



Razvoj DGS 2007
Prehod na nov koordinatni sistem
Izračun Mini EUREF GPS-kampanje 2007

Ljubljana, 10. 12. 2007

PODATKI O PROJEKTU

Naročnik:

**Ministrstvo za okolje in prostor,
Geodetska uprava Republike Slovenije**

Ljubljana, Zemljemerska ulica 12

Matična številka: 5026334
ID za DDV: SI25661787

Odgovorna oseba: Aleš seliškar, direktor

Izvajalec:

Geodetski inštitut Slovenije

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: 2512-07-000061

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

Naročnik: številka pogodbe: 35305-5/2007-1
aneks št. 1 k pogodbi: 35305-13/2007-1

datum: 17. 05. 2007

datum: 25. 07. 2007

Izvajalec: številka pogodbe: 07-077/P-SB
aneks št. 1 k pogodbi: 07-077/1-07/A-DR

datum: 18. 05. 2007

datum: 25. 07. 2007

Zastopnik pogodbe:

Naročnik: mag. Blaž Mozetič, univ. dipl. inž. geod.

Izvajalec: Sandi Berk, univ. dipl. inž. geod.

Avtorji izračuna in poročila:

mag. Oskar Sterle in dr. Bojan Stopar (Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)

KAZALO

1 UVOD	4
2 IZMERA MINI EUREF 2007	5
3 OBLIKA GEODETSKE MREŽE	6
4 OBDELAVA PODATKOV	8
5 REZULTATI OBDELAVE	9
5.1 POLOŽAJI IN NATANČNOSTI V ITRF05.....	9
5.2 POLOŽAJI IN NATANČNOSTI V ETRS89.....	10
6 VIRI	13

1 UVOD

V letih od 1994 do 1996 so se v območju Slovenije izvedle tri izmere GNSS, s katerimi se je določilo položaje točkam v koordinatnem sestavu ETRF89. Položaj v ETRF89 je bil določen 49-im točkam na območju Slovenije, vsem točkam astrogeodetske mreže Slovenije in dodatno še 12-im točkam, ki so triangulacijske točke 1. reda ali geodinamične točke. Položaj točk je bil uradno potrjen tudi s strani EUREF in so dobile oznako statusa B, kar je pomenilo položajno natančnost 1 cm v koordinatnem sestavu ETRF89. Pet točk je dobilo tudi status uradnih točk EUREF, in sicer Donačka gora (DONA), Kucej (KUCE), Korada (KORA), Malija (MALJ) in Velika Kopa (VEKO).

Osnovna geodetska mreža Slovenije je bila dolgo časa astrogeodetska mreža Slovenije. Z razvojem tehnologije, je klasično metodo izmere temeljnih mrež nadomestila izmera s sistemi GNSS. V razvitih državah so se začela vzpostavljati omrežja permanentnih postaj, ki so postala glavno ogrodje geoinformacijske infrastrukture, namenjene geodeziji in navigaciji. V Sloveniji se je omrežje permanentnih postaj začelo izgrajevati leta 2001, ko je bila vzpostavljena prva permanentna postaja v Ljubljani, ki je postala tudi ena izmed točk permanentnega omrežja Evrope. Do konca leta 2006 je bilo vzpostavljenih 15 permanentnih postaj v Sloveniji in z dodatnimi petimi točkami na mejnem območju Slovenije in Avstrije je sistem dokočno izgrajen. Omrežje permanentnih postaj v Sloveniji se imenuje SIGNAL.

Obdelava EUREF kampanj iz let od 1994 do 1996 je bila dokončno izvedena leta 2003, dve leti kasneje pa je bil izveden prvi preračun podatkov omrežja SIGNAL, na takrat sedmih točkah omrežja. Cilj obeh obdelav je bil določiti položaje točk v koordinatnem sestavu ETRF89, a zaradi časovne razlike, položaji niso bili primerljivi. V letu 2007 se je tako zaradi geotektonike in povezave EUREF točk ter permanentnih postaj izvedla izmera, imenovana EUREF 2007. V izmero so bili vzete vse uradne točke EUREF, v preračun pa smo vzeli tudi podatke vseh postaj omrežja SIGNAL. V tem času se je tudi zamenjal koordinatni sistem ITRS, saj je sedaj aktualni koordinatni sistem ITRS05 z realizacijo – sestavom ITRF05.

