value="ION"/>		
Differential code biases	<input type="text"/>	<input type="button" value="DCB"/>		
Ocean loading corrections	<input type="text" value="SIGNAL"/>	<input type="button" value="BLQ"/>		

GPSEST 2.1: Output Files 1

GENERAL OUTPUT FILES

Program output use GPSEST.Lnn or {SLIN}_L5 OUT
 Error message merged to program output or ERROR MSG

RESULT FILES 1

Normal equations NQ0
 Station coordinates CRD
 Troposphere estimates TRP
 Troposphere SINEX TRO
 Ionosphere models ION
 IONEX INX
 GNSS clock corrections CLK
 Clock RINEX CLK
 Differential code biases DCB
 Residuals RES

GPSEST 3.1: General Options 1

TITLE Nivel: vektor \$(BSLIN): wide lane dolovitev NSCV (strat. SIGMA)

OBSERVATION SELECTION

Satellite system
 Frequency
 Elevation cutoff angle degrees LEO: degrees
 Sampling interval seconds
 Tolerance for simultaneity milliseconds
 Special data selection
 Observation window

OBSERVATION MODELING AND PARAMETER ESTIMATION

A priori sigma meters
 Elevation-dependent weighting LEO:
 Type of computed residuals
 Correlation strategy
 Polarization effect geom. only if later than
 total only if later than

GPSEST 3.2: General Options 2

A PRIORI TROPOSPHERE MODELING

ZPD model and mapping function

HANDLING OF AMBIGUITIES

Resolution strategy

Save resolved ambiguities

Introduce widelane integers

Introduce L1 and L2 integers

SPECIAL PROCESSING OPTIONS

Maximum tolerated O-C term meters

Var-covar wrt epoch parameters

EXTENDED PRINTING OPTIONS

Selection of printing options

GPSEST 3.2.2: Sigma-Dependent Ambiguity Resolution Strategy

OPTIONS AND CRITERIA FOR TESTING

Maximal number of ambiguities fixed per iteration step

Ambiguity resolvable if exactly one integer within sigmas

Maximal sigma of resolvable ambiguities cycles

Minimal sigma used for testing cycles

GPSEST 4: Datum Definition for Station Coordinates

DATUM DEFINITION TYPE

- Free network solution
- Coordinates constrained
- Coordinates fixed

A PRIORI SIGMAS

North meters

East meters

Up meters

GPSEST 5.1: Setup of Parameters and Pre-Elimination 1

STATION-RELATED PARAMETERS	Setup	Pre-Elimination
Station coordinates		<input type="text" value="NO"/>
Ambiguities		<input type="text" value="NO"/>
Receiver antenna offsets	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>
Receiver antenna PCV patterns	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>
ATMOSPHERIC PARAMETERS		
Site-specific troposphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>
Global ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="NO"/>
EPOCH PARAMETERS		
Kinematic coordinates	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="EVERY EPOCH"/>
Receiver clock offsets	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="EVERY EPOCH"/>
GNSS clock offsets	<input type="checkbox"/>	<input type="text" value="EVERY EPOCH"/>
Stochastic ionosphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="EVERY EPOCH"/>

GPSEST 6.3.1: Site-Specific Troposphere Parameters 1

ZENITH PATH DELAY PARAMETERS		
Mapping function	<input type="text" value="WET NIELL"/>	
Parameter spacing	<input type="text" value="04 00 00"/> (hh mm ss)	
HORIZONTAL GRADIENT PARAMETERS		
Gradient estimation model	<input type="text" value="NONE"/>	
Parameter spacing	<input type="text" value="24 00 00"/> (hh mm ss)	
A PRIORI SIGMAS	Absolute	Relative
Zenith path delay	<input type="text"/> meters	<input type="text" value="1"/> meters
Horizontal gradients	<input type="text"/> meters	<input type="text"/> meters
EXTRACTION OF PARAMETERS FOR TROPOSPHERE SINEX FILE		
Offset	<input type="text"/> (hhh mm ss)	Time resolution <input type="text" value="01 00 00"/> (hh mm ss)

