

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEODETSKI FAKULTET

Uspostava mreže GNSS točaka Geodetske
škole u Zagrebu



Zagreb, 27. travnja 2017.

Sadržaj

Predgovor	1
1. Cilj i svrha projekta	3
2. Područje izmjere i mreža GNSS točaka	4
3. Mjerna oprema, organizacija terenskih mjerenja i izvođenje opažanja.....	10
4. Podaci mjerenja, obrada opažanja, računanje vektora i izjednačenje mreže u TBC-u.....	13
5. Zaključak	22
6. Literatura	23
7. Prilozi	24

Predgovor

Globalni navigacijski satelitski sustavi (GNSS) danas predstavljaju uobičajenu metodu geodetske izmjere i određivanja koordinata točaka bilo da je riječ o tehnikama koje omogućavaju rješenja u realnom vremenu (engl. *Real Time Kinematic* – RTK) ili se ona dobivaju u naknadnoj obradi statički prikupljenih opažanja (engl. *Post-Processing*). Skupni naziv GNSS danas sačinjavaju američki GPS i ruski GLONASS koji su postigli svoju potpunu operativnu sposobnost (engl. *Full Operational Capability*), ali i europski GALILEO i kineski BEIDOU koji se trenutačno nalaze u fazi izgradnje. Za razliku od ostalih sustava, GALILEO je prvi globalni satelitski sustav za navigaciju i pozicioniranje pod nadzorom i upravljanjem civilnog sektora. Sustav financira Europska komisija, za njegovu uspostavu je zadužena Europska svemirska agencija (ESA) dok će po završenoj uspostavi sustav biti dan na upravljanje Europskoj GNSS agenciji (engl. *European GNSS Agency* – GSA). Po završenoj uspostavi, GALILEO konstelacija će se sastojati od ukupno 30 satelita (24 + 6 rezervnih), raspoređenih u tri orbitalne ravnine nagnute u odnosu na ravninu Ekvatora za 56° , sa satelitima na visini približno 23222 km iznad površine Zemlje. Dana 17. studenog 2017. iz svemirske luke Kourou (Francuska Gvajana) uspješno je obavljeno lansiranje četiriju GALILEO satelita na raketi nosaču Ariane 5 što predstavlja veliki korak na putu izgradnje sustava, ali i prvo lansiranje s čak četiri GNSS satelita. U ovome trenutku (travanj 2017) u GALILEO konstelaciji nalazi se ukupno 18 satelita, od kojih je 11 operativno, dva su u fazi testiranja, jedan nije dostupan, dok su preostala četiri (sateliti lansirani 17. studenog 2017.) satelita u fazi puštanja u rad. Dana 15. prosinca 2017. Europska je komisija službeno proglasila GALILEO *Initial Services* što znači da su svemirska i zemaljska infrastruktura sustava operativno spremne, iako je konstelacija još uvijek u fazi izgradnje. Svi navedeni događaji kojima smo svjedoci, bili su povod uključivanja najsvremenijih GNSS uređaja sa sposobnošću opažanja GALILEO satelita u nastavu i istraživanja na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu što je i realizirano kroz ovaj projekt u suradnji s Geodetskom školom iz Zagreba.

Suradnja Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Geodetske škole u Zagrebu ima dugotrajni i kontinuirani karakter. U proteklih godinu dana suradnja se intenzivirala izradom seminarskih i diplomskih radova na Katedri za satelitsku geodeziju. Za potrebe izrade diplomskog rada studenta Roka Grzunova (ak. god. 2015/2016), Geodetska škola je ustupila bespilotnu letjelicu *DJI Professional 3* koja je korištena za ispitivanje performansi integriranog GNSS prijavnika. Realizacija navedenog ne bi bila moguća bez angažmana zaposlenika Geodetske škole - Zlatana Solde, dipl. ing. geod. i Ratka Medana, dipl. ing. geod. uz svesrdnu podršku ravnateljice Biserke Maurer, dipl. ing. geod.. Nastavak suradnje očekuje se kroz izradu diplomskog rada studenta Denisa Blaženke (ak. god. 2016/2017) čiji je zadatak poboljšanje i razvoj platforme za ispitivanje GNSS prijavnika na bespilotnim letjelicama. Nadalje, suradnja je nastavljena kroz aktivnosti koje su imale za cilj uspostavu GNSS mreže točaka za potrebe nastave Geodetske škole, na čemu su bili angažirani studenti izbornog predmeta *Satelitsko pozicioniranje – projekt* (treći semestar Diplomskog studija geodezije i geoinformatike, usmjerenje geodezija) Mia Lozo, Kristina Matika, Denis Blaženka i Lovro Franov uz podršku poslijedoktoranta dr. sc. Danijela Šugara i asistenta Zvonimira Nevistića, mag. ing. geod. et geoinf. Cilj spomenutog predmeta bio je produbiti znanja iz različitih aspekata teorije, razvoja