2 IZMERA MINI EUREF 2007

Terensko delo izmere je zajemalo priprave in izvedbo meritev na petih točkah, ki imajo status uradnih točk EUREF. Izmera je potekala 72 ur, in sicer od dne 3. aprila 2007 ob 12⁰⁰ do 6. aprila 2007 do približno 12⁰⁰. Meritve so potekale v štirih dneh, kjer so bile drugi in tretji dan celodnevne meritve ter prvi in četrti dan poldnevne meritve. Na vseh petih točkah je bil uporabljen enak sprejemnik, TRIMBLE 4000SSI/SSE, z anteno TRIMBLE COMP. L1/L2 + GP ali TRIMBLE GEOD. L1/L2 + GP. Antene so bile na točkah centrirane prisilno, s pomočjo kovinskega nastavka, ki omogoča prisilno stabilizacijo antene, ali s pomočjo trinožnega podstavka, ki se ga je na točki cementiralo. Pri vseh točkah je bil interval registracije nastavljen na 30s in minimalni višinski kot na 10°.

Permenentne postaje sprejemajo signal neprestano, tako da je bilo za potrebe preračuna podatke prenesti s spletne strani Geodetskega Inštituta Republike Slovenije. Vsi potrebni podatki o nastavitvah določene postaje so objavljeni na spletni strani <http://www.gu-signal.si/>.

Izmera točke VEKO (Velika Kopa):

FGG, Oddelek za geodezijo je imel načez izmero na točki Velika Kopa (VEKO). Izmera je potekala od 6⁴⁹ dne 3. aprila 2007 do vključno 10¹⁵ ure dne 3. aprila 2007. Skupno je bilo tako opazovanih 75 ur in 26 minut. Zaradi izpada električne energije, je dvakrat prišlo do izgube podatkov, in sicer v prvem primeru za 21 minut (4. april ob 8³⁰ uri) in v drugem primeru za 3²⁸ ure (5. april ob 3²⁰). Interval registracije je bil nastavljen tako kot za vse točke, to je 30 s pri minimalnem višinskem kotu 10°. Na terenu je bil en študent geodezije.

Točka Velika Kopa (VEKO). je stabilizirana z betonskim stebrom, kjer je geodetska točka na stebru označena s kovinsko ploščico in luknjico na tej ploščici. Antena GNSS je bila postavljena nad točko s posebnim Zeissovim trinožnim podstavkom, katerega je bilo potrebno primavčiti na steber. Antena je bila ustrezno orientirana proti severu. Na točki je bil uporabljen TRIMBLE 4000SSI geodetski sprejemnik in TRIMBLE COMP. L1/L2 + GP antena GNSS. Električna energija je bila zagotovljena preko zunanjih avtomobilskih baterij. Višina antene je bila izmerjena s treh različnih smeri antene in je znašala 0.1990 m do navoja na spodnji strani antene (do točke ARP – Antenna Reference Point).

3 OBLIKA GEODETSKE MREŽE

V obdelavi je bilo vzetih pet točk EUREF in vse točke omrežja SIGNAL. Skupno to predstavlja 25 točk, ki so bile v obdelavi obravnavane kot nove točke. Spodnja slika prikazuje nove točke v obdelavi.



Geodetski datum geodetske mreže GNSS se je določil glede na točke službe IGS z dobro poznanimi koordinatami in hitrostmi v koordinatnem sestavu ITRF05, ki so se vzele v obdelavo in obravnavale kot dane ali kontrolne točke. Status danih točk v obdelavi je določen s psevdopazovanji v matematičnem modelu, kjer nastavimo natančnost koordinat točk. Kontrolne točke so v modelu za oceno kakovosti obdelave podatkov. Primerjajo se dani položaji kontrolnih točk in ocenjeni položaji v obdelavi. Na podlagi razlik lahko sklepamo o kakovosti obdelave. Točke službe IGS, ki so bile vzete v obdelavo, so prikazane na spodnji sliki.



4 OBDELAVA PODATKOV

Obdelava podatkov izmere GNSS se je izvedla s programskim paketom Bernese GPS Software, Version 5.0. Obdelava je potekala po okvirih kakovostnih obdelav podatkov GNSS, ki zagotavljajo najvišjo kakovost dobljenih rezultatov. Rezultati obdelave podatkov GNSS so ocenjene koordinate točk mreže s pripadajočimi parametri troposfere. Obdelava se izvrši na podlagi datuma vzpostavljenega s psevdoopazovanji. Končni rezultati se vklopijo na dane položaje točk (danih) s postopkom Helmertove transformacije.