GPSEST 6.7: Stochastic Ionosphere Parameters

STOCHASTIC IONOSPHERE PARAMETERS		
Elimination of reference ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	
Elevation-dependent parameter constraining	<input checked="" type="checkbox"/>	
Absolute a priori sigma on single difference level	<input type="text" value="0.25"/> meters	
Relative a priori sigma of ionospheric random walk	<input type="text"/>	m/min**1/2

3.8.2

Določitev NŠCV na L3 kombinaciji opazovanj (Ionosphere free)

Bernese modul: GPSEST

Zagon: Menu -> processing -> parameter estimation

Kontrola rezultatov: Processing -> program output extraction -> parameter estimation → bsln\$+0.SUM: a-posteriori RMS < 1.5 mm

Izbrane so bile naslednje nastavitve:

PARAMETER ESTIMATION - GPSEST 1.1: Input Files 1

GENERAL FILES AND OPTIONS

Show all general files

LEO data processing

Differencing level

INPUT FILES 1

Phase observation files

Code observation files

Station coordinates

GNSS standard orbits

GNSS clock corrections

Earth rotation parameters

Troposphere estimates

Ionosphere models

Differential code biases

Ocean loading corrections

GPSEST 2.1: Output Files 1

GENERAL OUTPUT FILES

Program output use GPSEST.Lnn or OUT

Error message merged to program output or MSG

RESULT FILES 1

Normal equations NQO

Station coordinates CRD

Troposphere estimates TRP

Troposphere SINEX TRO

Ionosphere models ION

IONEX INX

GNSS clock corrections CLK

Clock RINEX CLK

Differential code biases DCB

Residuals RES

GPSEST 3.1: General Options 1

TITLE Nivel: vektor \$(BSLIN): SIGMA dolocitev NSCV (L3)

OBSERVATION SELECTION

Satellite system GPS
 Frequency L3
 Elevation cutoff angle 5 degrees LEO: degrees
 Sampling interval 30 seconds
 Tolerance for simultaneity 100 milliseconds
 Special data selection NO
 Observation window

OBSERVATION MODELING AND PARAMETER ESTIMATION

A priori sigma 0.001 meters
 Elevation-dependent weighting COSZ LEO: NONE
 Type of computed residuals NORMALIZED
 Correlation strategy BASELINE
 Polarization effect geom. only if later than 2003 09 14
 total only if later than 2006 11 12

GPSEST 3.2: General Options 2

A PRIORI TROPOSPHERE MODELING

ZPD model and mapping function DRY NIELL

HANDLING OF AMBIGUITIES

Resolution strategy SIGMA
 Save resolved ambiguities
 Introduce widelane integers
 Introduce L1 and L2 integers

SPECIAL PROCESSING OPTIONS

Maximum tolerated O-C term meters
 Var-covar wrt epoch parameters SIMPLIFIED

EXTENDED PRINTING OPTIONS

Selection of printing options NO

GPSEST 3.2.2: Sigma-Dependent Ambiguity Resolution Strategy

OPTIONS AND CRITERIA FOR TESTING

Maximal number of ambiguities fixed per iteration step 10
 Ambiguity resolvable if exactly one integer within 3.0 sigmas
 Maximal sigma of resolvable ambiguities 0.07 cycles
 Minimal sigma used for testing 0.05 cycles

GPSEST 4: Datum Definition for Station Coordinates

DATUM DEFINITION TYPE

- Free network solution
- Coordinates constrained ALL
- Coordinates fixed FIRST

A PRIORI SIGMAS

North meters

East meters

Up meters

GPSEST 5.1: Setup of Parameters and Pre-Elimination 1

STATION-RELATED PARAMETERS	Setup	Pre-Elimination
Station coordinates		NO
Ambiguities		NO
Receiver antenna offsets	<input type="checkbox"/>	NO
Receiver antenna PCV patterns	<input type="checkbox"/>	NO
ATMOSPHERIC PARAMETERS		
Site-specific troposphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
Global ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	NO
EPOCH PARAMETERS		
Kinematic coordinates	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
Receiver clock offsets	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
GNSS clock offsets	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
Stochastic ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH

GPSEST 6.3.1: Site-Specific Troposphere Parameters 1

ZENITH PATH DELAY PARAMETERS

Mapping function WET NIELL

Parameter spacing (hh mm ss)

HORIZONTAL GRADIENT PARAMETERS

Gradient estimation model NONE

Parameter spacing (hh mm ss)

A PRIORI SIGMAS	Absolute	Relative
Zenith path delay	<input type="text"/> meters	<input type="text" value="1"/> meters
Horizontal gradients	<input type="text"/> meters	<input type="text"/> meters

EXTRACTION OF PARAMETERS FOR TROPOSPHERE SINEX FILE

Offset (hhh mm ss) Time resolution (hh mm ss)

Glavni rezultat obdelave vektorjev je neznano število celih valov (NŠCV). V Preglednici 6 je predstavljena statistika določitve NŠCV po serijah opazovanj.

Seriya	Število vektorjev	Število NŠCV	RMS [mm]	rešenih NŠCV [%]
2860	5	436	1.2	69.0
2920	5	589	1.0	54.5
3000	5	387	1.2	76.7
3140	5	597	1.0	53.8
3210	5	573	1.1	56.0

Preglednica 6: statistika obdelave vektorjev za posamezno serijo

3.9 Priprava normalnih enačb

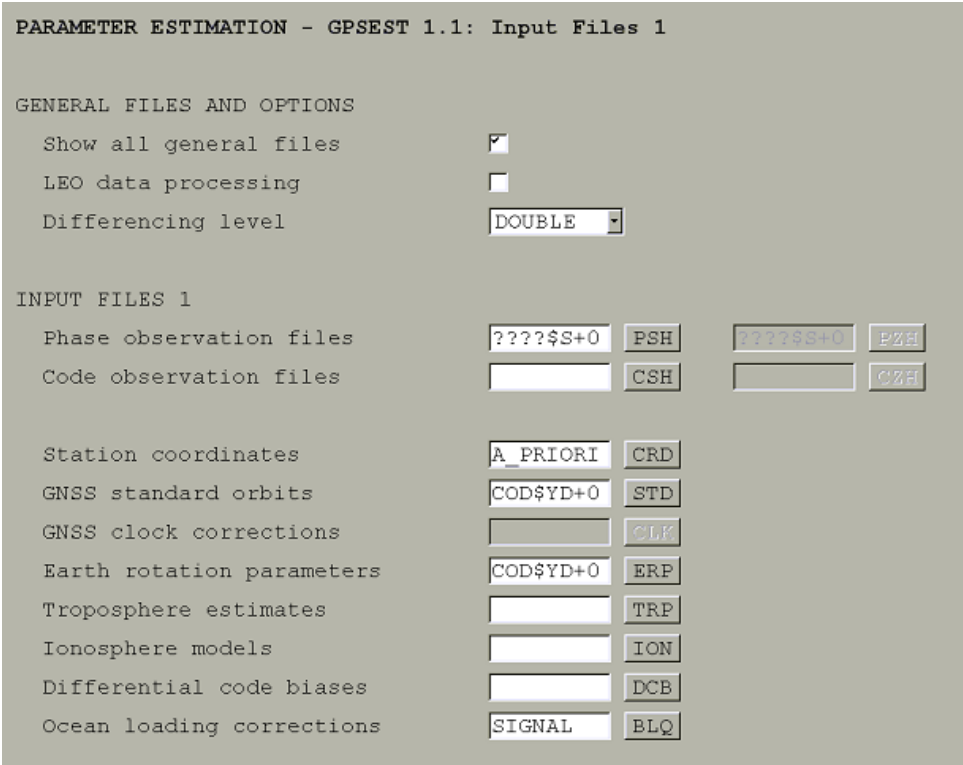
Bernese modul: GPSEST

Zagon: Menu -> Processing -> Parameter estimation

Rezultat: FIX\$YD+0.NQ0

Po obdelavi vseh vektorjev ene serije smo izračunali prosto rešitev z uporabo strogega koleracijskega modela. Rezultat proste rešitve (za vsako serijo) so tudi normalne enačbe, ki smo jih nato uporabili za izračun končnih koordinat.