i primjene GNSS-a, kao i obrade GNSS mjerenja. Kako bi se studentima omogućio rad s trenutačno najsvremenijim GNSS uređajima dostupnima na tržištu u Hrvatskoj, a posebice vodeći računa da to budu uređaji s mogućnošću opažanja GALILEO satelita, kontaktirani su zastupnici renomiranih svjetskih proizvođača GNSS uređaja i opreme: Geo-Centar d.o.o. Čakovec – zastupnik tvrtke *Topcon*, Geomatika-Smolčak d.o.o. Gornji Stupnik – zastupnik tvrtke *Trimble* i Geowild d.o.o. Zagreb – zastupnik tvrtke *Leica Geosystems*. Zahvaljujući susretljivosti spomenutih tvrtki, ustupljeni su nam GNSS uređaji i oprema, a dane su na raspolaganje i licence za odgovarajuće programske pakete za obradu GNSS mjerenja. Za terenska mjerenja jedan je GNSS prijammnik (Topcon Hiper Pro) dala na raspolaganje Geodetska škola. S obzirom na broj studenata koji su upisali predmet, bilo je potrebno za svakog studenta osigurati zaseban GNSS uređaj, opremu i odgovarajuću programsku podršku pomoću kojih će se samostalno provesti mjerenja i njihova obrada. Terenska mjerenja i kasnija obrada prikupljenih podataka opažanja rezultirali su izradom odgovarajućih tehničkih izvješća. Na taj način studenti su prošili svoja znanja iz uspostave geodetskih osnova primjenom statičkih relativnih GNSS mjerenja i GPPS (Geodetski precizni servis pozicioniranja) CROPOS-a, a Geodetska škola dobila je pouzdanu i točnu geodetsku osnovu za potrebe svoje osnovne aktivnosti – obrazovanja tehničara geodezije i geoinformatike, od kojih će najbolji nastaviti svoje obrazovanje na Geodetskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Iako su u projektiranje i rekognosciranje GNSS mreže, izradu plana opažanja i provedbu terenskih mjerenja bili uključeni zaposlenici Geodetskog fakulteta, stabilizacija točaka i rekognosciranje mreže obavili su u okviru izvannastavnih aktivnosti zaposlenici Geodetske škole Ratko Medan, dipl. ing. geod., Dalibor Jajtić, dipl. ing. geod. i suradnik u nastavi Krešimir Tomić, geod. teh. uz sudjelovanje učenika drugih i četvrtih razreda. Realizacija prikazanih aktivnosti ne bi bila moguća bez susretljivosti djelatnika i direktora tvrtki zastupnika GNSS uređaja i opreme gosp. Đure Zalovića, gosp. Nenada Smolčaka i gosp. Kreše Gulije kao ni bez korištenja podataka CROPOS-a omogućenih od strane Državne geodetske uprave (DGU) na čemu se svima zahvaljujemo.

Ovom je monografijom (elaboratom) dan prikaz svih aktivnosti i okolnosti koji su rezultirali uspostavom geodetske osnove (GNSS mreže) s koje će učenici Geodetske škole provoditi svoju terensku nastavu primjenom terestričkih metoda izmjere (poligonometrija, polarna metoda itd.). Ovo je novi korak u smjeru nastavka i intenziviranja suradnje naših dviju ustanova te naš skromni prilog obilježavanju 25. godišnjice osamostaljenja Geodetske škole.

Čestitamo 25. obljetnicu osamostaljenja i radujemo se budućim izazovima!

dr. sc. Danijel Šugar
prof. dr. sc. Željko Bačić

1. Cilj i svrha projekta

U sklopu kolegija *Satelitsko pozicioniranje - projekt* dobiven je zadatak opažanja prethodno stabiliziranih i rekognosciranih točaka geodetske GNSS mreže u okolici Geodetske škole u Zagrebu. Točke su opažane primjenom relativne statičke GNSS metode, a svrha opažanja je određivanje vektora u naknadnoj obradi, izjednačenje mreže te određivanje koordinata točaka u službenom koordinatnom sustavu Republike Hrvatske HTRS96/TM. Pomoću GPPS CROPOS-a određuju se elipsoidne GRS80 koordinate, a primjenom programa T7D i u njemu implementiranom modelu geoida HRG2009, potrebno je izračunati ortometrijske visine u službenom Hrvatskom visinskom referentnom sustavu – HVRS71. Za potrebe opažanja korišteni su GNSS uređaji i oprema koji su dodijeljeni sljedećim studentima:

- **Mia Lozo:** GNSS prijammnik Trimble R10 i kontroler Juno T41,
- **Kristina Matika:** GNSS prijammnik Leica GS14 i kontroler CS20,
- **Denis Blaženka:** GNSS prijammnik Topcon GR-5 i kontroler FC-500 te
- **Lovro Franov:** GNSS prijammnik Topcon Hiper Pro i kontroler FC-100.

Probno opažanje primjenom intervala pohrane 5 sekundi i elevacijske maske 10° obavljeno je na srednjoškolskom igralištu u blizini Geodetskog fakulteta, dana 15. prosinca 2016. nakon čega su datoteke s podacima statičkih opažanja prebačene iz prijammnika na osobno računalo.

Samo opažanje na točkama GNSS mreže Geodetske škole provedeno je dana 16. prosinca 2016, s početkom u 08:51 (07:51 UTC) i završetkom u 15:05 (14:05 UTC). Iako su opažanja obavljena koristeći gore navedene GNSS prijammnike, u nastavku će biti prikazana obrada mjerenja prikupljenih samo pomoću GNSS uređaja Trimble R10 i kontrolera Juno T41 (Mia Lozo). Podaci prikupljeni pomoću uređaja tvrtke Topcon (GR-5 i Hiper Pro) obrađeni su u programskom paketu *Topcon Magnet Office*, dok su mjerenja prikupljena GNSS prijammnikom Leica GS14 obrađena koristeći programski paket *Leica Infinity*. Radi se o komercijalnim softverima čije su licence dane na raspolaganje od strane zastupnika proizvođača. Obrada je obavljena u programskom paketu *Trimble Business Center v3.80* koji se koristi u nastavi predmeta *Satelitsko pozicioniranje* (5. semestar Preddiplomskog studija geodezije i geoinformatike) i za koji Geodetski fakultet ima određeni broj licenci. Obrada vektora provedena je sukladno *Pravilniku o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova (NN 87/2009)* i primjenom GPPS CROPOS-a. Izjednačenje je provedeno u dva koraka: izjednačenje slobodne mreže te izjednačenje mreže s prisilom. Kao konačni rezultat svih provedenih aktivnosti, dobivene su koordinate GNSS točaka u službenom referentnom koordinatnom sustavu HTRS96/TM i službenom visinskom sustavu HVRS-71.