Obdelava poteka v 4. korakih. Prvi korak predstavlja uvoz vseh podatkov v program. Obdelajo se kodna opazovanja, kjer se uskladijo časi sprejemnikov s časom GPS. Fazna opazovanja se pregleda za prisotnost grobih pogreškov in trenutkov izpadov signala. Prečiščena opazovanja se v drugem koraku uporabijo za realno rešitev. Rezultati so ocenjene koordinate točk in parametri troposfere na podlagi realnih vrednosti neznanih števil celih valov. Ti rezultati se v tretjem koraku uporabijo za oceno neznanih števil celih valov v območju naravnih števil, ki zagotavljajo najvišjo natančnost in točnost končnih rezultatov, to so ocenjene vrednosti koordinat in parametrov troposfere v četrtem koraku na podlagi neznanih števil celih valov v območju naravnih števil.

Referenčni standardni odkloni v vseh štirih korakih so bili pod 1.5 mm, kar kaže na kakovostne rezultate in na kakovostne podatke. Končna kontrola kakovosti rezultatov je dobljena s primerjavo med danimi položaji točk IGS in ocenjenimi položaji istih točk iz obdelave. V obdelavi smo imeli dva tipa točk IGS, in sicer dane točke, ki so definirale datum in kontrolne točke, ki so se obravnavale kot nove točke. Spodnja preglednica prikazuje razlike med ocenjenimi in danimi vrednostmi koordinat po transformaciji. Točke, ki imajo status dane točke, so bile vzete za izračun transformacijskih parametrov. Iz rezultatov je vidno, da so odstopanja na danih točkah na nivoju milimetra, na kontrolnih točkah pa tudi za stopnjo višja odstopanja. Rezultati kažejo na točne in kakovostne rezultate.

TC	$\Delta\varphi$ [mm]	$\Delta\lambda$ [mm]	Δh [mm]	Dana točka
BOR1	2.4	0.1	1.3	NE
GRAS	-0.6	0.0	-0.7	DA
GRAZ	0.6	-0.3	-4.5	NE
HFLK	-2.7	-0.7	0.9	NE
JOZE	3.2	-4.5	11.0	NE
MATE	2.0	-0.3	-0.5	DA
MEDI	2.9	0.8	-5.1	NE
PENC	-1.3	1.1	-3.0	DA
SOFI	-0.5	0.2	1.6	DA
WTZR	0.9	-0.5	2.3	DA
ZIMM	-0.7	-0.5	0.4	DA

5 REZULTATI OBDELAVE

Obdelava poteka za vsak dan opazovanj posebej. Tako dobimo štiri nize rezultatov, ki se jih združi na nivoju normalnih enačb v končne rezultate. Končni rezultat so ocenjene koordinate točk v koordinatnem sestavu ITRF05 s pripadajočimi natančnostmi. Oceno natančnosti koordinate točke ne pridobimo na podlagi sistema normalnih enačb, ampak z odstopanji dnevnih rešitev koordinat od končne vrednosti koordinat.

5.1 Položaji in natančnosti v ITRF05

Ocenjeni položaji točk so pridobljeni na podlagi položajev danih točk, ki so podani glede na aktualni koordinatni sestav ITRF (trenutno 2005) in položaje satelitov, ki se morajo nanašati na isti koordinatni sestav. Z uporabo končnih preciznih efemerid in uradnih položajev točk IGS v koordinatnem sestavu ITRF05 imamo to zagotovljeno. Spodnja tabela prikazuje položaje točk v koordinatnem sestavu ITRF05.