Izbrane so bile naslednje nastavitve:



PARAMETER ESTIMATION - GPSEST 1.1: Input Files 1

GENERAL FILES AND OPTIONS

Show all general files

LEO data processing

Differencing level

INPUT FILES 1

Phase observation files PSH PZH

Code observation files CSH CZH

Station coordinates CRD

GNSS standard orbits STD

GNSS clock corrections CLK

Earth rotation parameters ERP

Troposphere estimates TRP

Ionosphere models ION

Differential code biases DCB

Ocean loading corrections BLQ

GPSEST 2.1: Output Files 1

GENERAL OUTPUT FILES

Program output use GPSEST.Lnn or OUT
 Error message merged to program output or MSG

RESULT FILES 1

Normal equations NQ0
 Station coordinates CRD
 Troposphere estimates TRP
 Troposphere SINEX TRO
 Ionosphere models ION
 IONEX INX
 GNSS clock corrections CLK
 Clock RINEX CLK
 Differential code biases DCB
 Residuals RES

GPSEST 3.1: General Options 1

TITLE

OBSERVATION SELECTION

Satellite system
 Frequency
 Elevation cutoff angle degrees LEO: degrees
 Sampling interval seconds
 Tolerance for simultaneity milliseconds
 Special data selection
 Observation window

OBSERVATION MODELING AND PARAMETER ESTIMATION

A priori sigma meters
 Elevation-dependent weighting LEO:
 Type of computed residuals
 Correlation strategy
 Polarization effect geom. only if later than
 total only if later than

GPSEST 3.2: General Options 2

A PRIORI TROPOSPHERE MODELING

ZPD model and mapping function

HANDLING OF AMBIGUITIES

Resolution strategy

Save resolved ambiguities

Introduce widelane integers

Introduce L1 and L2 integers

SPECIAL PROCESSING OPTIONS

Maximum tolerated O-C term meters

Var-covar wrt epoch parameters

EXTENDED PRINTING OPTIONS

Selection of printing options

GPSEST 3.3: Extended Printing Options

INFORMATION RELATED TO OBSERVATIONS

List of observations given in files

List of observations used for processing

Satellite elevations

Histogram of observations by elevation angle bins

Histogram of observations by nadir angle bins

GPSEST 4: Datum Definition for Station Coordinates

DATUM DEFINITION TYPE

Free network solution

Coordinates constrained

Coordinates fixed

A PRIORI SIGMAS

North meters

East meters

Up meters

GPSEST 5.1: Setup of Parameters and Pre-Elimination 1

STATION-RELATED PARAMETERS	Setup	Pre-Elimination
Station coordinates		NO
Ambiguities		AS SOON AS POSSIBLE
Receiver antenna offsets	<input type="checkbox"/>	NO
Receiver antenna PCV patterns	<input type="checkbox"/>	NO
ATMOSPHERIC PARAMETERS		
Site-specific troposphere parameters	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
Global ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	NO
EPOCH PARAMETERS		
Kinematic coordinates	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
Receiver clock offsets	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
GNSS clock offsets	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH
Stochastic ionosphere parameters	<input type="checkbox"/>	EVERY EPOCH

GPSEST 6.3.1: Site-Specific Troposphere Parameters 1

ZENITH PATH DELAY PARAMETERS

Mapping function: WET NIELL

Parameter spacing: 01 00 00 (hh mm ss)

HORIZONTAL GRADIENT PARAMETERS

Gradient estimation model: TILTING

Parameter spacing: 24 00 00 (hh mm ss)

A PRIORI SIGMAS

	Absolute	Relative
Zenith path delay	_____ meters	_____ meters
Horizontal gradients	_____ meters	_____ meters

EXTRACTION OF PARAMETERS FOR TROPOSPHERE SINEX FILE

Offset: _____ (hhh mm ss) Time resolution: 01 00 00 (hh mm ss)

3.10 Izračun končnih koordinat

Bernese modul: ADNEQ2

Zagon: Menu -> Processing -> Normal equation stacking

Rezultat: FIN\$YD+0.OUT

Kontrola rezultatov: a-posteriori referenčna standardna deviacija

Po določitvi položajev točk v prosti mreži smo le-te vklopili v ETRS89 koordinatni sestav, ki ga definirajo izbrane točke omrežja SIGNAL. V preglednici 7 so podane vrednosti a-posteriori referenčne standardne deviacije za posamezne serije opazovanj. Vse vrednosti so manjše od 1.5 mm.