2. Područje izmjere i mreža GNSS točaka

Geodetska osnova tj. mreža GNSS točaka projektirana je na okolnom području u blizini Geodetske škole tj. na području gradskih četvrti Sopot, Soboština i Siget u Zagrebu gdje se uobičajeno provode školske terenske aktivnosti. Područje izmjere zajedno s mrežom GNSS točaka GS01, GS02, GS03, GS04, GS05, GS06, GS07, GS08, GS09, GS10, GS11, GS12, GS13, GS14, GS15, GTSK i GS16 prikazano je na slici 5, a način njihove stabilizacija i opis lokacija navedeni su u Tablici 1.

Tablica 1. Stabilizacija GNSS točaka i opis njihovih lokacija.

Točka	Stabilizacija	Opis lokacije
GS01	Metalna 'kapa' (poligonska točka)	križanje Islandske ulice i ulice Huga Ehrlicha
GS02	Bolcna u asfaltu	južno od Islandske ulice (kod bazne stanice mobilne telekomunikacijske mreže)
GS03	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	južno od Islandske ulice
GS04	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	križanje Parka hrvatske mornarice i ulice Nikole Andrića
GS05	Bolcna u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	križanje Islandske ulice i ulice Nikole Andrića
GS06	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	križanje Islandske ulice i Turinine ulice (Sopot)
GS07	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	ulica Milovana Kovačevića (kod OŠ Ive Andrića) Sopot
GS08	Bolcna u asfaltu	križanje ulice Huga Ehrlicha i Milovana Kovačevića
GS09	Bolcna u asfaltu	križanje ulice Huga Ehrlicha i Potočnjakove ulice
GS10	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	križanje Potočnjakove ulice i Avenije Većeslava Holjevca
GS11	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	križanje Aleje pomoraca i Avenije Većeslava Holjevca
GS12	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	aleja pomoraca (sjeverozapadno od Doma zdravlja Siget)
GS13	Bolcna u asfaltu	aleja pomoraca (jugozapadno od Doma zdravlja Siget)
GS14	Prokrom bolcna u betonskom bloku (15 x 15) cm – GPS točka (homogeno polje Grada Zagreba)	zapadna strana križanja Islanske ulice i Avenije Većeslava Holjevca
GS15	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj	avenija Većeslava

	betonom	Holjevca južnije od križanja s Islandskom ulicom
GS16	Metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom	sjeverno od glavnog ulaza u zgradu Geodetske škole
GTSK	Betonski stup (točka temeljne GPS mreže Grada Zagreba)	Parkiralište ispred Graditeljske tehničke škole

Mreža GNSS točaka projektirana je na način da se područje od interesa pokrije određenim brojem GNSS točaka primjerene gustoće, da svaka točka ima slobodan horizont zbog nesmetane mogućnosti prijema signala GNSS satelita te da postoji međusobno dogledanje s najmanje jednom susjednom točkom zbog njezine iskoristivosti za buduću primjenu terestričkih metoda izmjere (poligonometrija, polarna metoda izmjere itd.). Na geodetskoj podlozi određeno je 15-ak mikrolokacija na kojima je bilo potrebno stabilizirati nove ili iskoristiti postojeće geodetske točke na kojima će se provesti GNSS mjerenja.

Nakon preliminarnog rekognosciranja terena obavljenog od strane voditelja aktivnosti (Šugar, Jajtić, Medan), a vodeći računa o prije navedenim kriterijima, pristupilo se stabilizaciji i numeraciji točaka. Gdje god je bilo moguće (zemljane površine) točke su stabilizirane metalnim šipkama u plastičnim cijevima u koje je uliven beton (slika 1), dok su na asfaltnim površinama točke stabilizirane čeličnim klinovima (bolcna) (slika 2).



Slika 1. Stabilizacija GNSS točke na zemljanoj površini: metalna šipka u plastičnoj cijevi zalivenoj betonom.



Slika 2. Stabilizacija GNSS točke na asfaltnoj površini: metalni klin (bolcna).

Od ukupno 17 točaka od kojih se sastoji mreža GNSS točaka Geodetske škole, jedna točka pripada homogenom polju točaka GPS mreže Grada Zagreba (GS14), a jedna je točka (GTSK) ujedno i točka temeljne GPS mreže Grada Zagreba. Prije obavljanja mjerenja, dana 30. studenog 2016. izvršeno je završno rekognosciranje terena u okolici Geodetske škole, u koje su bili uključeni i studenti što je imalo za cilj njihovo upoznavanje sa samom mrežom, odnosno s lokacijom svake pojedine točke (slika 3).