TC	X [m]	Y [m]	Z [m]	φ [° ' "]	λ [° ' "]	h [m]
	σ_x [mm]	σ_y [mm]	σ_z [mm]	σ_φ [mm]	σ_λ [mm]	σ_h [mm]
BLEI	4245735.3730	1121289.6274	4610928.3043	46 35 22.877269	14 47 38.108929	537.8709
	2.00	1.00	2.00	0.42	0.67	3.58
BODO	4207416.2215	1213626.2368	4622309.5213	46 44 26.701217	16 5 24.607173	340.2368
	2.00	1.00	2.00	0.71	0.54	1.51
BOVE	4289323.8289	1033109.1642	4591205.0878	46 19 57.448972	13 32 31.544090	485.8676
	2.00	1.00	2.00	1.74	0.33	3.20
BREZ	4282492.9766	1195090.6057	4558011.6668	45 54 15.475199	15 35 33.059758	222.4527
	2.00	1.00	2.00	0.44	0.25	2.52
CELJ	4263712.7932	1161749.3189	4584089.0133	46 14 30.425848	15 14 29.729371	295.1487
	2.00	1.00	2.00	0.28	0.30	2.12
CRNO	4315743.6960	1172020.1856	4532759.4612	45 34 43.084890	15 11 35.901448	236.3991
	2.00	1.00	2.00	0.58	0.40	3.12
DLBG	4219870.5295	1147553.9643	4627915.5779	46 48 48.666232	15 12 47.360624	430.5544
	2.00	1.00	2.00	0.60	0.38	2.69
DONA	4252206.6262	1198632.2702	4586161.5440	46 15 45.763912	15 44 32.408429	937.2496
	2.00	1.00	3.00	1.13	0.84	1.54
FLDB	4195227.4582	1193658.4114	4638461.6144	46 57 11.147129	15 52 57.074905	348.2814
	2.00	1.00	2.00	0.49	0.17	0.85
ILIR	4335545.0966	1100950.7295	4532050.5853	45 34 1.753154	14 14 53.856732	494.615
	2.00	1.00	2.00	0.83	0.19	0.70
GSR1	4292609.4862	1113639.2697	4569215.6471	46 2 53.282051	14 32 37.378379	351.6811
	2.00	1.00	2.00	0.82	1.97	0.49
KLAG	4253507.7857	1085735.1150	4612213.1299	46 36 24.715072	14 19 9.642306	500.3059
	2.00	1.00	2.00	0.94	0.74	1.11
KOPE	4346595.1164	1061559.4456	4530252.9292	45 32 53.191641	13 43 28.400961	52.7117
	2.00	1.00	2.00	0.55	0.34	1.41
KORA	4310119.4353	1039591.0937	4570877.4035	46 3 53.79019	13 33 38.173900	858.8553
	2.00	1.00	3.00	0.68	0.39	2.87
KUCE	4293438.5265	1129475.8026	4565202.1665	45 59 31.048010	14 44 19.912210	800.3256
	2.00	1.00	2.00	0.48	0.40	2.44
LANK	4259654.3755	1053590.5709	4614097.0084	46 37 50.696177	13 53 34.113583	583.0639
	2.00	1.00	2.00	1.98	1.15	1.03
MALJ	4351694.4064	1056274.9965	4526994.8434	45 30 13.640660	13 38 36.216071	323.1160
	2.00	1.00	2.00	0.76	0.47	4.87
MARI	4230543.5558	1185068.4531	4608685.4342	46 33 43.885808	15 38 55.427291	342.9515
	2.00	1.00	2.00	0.87	0.87	2.24

NOVG	4321545.2845	1047464.8238	4557316.0131	45 53 46.853027	13 37 28.953495	110.1334
	2.00	1.00	2.00	0.52	0.38	1.46
PTUJ	4236960.9399	1205419.4828	4597492.1729	46 24 59.408916	15 52 51.974054	283.9909
	2.00	1.00	2.00	0.30	0.79	1.36
RADO	4276891.0822	1079960.6139	4592111.0769	46 20 37.622109	14 10 17.587308	554.3241
	2.00	1.00	2.00	1.10	0.37	2.05
SLOG	4246110.9849	1144101.1169	4604923.7721	46 30 42.394884	15 4 48.107564	471.8906
	2.00	1.00	2.00	1.71	1.28	1.49
TREB	4294299.0582	1151308.5628	4558324.1644	45 54 26.367938	15 0 29.334493	331.7101
	2.00	1.00	2.00	0.52	0.28	2.77
VEKO	4244884.2378	1153155.9711	4605345.3773	46 30 24.056234	15 11 53.051605	1590.3035
	2.00	1.00	3.00	0.76	0.29	1.78
VELP	4214943.6530	1236183.2986	4609375.2998	46 34 20.622633	16 20 44.397776	218.9403
	2.00	1.00	2.00	0.25	0.49	0.50

5.2 Položaji in natančnosti v ETRS89

Transformacija med poljubnim koordinatnim sestavom ITRF in koordinatnim sestavom ETRF89, ki je postal standard za podajanje položajev v Evropi, je določena v dokumentu Boucher in Altamimi (2007). Dokument podaja parametre transformacije med aktualnim koordinatnim sestavom ITRF05 in evropskim koordinatnim sestavom ETRF89. Položaji novih točk v ETRF89 so podani v spodnji tabeli. Natančnosti točk so enake kot v primeru položajev točk, podanih v koordinatnem sestavu ITRF05.