Serija	a-posteriori referenčna standardna deviacija [mm]
2860	1.31
2920	1.13
3000	1.21
3140	1.08
3210	1.08

Preglednica 7: vrednosti a-posteriori referenčne standardne deviacije za posamezno serijo

Izbrane so bile naslednje nastavitve:

COMBINATION OF NORMAL EQUATION SYSTEMS - ADDNEQ2 1: Input Files

GENERAL FILES

Show all general files

INPUT FILENAMES

Normal equations	<input type="text" value="FIX\$YD+0"/>	<input type="text" value="NQO"/>
Variance rescaling factors	<input type="text"/>	<input type="text" value="WGT"/>
Station coordinates	<input type="text" value="A_PRIORI"/>	<input type="text" value="CRD"/>
Station velocities	<input type="text"/>	<input type="text" value="VEL"/>
Station information	<input type="text" value="SIGNAL"/>	<input type="text" value="STA"/>
Troposphere estimates	<input type="text"/>	<input type="text" value="TRP"/>
Ionosphere master file	<input type="text"/>	<input type="text" value="ION"/>
Differential code biases	<input type="text"/>	<input type="text" value="DCB"/>
Earth rotation parameters	<input type="text"/>	<input type="text" value="ERP"/>
Geocenter coordinates	<input type="text"/>	<input type="text" value="GCC"/>

ADDNEQ2 2: Output Files

GENERAL OUTPUT FILES

Program output use ADDNEQ2.Lnn or OUT

Error messages merged to program output or MSG

RESULT FILES

Normal equations	<input type="text"/>	NQO	Orbital elements	<input type="text"/>	ELE
SINEX with <input type="text" value="COV"/>	<input type="text"/>	SNX	Bernese ERP file	<input type="text"/>	ERP
Station coordinates	<input type="text" value="FIN\$YD+0"/>	CRD	IERS ERP file	<input type="text"/>	IEP
Station velocities	<input type="text"/>	VEL	Geocenter coordinates	<input type="text"/>	GCC
Troposphere estimates	<input type="text" value="FIN\$YD+0"/>	TRP	Var-covar wrt coord.	<input type="text"/>	COV
Troposphere SINEX	<input type="text"/>	TRO	Full var-covar matrix	<input type="text"/>	COV
Ionosphere models	<input type="text"/>	ION	Station residuals	<input type="text"/>	PLT
IONEX	<input type="text"/>	INX	Weekly summary file	<input type="text"/>	SUM
Code biases	<input type="text"/>	DCB			

ADDNEQ2 3.1: Options 1

TITLE Nivelman: serija \$S+0: koncne koordinate in troposfera

GENERAL OPTIONS

Maximum number of parameters in combined NEQ 6000
 A priori sigma of unit weight 0.0010 meters
 Compute and compare individual solutions NO
 Reference epoch for station coordinates (yyyy mm dd)

PARAMETER-RELATED OPTIONS

Parameter pre-elimination
 Change parameter spacing
 Set up station velocities
 Set up geocenter coordinates

ADDNEQ2 3.2: Options 2

DISPLAY OPTIONS REGARDING

Atmospheric parameters
 Orbital parameters
 Earth orientation parameters
 Additional parameters

OUTPUT OPTIONS

Provide extended output wrt estimated parameters
 Notify station inconsistencies between NEQs
 Notify changes due to station information file
 Print detailed list of all parameter manipulations

ADDNEQ2 5: Datum Definition for Station Coordinates

DATUM DEFINITION TYPE

- Free network solution
- Minimum constraint solution MANUAL
- Coordinates constrained MANUAL
- Coordinates fixed FROM FILE