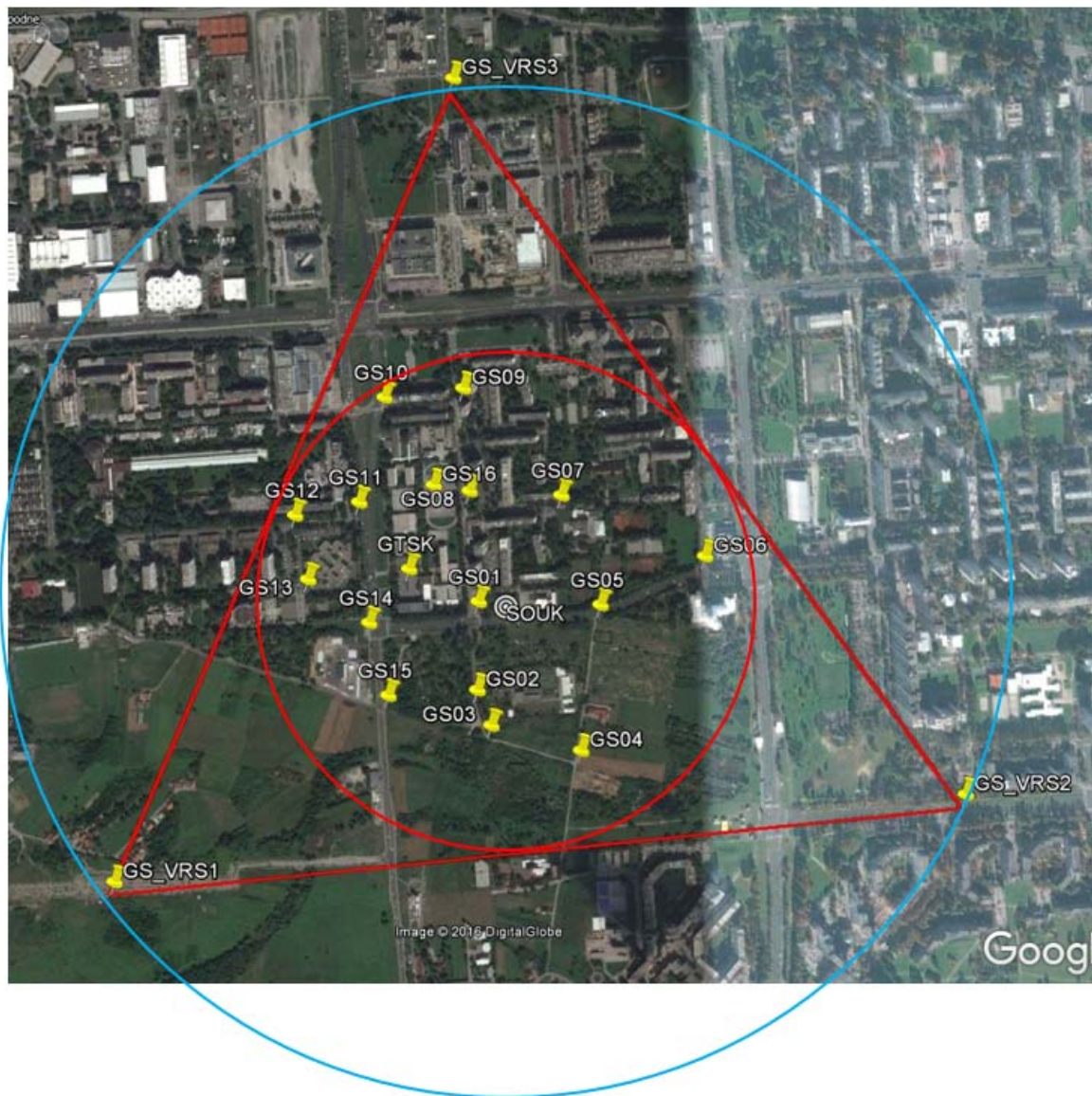
Slika 3. Studenti u društvu asistenata prilikom rekognosciranja mreže GNSS točaka dana 30. studenog 2016. godine (točka GTSK).

Po dodjeli GNSS prijavnika i opreme svakom pojedinom studentu, uslijedilo je upoznavanje s njihovim radom i podešavanje odgovarajućih parametara opažanja. Kako bi se maksimalno smanjile nepredviđene okolnosti i mogući problemi, na srednjoškolskom igralištu u blizini Geodetskog fakulteta studenti su obavili probna opažanja (slika 4) te je obavljeno i prebacivanje podataka opažanja s GNSS uređaja na osobno računalo.



Slika 4. Studenti s dodijeljenim GNSS prijavnici i opremom tijekom probnih opažanja na srednjoškolskom igralištu u blizini Geodetskog fakulteta, dana 15. prosinca 2016. godine.

Budući da su približni položaji točaka utvrđeni prilikom rekognosciranja terena, to je bilo moguće pomoću aplikacije *Google Earth* obaviti vizualizaciju mreže GNSS točaka (slika 5) te definirati virtualne referentne točke (engl. *Virtual Reference Station - VRS*) za koje će biti generirani RINEX podaci iz GPPS CROPOS-a.



Slika 5. Prikaz područja izmjere s mrežom GNSS točaka i referentnim VRS točkama.

U članku 11., PRILOGA 3, *Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova CROPOS – HRVATSKI POZICIJSKI SUSTAV* stoji da:

Točke dopunske mreže GNSS točaka (referentna mreža 3. reda) mogu se određivati i statičkom metodom mjerenja korištenjem geodetskog preciznog servisa pozicioniranja – GPPS, a obrada podataka mjerenja i izjednačenje obavlja se u ETRS89 referentnom sustavu.

Na svakoj dopunskoj točki potrebno je obaviti mjerenje u trajanju od 15 minuta (interval registracije podataka 5 sekundi) s elevacijskim kutom od 15° te korištenjem WEB/FTP servera CROPOS sustava preuzeti VRS RINEX podatke za 3 virtualne referentne točke na temelju približnih koordinata točaka koje su pravilno raspoređene na području zadatka i obaviti izjednačenje mjerenja u odgovarajućem programu za obradu podataka GNSS mjerenja.

Za pripremu VRS RINEX podataka mogu se odabrati približne koordinate mjerenih točaka koje se nalaze pravilno raspoređene na rubovima područja zadatka. Ukoliko je udaljenost između

virtualnih referentnih točaka veća od 10 km, trajanje mjerenja na dopunskim GNSS točkama potrebno je produžiti za 2 min za svaki dodatni kilometar udaljenosti.

Tijekom mjerenja potrebno je voditi odgovarajući zapisnik za obavljanje GNSS mjerenja korištenjem statičke metode mjerenja.

Za obradu podataka mjerenja i izjednačenje mreže potrebno je koristiti precizne efemeride.