TC	X [m]	Y [m]	Z [m]	φ [°''']	λ [°''']	h [m]
BLEI	4245735.7180	1121289.3598	4610928.0780	46 35 22.86598	14 47 38.09264	537.8885
BODO	4207416.5734	1213625.9718	4622309.2972	46 44 26.68998	16 05 24.59059	340.2546
BOVE	4289324.1669	1033108.8937	4591204.8590	46 19 57.43763	13 32 31.52809	485.8850
BREZ	4282493.3242	1195090.3358	4558011.4391	45 54 15.46395	15 35 33.04336	222.4715
CELJ	4263713.1397	1161749.0502	4584088.7863	46 14 30.41458	15 14 29.71302	295.1669
CRNO	4315744.0409	1172019.9135	4532759.2319	45 34 43.07362	15 11 35.88517	236.4181
DLBG	4219870.8771	1147553.6984	4627915.3529	46 48 48.65496	15 12 47.34422	430.5718
DONA	4252206.9754	1198632.0023	4586161.3177	46 15 45.75266	15 44 32.39197	937.2679
FLDB	4195227.8094	1193658.1472	4638461.3907	46 57 11.13589	15 52 57.05834	348.2989
ILIR	4335545.4365	1100950.4561	4532050.3547	45 34 01.74184	14 14 53.84065	494.6337
GSR1	4292609.8287	1113638.9991	4569215.4186	46 02 53.27075	14 32 37.36219	351.6993
KLAG	4253508.1283	1085734.8469	4612212.9030	46 36 24.70376	14 19 09.62612	500.3232
KOPE	4346595.4535	1061559.1714	4530252.6980	45 32 53.18031	13 43 28.38499	52.7302
KORA	4310119.7728	1039590.8218	4570877.1738	46 03 53.77887	13 33 38.15792	858.8733
KUCE	4293438.8699	1129475.5319	4565201.9380	45 59 31.03674	14 44 19.89599	800.3431
LANK	4259654.7159	1053590.3023	4614096.7811	46 37 50.68484	13 53 34.09749	583.0810
MALJ	4351694.7430	1056274.7220	4526994.6119	45 30 13.62935	13 38 36.20013	323.1348
MARI	4230543.9051	1185068.1866	4608685.2089	46 33 43.87455	15 38 55.41082	342.9695
NOVG	4321545.6219	1047464.5512	4557315.7829	45 53 46.84169	13 37 28.93752	110.1514
PTUJ	4236961.2901	1205419.2159	4597491.9474	46 24 59.39768	15 52 51.95754	284.0090
RADO	4276891.4235	1079960.3442	4592110.8489	46 20 37.61079	14 10 17.57118	554.3417
SLOG	4246111.3312	1144100.8493	4604923.5459	46 30 42.38360	15 04 48.09122	471.9084
TREB	4294299.4028	1151308.2921	4558323.9360	45 54 26.35666	15 00 29.31822	331.7286
VEKO	4244884.5847	1153155.7036	4605345.1512	46 30 24.04496	15 11 53.03524	1590.3213
VELP	4214944.0058	1236183.0331	4609375.0754	46 34 20.61142	16 20 44.38115	218.9584

Rezultati predstavljeni v zgornji tabeli predstavljajo položaje točk v ETRF89 koordinatnem sistemu za epoho izmere, in sicer 2007.258. Glede na ocenjene položaje točk v izmeri EUREF 95 (točke Donačka gora, Korada, Kucelj, Malija in Velika Kopa), lahko ugotovimo, da pride do razlik med koordinatami iz leta 1995 in koordinatami iz leta 2007 (vrednosti iz zgornje tabele). Razlike v koordinatah so predstavljene v spodnji tabeli. Razlike so prikazane v globalnem pravokotnem kartezičnem koordinatnem sistemu (ΔX , ΔY in ΔZ), z geodetskimi koordinatami ($\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$, Δh), ter na koncu velikost razlike – dolžina prostorskega vektorja (ΔP).