MINIMUM CONSTRAINT CONDITIONS

Translation YES

Rotation NO

Scale NO

A PRIORI SIGMAS

North 0.001 meters

East 0.001 meters

Up 0.001 meters

ADDNEQ2 5.1: Datum Definition for Station Coordinates

STATION COORDINATES TO BE FIXED

Manual selection []

List of stations from file \$+0 [] FIX

Stations with specific flags in CRD file [-] [+]

Rezultat so koordinate točk, določene v koordinatnem sestavu ETRS89. V preglednici 8 je podan seznam koordinat točk nivelmana in pripadajoče natančnosti koordinat, pridobljene iz RMS vrednosti ocenjenih koordinat novih točk v izravnavi mreže.

Oznaka točke	h [m]	ϕ	λ
GT23	589.2874 0.0018	45 33 23.210631 0.0005	15 5 59.839642 0.0004
R007	779.5806 0.0014	45 46 21.088808 0.0004	14 29 18.197694 0.0003
FR09	342.4037 0.0013	46 0 11.786465 0.0003	14 20 49.442465 0.0003
GTPS	581.1118 0.0012	45 46 18.089907 0.0003	14 11 42.918852 0.0003
GT13	556.2317 0.0015	46 16 54.013354 0.0004	13 58 11.046948 0.0003
OR11	990.3536 0.0022	46 25 50.102618 0.0005	14 16 2.947627 0.0004
OGT1	450.9083 0.0011	46 14 58.623758 0.0003	14 20 47.438051 0.0002
OR10	472.5092 0.0011	46 13 18.228875 0.0003	14 12 29.315740 0.0002
GR06	140.5427 0.0014	46 2 19.872526 0.0004	13 35 33.808865 0.0003
GTAJ	157.2872 0.0011	45 53 14.848579 0.0003	13 53 28.132667 0.0002

Preglednica 8: seznam koordinat točk nivelmana in pripadajoče natančnosti koordinat

4 Primerjava rezultatov z neodvisnim izračunom GURS (obdelava s programom Trimble Business Center)

Oznaka točke	Ime točke	Elipsoidna višina [m] (GURS - TBC)	Elipsoidna višina [m] (GIS - Bernese)	Razlika [m]
R007	Nova vas	779,574	779,5806	-0,0066
GTPS	Postojna	581,106	581,1118	-0,0058
FR09	Log	342,407	342,4037	0,0033
GT23	Miklarji	589,294	589,2874	0,0066
GTAJ	Ajdovščina	157,288	157,2872	0,0008
GR06	Plave	140,548	140,5427	0,0053
GT01	Kranj	450,908	450,9083	-0,0003
OR10	Selca	472,508	472,5092	-0,0012
GT13	Bohinjska Bistrica	556,225	556,2317	-0,0067
OR11	Ljubelj	990,349	990,3536	-0,0046

Preglednica 9: primerjava elipsoidnih višin z rezultati neodvisnega izračuna GURS

5 Priloge

V digitalni obliki so priloženi:

- Terenski zapisniki izmere na točkah nivelmana (*01_Priloga1_terenski zapisniki*)
- Datoteke z opazovanji na točkah nivelmana v dat obliki (*02_opazovanja_dat*)
- Arhiv datotek, nastalih med obdelavo s programom Bernese (*03_BERNESE_datoteke*)

[Priloga 1: terenski zapisniki izmere na točkah nivelmana](#)

Priloga 2: tvorjeni vektorji po serijah**SERIJA 286**

CRNO	GSR1
CRNO	GT23
CRNO	ILIB
CRNO	R007
CRNO	TREB

SERIJA 292

FR09	NOVG
GSR1	NOVG
GTPS	NOVG
ILIB	NOVG
NOVG	RADO

SERIJA 300

BOVE	SLOG
GSR1	RADO
GT13	SLOG
OR11	SLOG
RADO	SLOG

SERIJA 314

GSR1	NOVG
NOVG	RADO
NOVG	SLOG
OGT1	SLOG
OR10	SLOG

SERIJA 321

BOVE	RADO
GR06	RADO
GTAJ	RADO
ILIB	NOVG
NOVG	RADO