Imajući u vidu gornje odredbe *Pravilnika*, odabrane su tri VRS točke pravilno raspoređene oko područja zadatka s elipsoidnim koordinatama (GRS80) danima kako slijedi:

- GS_VRS1 (45°46'01", 15°58'23", 160 m),
- GS_VRS2 (45°46'05", 15°59'46", 160 m),
- GS_VRS3 (45°46'54", 15°58'59", 160 m).

Navedene točke približno formiraju jednakokranični trokut čiju su stranice duljina od 1.80 km do 1.82 km. Za takav trokut približno je određena točka središta opisane i upisane kružnice (SOUK), gdje je radijus upisane kružnice 0.52 km, a one opisane 1.05 km. Grafički prikaz približnih položaja GNSS točaka, kao i jednakokranični trokut s vrhovima u VRS točkama s opisanom i upisanom kružnicom dan je na slici 5.

Iz položaja točaka u *Google Earth* programu određene su i udaljenosti između pojedine GNSS točke i referentnih VRS točaka što je prikazano u Tablici 2.

Tablica 2. Udaljenosti između GNSS točaka i referentnih VRS točaka [km] određenih pomoću *Google Earth*-a.

	GS_VRS1	GS_VRS2	GS_VRS3	MAX
GS01	0.96	1.09	1.08	1.09
GS02	0.85	1.04	1.27	1.27
GS03	0.85	1.00	1.34	1.34
GS04	1.02	0.80	1.42	1.42
GS05	1.17	0.86	1.13	1.17
GS06	1.41	0.73	1.12	1.41
GS07	1.24	1.05	0.89	1.24
GS08	1.10	1.21	0.85	1.21
GS09	1.26	1.34	0.64	1.34
GS10	1.15	1.47	0.68	1.47
GS11	0.94	1.41	0.90	1.41
GS12	0.85	1.51	0.96	1.51
GS13	0.75	1.44	1.08	1.44
GS14	0.76	1.30	1.14	1.30
GS15	0.69	1.22	1.29	1.29
GS16	0.98	1.23	0.95	1.23
GTSK	0.90	1.25	1.02	1.25
MAX	1.41	1.51	1.42	
MIN	0.69	0.73	0.64	

Iz tablice 2 slijedi da je najmanja udaljenost (duljina vektora) 0.64 km, najveća udaljenost 1.51 km, dok je prosječna vrijednost 1.07 km. Na ovaj su način određene koordinate VRS točaka što

osigurava uvjete u kojima će svaka GNSS točka biti određena na osnovi triju vektora približno podjednake duljine i pri povoljnim presjecima. Dodatno, ta će činjenica, pridržavajući se odredbi *Pravilnika* omogućiti postizanje mreže homogene točnosti.

3. Mjerna oprema, organizacija terenskih mjerenja i izvođenje opažanja

Opažanje je provedeno dana 16. prosinca 2016., DOY 351 (DOY – *Day of the Year*). Primijenjena je relativna statička GNSS metoda i GPPS CROPOS-a. Elevacijska maska je postavljena na 10° (iako je *Pravilnikom* propisana elevacijska maska 15°), interval pohranjivanja je postavljen na 5 sekundi, a trajanje opažanja na svakoj točki bilo je 15 minuta. Kao što stoji u točki 10., Priloga 3, *Pravilnika o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova*:

Stabilnost nosača GNSS uređaja i antene potrebno je dodatno osigurati tronožnim ili dvonožnim držačem tijekom obavljanja mjerenja


mjerenja su provedena koristeći mjerni štap duljine 2.000 m koji je tijekom mjerenja dodatno osiguravan dvonožnim držačem. Kako bi bili sigurni da su dozne libele na svim mjernim štapovima ispravne, u *Laboratoriju za mjerenje i mjernu tehniku* Geodetskog fakulteta provedeno je njihovo ispitivanje, a po potrebi i rektifikacija. U postupcima ispitivanja i rektifikacije sudjelovali su prof. dr. sc. Đuro Barković i Sergej Barićević, mag. ing. geod. et geoinf. s Katedre za zemljomjerstvo.

Tijekom opažanja korišteni su terenski zapisnici GNSS mjerenja u koje su, pored ostalih podataka, upisivani trenuci početka i kraja opažanja, visina instrumenta, elevacijska maska, interval pohrane, serijski broj prijarnika te je skiciran način mjerenja visine antene.

Tijekom opažanja, a zbog eliminacije varijacije faznih centara GNSS antene, ista je orijentirana prema sjeveru, a kao referentna oznaka sjevera (*engl. North Reference Point – NRP*) korišten je MMI (*engl. Man Machine Interface*) dio GNSS prijarnika.

U nastavku su dane specifikacije korištenog instrumentarija, GNSS uređaja Trimble R10 prikazanog na slici 6 i kontrolera prikazanog na slici 7.