TC	ΔX [mm]	ΔY [mm]	ΔZ [mm]	$\Delta\varphi$ [mm]	$\Delta\lambda$ [mm]	Δh [mm]	ΔP [mm]
DONA	10.6	15.2	25.4	7.1	12.1	28.3	31.6
KORA	-7.3	7.2	34.9	28.2	8.8	21.4	36.5
KUCE	4.7	3.0	36.4	21.7	1.8	29.9	37.0
MALJ	-22.9	1.6	31.6	38.2	7.0	7.2	39.5
VEKO	6.0	15.6	17.3	4.7	14.0	19.4	24.4

Glede na vrednosti, predvsem v zadnjem stolpcu, ugotovimo, da razlike v koordinatah uradnih točk EUREF niso zanemarljive. Te razlike kažejo na nesovpadanje med realizacijo koordinatnega sestava ETRF89 iz opazovanj leta 1995 in realizacijo koordinatnega sestava ETRF89 iz opazovanj leta 2007. Glede na dejstvo, da se je med letom 1995 in 2007 kar nekajkrat spremenil koordinatni sistem (ITRF96, ITRF97, ITRF00 in ITRF05) in ker imamo na voljo samo položaje točk v dveh epohah, ne moremo zaključiti, da je razlika koordinat posledica geodinamike Slovenije oz. posledica premika točk. To je bil tudi razlog, da je bilo potrebno uskladiti koordinatna sestava iz let 2007 in 1995. Uskladitev je potekala na osnovi različnih preračunov ETRF89 koordinat iz izračunanih ITRF05 koordinat (položajev iz epohe 2007.258). Najbolj ustrezna uskladitev je potekala v treh korakih, in sicer:

- Transformacija iz ITRF05, epoha 2007.258, v ITRF96, epoha 2007.258
- Transformacija iz ITRF96, epoha 2007.258, v ITRF96, epoha 1995.554, s pomočjo modela vektorjev hitrosti NNR-NUVEL-1A (ki je tudi model vektorjev hitrosti za ITRF96 koordinatni sestav)
- Transformacija iz ITRF96, epoha 1995.554, v ETRF89

Bistvena lastnost zgornjih treh korakov je predvsem v tem, da postopamo po enakih korakih, kot leta 1995. Zato je prvo potrebno izvesti prehod na ITRF96, v katerem se je izvedel račun leta 1995. Prehod iz epohe 2007.258 v epoho 1995.554 poteka preko modela vektorjev hitrosti NNR-NUVEL-1A, ki je bil določen ob vzpostavitvi koordinatnega sestava ITRF96. Prehod iz ITRF96, epoha 1995.554, v ETRF89 poteka spet na enak način kot v primeru preračuna iz leta 1995.

Končne koordinate so podane v spodnji tabeli.

TC	X [m]	Y [m]	Z [m]	φ [° '"]	λ [° '"]	h [m]
BLEI	4245735.6971	1121289.3484	4610928.0503	46 35 22.86590	14 47 38.09237	537.8525
BODO	4207416.5481	1213625.9591	4622309.2669	46 44 26.68997	16 05 24.59034	340.2135
BOVE	4289324.1456	1033108.8830	4591204.8298	46 19 57.43752	13 32 31.52784	485.8478
BREZ	4282493.3008	1195090.3250	4558011.4100	45 54 15.46389	15 35 33.04317	222.4329
CELJ	4263713.1154	1161749.0395	4584088.7565	46 14 30.41452	15 14 29.71284	295.1272
CRNO	4315744.0178	1172019.9037	4532759.2040	45 34 43.07357	15 11 35.88501	236.3808
DLBG	4219870.8535	1147553.6867	4627915.3233	46 48 48.65491	15 12 47.34398	430.5326
FLDB	4195227.7883	1193658.1343	4638461.3654	46 57 11.13589	15 52 57.05803	348.2641
ILIB	4335545.4146	1100950.4469	4532050.3251	45 34 01.74172	14 14 53.84049	494.5960
KLAG	4253508.1072	1085734.8360	4612212.8749	46 36 24.70368	14 19 09.62587	500.2869
KOPE	4346595.4325	1061559.1628	4530252.6678	45 32 53.18015	13 43 28.38484	52.6929
LANK	4259654.6937	1053590.2901	4614096.7512	46 37 50.68476	13 53 34.09718	583.0425
GSR1	4292609.8067	1113638.9889	4569215.3899	46 02 53.27067	14 32 37.36199	351.6621
MARI	4230543.8825	1185068.1746	4608685.1808	46 33 43.87452	15 38 55.41056	342.9319
NOVG	4321545.6004	1047464.5414	4557315.7533	45 53 46.84156	13 37 28.93731	110.1139
PTUJ	4236961.2673	1205419.2045	4597491.9197	46 24 59.39765	15 52 51.95732	283.9717