	<p>Serijski broj: 5550447930</p> <ul style="list-style-type: none">• neometan nastavak rada po prekidu prijema RTK ili VRS signala zahvaljujući tehnologiji Trimble xFill• simultano praćeni satelitski signali: – GPS: L1 C/A, L1C, L2C, L2E, L5 – GLONASS: L1C/A, L1P, L2C/A, L2P, L3 – SBAS: L1C/A, L5 (Za SBAS satelitelite koji podržavaju L5) – Galileo: E1, E5a, E5b – BeiDou (COMPASS): B1, B2• frekvencije pozicioniranja: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz, and 20 Hz <p>Statička GNSS mjerenja:</p> <ul style="list-style-type: none">• Visoko precizna statička GNSS mjerenja<ul style="list-style-type: none">– Horizontalno (3 mm + 0.1 ppm RMS)– Vertikalno (3.5 mm + 0.4 ppm RMS)• Statika i Brza statika (<i>Fast Static</i>)<ul style="list-style-type: none">– Horizontalno (3 mm + 0.5 ppm RMS)– Vertikalno (5 mm + 0.5 ppm RMS) <p>Fizička svojstva:</p> <ul style="list-style-type: none">• Dimenzije (Š×V) 11.9 cm x 13.6 cm
<p>Slika 6. GNSS uređaj Trimble R10 (URL 1).</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> • Masa 1.12 kg s internom baterijom, internim radiom i UHF antenom, 3.57 kg kompletan RTK rover (prijemnik, kontroler, štap) <p>Napajanje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ulaz za vanjsko napajanje od 11 do 24V DC sa zaštitom od previsokog napona na portu 1 i portu 2 (7-pin Lemo) • Punjiva, izmjenjiva, 7.4V, 3.7Ah, Li-Ion baterija, s LED statusnim indikatorima
 <p>Slika 7. Kontroler Juno T41 (URL 2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Procesor: 800 MHz ili 1GHz • RAM: 512 MB • Pohrana: 8, 16 ili 32 GB • Operativni sustav: Windows Embedded Handheld (WEHH) 6.5 ili Android 4.1 "Jelly Bean" • Trajanje baterije cijeli dan s mogućnošću proširenja • Svjetlosni senzor za automatsku prilagodbu svjetline • 8 MP kamera • „Multi-touch“ sučelje pogodno za odabir prstom ili olovkom • Bluetooth 2.1 • Wi-Fi (802.11 b/g/n) • Opcije GPS prijavnika: točnost 2-4 m (sposoban za primanje SBAS- WAAS i EGNOS) • Utor za microSD memorijsku karticu

Za svakog člana terenske ekipe formiran je zaseban plan opažanja, gdje je predviđeno zaposjedanje točke u trajanju 15 minuta. Nakon toga bilo je predviđeno 10 minuta za prijenos uređaja na sljedeću točku i započinjanje opažanja. Sva četiri studenta imali su isti smjer obilaska točaka i isti redoslijed pa nije moglo doći do njihovog prostornog preklapanja.

U nastavku je prikazan plan opažanja za studenticu Miju Lozo i GNSS uređaj Trimble R10.

Studentica: Mia Lozo

GNSS uređaj Trimble R10 + kontroler Juno T41

Trimble R10 (S/N: 5550447930)

Tablica 3. Plan opažanja s rasporedom zaposjedanja GNSS točaka.

Stajalište	Start (SEV)	Stop (SEV)
GS01	8:30	8:45
GS02	8:55	9:10
GS03	9:20	9:35
GS04	9:45	10:00
GS05	10:10	10:25
GS06	10:35	10:50
GS07	11:00	11:15

GS08	11:25	11:40
GS09	11:50	12:05
GS10	12:15	12:30
GS11	12:40	12:55
GS12	13:05	13:20
GS13	13:30	13:45
GS14	13:55	14:10
GS15	14:20	14:35
GTSK	14:45	15:00
GS16	15:10	15:25

Nakon dolaska na pojedinu točku, bilo je potrebno najprije centrirati mjerni štap, a zatim i horizontirati instrument (postaviti mjerni štap u vertikalni položaj). Nakon orijentacije GNSS prijavnika u smjeru sjevera, mjerni štap je učvršćen pomoću dvonožnog držača. Opažanja su trajala po 15 min, a realizirani trenuci početka i kraja opažanja na svakoj točki dani su u tablici 4. Usporedbom vremena u tablicama 3 i 4 zaključuje se da je plan opažanja izrađen sukladno konzervativnoj procjeni o 10 minuta za potrebe prijenosa uređaja s jednoga na sljedeće stajalište. Posljedično, iako su opažanja započela kasnije nego je bilo planirano, ona su završila 20 minuta ranije od planiranog.

Tablica 4. Realizirana zaposjedanja GNSS točaka.

Stajalište	Početak opažanja (UTC)	Kraj opažanja (UTC)
GS01	07:51	08:06
GS02	08:14	08:29
GS03	08:35	08:50
GS04	09:00	09:15
GS05	09:26	09:41
GS06	09:47	10:03
GS07	10:13	10:28
GS08	10:36	10:51
GS09	10:59	11:14
GS10	11:20	11:35
GS11	11:43	11:58
GS12	12:05	12:20
GS13	12:26	12:41
GS14	12:47	13:02
GS15	13:06	13:21
GTSK	13:29	13:44
GS16	13:50	14:05

Tijekom GNSS opažanja na točki GS16 koja se nalazi u neposrednoj blizini zgrade škole, učenicima trećih razreda Geodetske škole dr. sc. Danijel Šugar održao je kratku prezentaciju o samom postupku i izvedbi GNSS mjerenja kao i o specifičnostima suvremene mjerne opreme.

4. Podaci mjerenja, obrada opažanja, računanje vektora i izjednačenje mreže u TBC-u

Podaci opažanja iz GPPS CROPOS-a preuzeti su u formatu RINEX 2.11 za vremenski prozor koji obuhvaća zaposjedanja svih GNSS točaka obavljenih pomoću svih četvero GNSS uređaja. Za interval pohrane odabran je isti onaj koji je postavljen na GNSS uređajima, a to je 5 sekundi. Podaci su preuzeti s CROPOS GNSS REFERENCE STATION WEB SERVER dostupan na stranici (URL 3) za točke GS_VRS1, GS_VRS2 i GS_VRS3 i to za sljedeći vremenski prozor:

Tablica 5. Vremenski prozor opažanja za VRS točke (GPPS CROPOS-a).

Početak (GPS Time)	Kraj (GPS Time)
7:15:00, 16.12.2016	14:15:00, 16.12.2016

Simultana opažanja na referentnim VRS točaka i točkama GNSS mreže Geodetske škole omogućila su računanje odgovarajućih vektora. Pored RINEX podataka opažanja (*.16o), preuzete su i *broadcast* efemeride kako za GPS (*.16n) tako i za GLONASS satelite (*.16g). Međutim, kako je *Pravilnikom* propisano da se 'za obradu podataka mjerenja i izjednačenje mreže trebaju koristiti precizne efemeride' to su IGS Final efemeride GPS satelita preuzete na stranici (URL 4), IGS Final efemeride GLONASS satelita na stranici (URL 5). Točnost preciznih efemerida GPS satelita procijenjena je na 2.5 cm, dok je za GLONASS satelite procijenjena na 3 cm, a podaci su dostupni nakon 12 – 18 dana od dana opažanja (URL 6). Podaci efemerida dani su u SP3 formatu, FINAL orbite izračunane se kao težinske sredine nekoliko centara za analizu (*IGS Analysis Centers (ACs)*), a odnose se na referentni okvir IGB08 tj. ITRF2008 (URL 7).

Podaci opažanja prikupljenih pomoću GNSS uređaja Trimble R10 preuzeti su u formatu *.T02. Obrada podataka mjerenja i izjednačenje mreže provedeno je u programskom paketu *Trimble Business Center v3.80 (TBC)* (slika 8).



Slika 8. Trimble Business Center v3.80 (TBC).

Nakon pokretanja TBC-a, potrebno je najprije otvoriti novi projekt i definirati koordinatni sustav. U Republici Hrvatskoj službeni je referentni koordinatni sustav HTRS96/TM koji se temelji na elipsoidu GRS80 i poprečnoj Mercatorovoj projekciji (engl. *Transverse Mercator*) sa središnjim meridijanom geodetske duljine 16° 30' i mjerilom preslikavanja 0.9999. Kako bi se dobile približne vrijednosti ortometrijskih visina, odabran je model geoida EGM96. Nadalje, bilo je potrebno definirati postavke projekta: vremenska skala *GPS Time*, uključiti sve GPS i GLONASS satelite u računanje vektora, elevacijska maska za računanje vektora 10° i korištenje preciznih efemerida. Rezultati izjednačenja dani su s razinom povjerenja 95%, a kao standardna pogreška centriranja postavljena je vrijednost 0.002 m, a standardna pogreška mjerenja visina GNSS antena 0.001 m. Prilikom opažanja na svim je točkama GNSS mreže Geodetske škole visina antene bila 2.000 m, s iznimkom točke GTSK gdje je visina bila 0.087 m (slika 3, slika 9 i slika 10). Kod GNSS uređaja i antene Trimble R10 visina se mjerila do razine '*Bottom of quick release*'.



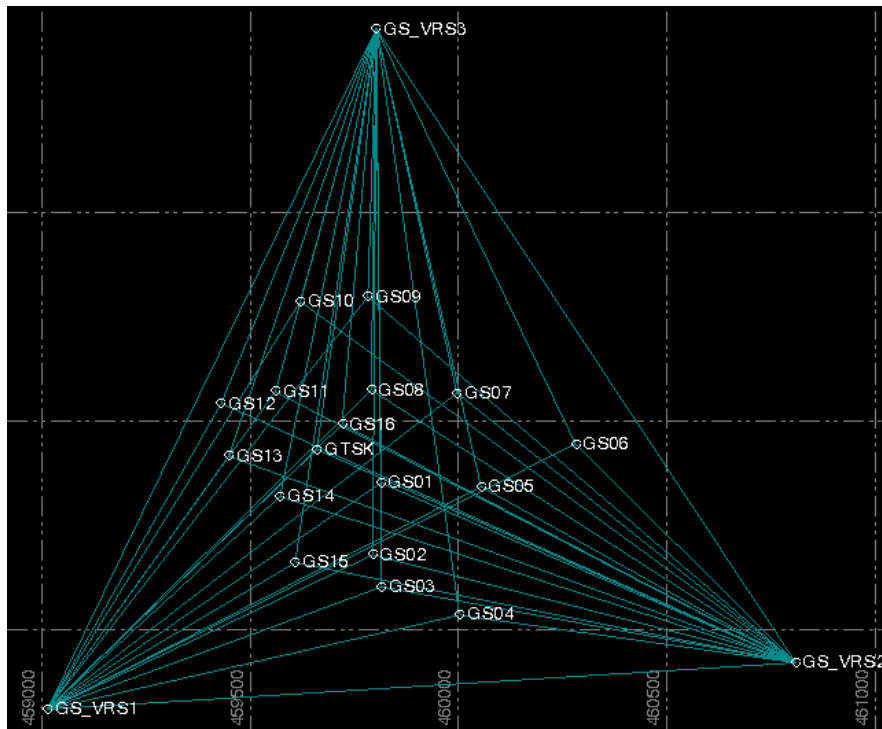
Slika 9. Mjerenje visine na točki GTSK.



Slika 10. Stabilizacija točke GTSK.

U projekt su najprije učitani RINEX podaci opažanja (*.16o) za referentne točke GS_VRS1, GS_VRS2 i GS_VRS3, a zatim i precizne efemeride. Prilikom učitavanja T02 podataka opažanja prikupljenih pomoću GNSS uređaja Trimble R10 kroz tzv. '*Receiver Raw data Check In*' usklađeni su nazivi točaka i mjerene visine antena s podacima iz terenskog zapisnika GNSS mjerenja.

Nakon učitavanja svih podataka opažanja u projekt, na ekranu se prikazuje mreža GNSS točaka s potencijalnim baznim linijama (slika 11). S obzirom da postoji 17 GNSS točaka i tri referentne VRS točke, to postoji mogućnost računanja 54 bazne linije.



Slika 11. Prikaz potencijalnih baznih linija.