RADO	4276891.4014	1079960.3332	4592110.8187	46 20 37.61068	14 10 17.57093	554.3032
SLOG	4246111.3081	1144100.8379	4604923.5173	46 30 42.38356	15 04 48.09098	471.8703
TREB	4294299.3788	1151308.2820	4558323.9068	45 54 26.35660	15 00 29.31806	331.6897
VELP	4214943.9815	1236183.0217	4609375.0474	46 34 20.61142	16 20 44.38096	218.9198
DONA	4252206.9527	1198631.9914	4586161.2901	46 15 45.75263	15 44 32.39176	937.2308
KORA	4310119.7539	1039590.8118	4570877.1463	46 03 53.77873	13 33 38.15768	858.8391
KUCE	4293438.8477	1129475.5218	4565201.9087	45 59 31.03664	14 44 19.89580	800.3053
MALJ	4351694.7245	1056274.7129	4526994.5843	45 30 13.62918	13 38 36.19992	323.1010
VEKO	4244884.5625	1153155.6924	4605345.1231	46 30 24.04491	15 11 53.03500	1590.2841

Kot kontrolo lahko primerjamo sedaj razlike med ETRF89 koordinatami uradnih točk EUREF med uradnimi koordinatami in izračunanimi in zapisano v zgornji tabeli. Te razlike so podane v spodnji tabeli.

TC	ΔX [mm]	ΔY [mm]	ΔZ [mm]	$\Delta\phi$ [mm]	$\Delta\lambda$ [mm]	Δh [mm]	ΔP [mm]
DONA	-12.1	4.3	-2.2	6.1	7.4	-8.8	13.0
KORA	-26.2	-2.8	7.4	23.9	3.4	-12.8	27.3
KUCE	-17.5	-7.1	7.1	18.4	-2.4	-7.9	20.2
MALJ	-41.4	-7.5	4.0	32.8	2.5	-26.6	42.3
VEKO	-16.2	4.4	-10.8	3.1	8.5	-17.8	20.0

V splošnem so razlike manjše, kot v primeru neposredne transformacije po modelu Boucher in Altamimi (2007), le pri Maliji je razlika malo večja in znaša nekaj več kot 4 cm. Nesovpadanje med koordinatami točk, ki imajo le-te določene v izmeri leta 1995 in koordinatami, ki smo jih določili leta 2007 tako zagotavljajo skladnost na nivoju do 4 cm.

Razlika med obema postopkoma prehoda iz koordinatnega sestava ITRF05 v koordinatni sestav ETRF89 je v vmesnem koraku, kjer pri drugem postopku (usklajevanje) pridemo v ETRF89 preko ITRF96. V splošnem tak postopek ni priporočen, a je za naš primer trenutno najboljša možna rešitev. Taka rešitev je kompromis med relativno točnostjo točk pasivnega omrežja (talno stabilizirane točke) in aktivnega omrežja (omrežja SIGNAL). V nadaljnje je potrebno izvesti preračune čim večkrat, priporoča se obdelava na dnevni osnovi vseh podatkov. Obdelati bi bilo potrebno vse že shranjene podatke, kot tudi tekoče (podatke v realnem času) podatke. Šele takrat, ob analizi časovnih vrst komponent položajev točk, lahko razlike v položajih (koordinatah) točk obravnavamo pravilno in korektno.

6 VIRI

Boucher, C., Altamimi, Z., 2007. Memo: Specification for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign. <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/memo.pdf>

Dach, R., Hugentobler, U., Fridez, P., Meindl, M., 2007. Bernese GPS Software, Version 5.0, Astronomski Inštitut Univerze v Bernu.

Brockmann, E., 1996. Combination of Solutions for Geodetic and Geodynamic Applications of the Global Positioning System (GPS), Doktorska disertacija, Astronomski inštitut Univerze v Bernu, Švica.

<http://itrf.ensg.ign.fr/> (20. 08. 2007)