Fiksirane su elipsoidne koordinate referentne točke GS_VRS1, nakon čega je provedeno računanje vektora. Za svih 54 vektora dobivena su fiksna rješenja ambiguiteta (*engl. Fixed solution*), a dani su i podaci o horizontalnoj i vertikalnoj preciznosti kao i podaci o RMS-u (*engl. Root Mean Square*) i duljini pojedinog vektora (Slika 12).

Processing Results						
Save	Observation	Solution	Horiz. Precision	Vert. Precision (RMS	Length
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS09	Fixed	0.008	0.013	0.012	1251.819
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS10	Fixed	0.005	0.006	0.012	1149.516
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS11	Fixed	0.005	0.006	0.006	936.800
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS12	Fixed	0.005	0.006	0.007	842.752
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS13	Fixed	0.004	0.005	0.007	745.972
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS14	Fixed	0.003	0.005	0.007	755.458
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS15	Fixed	0.003	0.004	0.007	689.442
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GTSK	Fixed	0.004	0.006	0.009	896.848
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS_VRS	Fixed	0.002	0.003	0.002	1811.814
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS1 --- GS16	Fixed	0.006	0.010	0.006	982.433
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS09	Fixed	0.006	0.010	0.012	642.943
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS10	Fixed	0.004	0.005	0.012	679.281
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS11	Fixed	0.005	0.006	0.007	903.258
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS01	Fixed	0.005	0.008	0.020	1088.992
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS02	Fixed	0.004	0.007	0.020	1261.343
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS03	Fixed	0.005	0.007	0.020	1337.968
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS04	Fixed	0.004	0.006	0.020	1419.632
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS05	Fixed	0.004	0.006	0.020	1125.756
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS06	Fixed	0.003	0.006	0.020	1103.959
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS07	Fixed	0.003	0.006	0.020	894.625
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS08	Fixed	0.004	0.007	0.020	866.350
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS12	Fixed	0.006	0.006	0.007	972.522
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS13	Fixed	0.004	0.006	0.007	1084.185
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS14	Fixed	0.004	0.006	0.007	1144.859
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GS15	Fixed	0.003	0.005	0.007	1294.815
<input checked="" type="checkbox"/>	GS_VRS3 --- GTSK	Fixed	0.004	0.006	0.010	1018.937

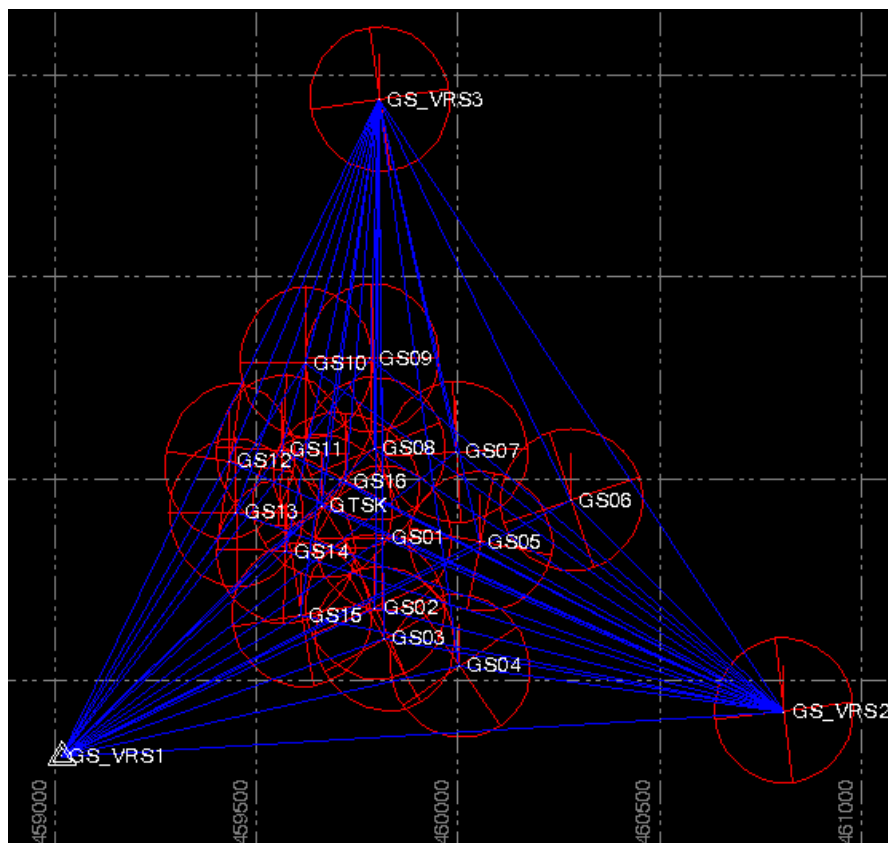
Press <Save> to save processing results. 54 observations selected for saving

Slika 12. Rezultati računanja vektora.

Sumarni prikaz izvješća o računanju svih vektora (*engl. Summary of the Baseline Processing Report*) dan je u Prilogu 1.

Budući da su za sve vektore postignuta fiksna rješenja te da je horizontalna preciznost dobivena u rasponu od 0.002 m do 0.008 m, a vertikalna preciznost u rasponu od 0.003 m do 0.014 m nije provedeno optimiranje vektora već se pristupilo izjednačenju mreže.

Izjednačenje mreže provedeno je u dva koraka: najprije je provedeno izjednačenje slobodne mreže (fiksirana je točka GS_VRS1), a kasnije i izjednačenje mreže s prisilom (fiksirane su sve tri VRS točke). Nakon provedenog prvog izjednačenja, nisu pronađena mjerenja opterećena grubim pogreškama koje je bilo potrebno isključiti iz izjednačenja. Međutim, nije zadovoljen *Chi-square* test ukupne statistike mreže pa je bilo potrebno primijeniti faktor skaliranja. Nakon primjene faktora skaliranja zadovoljen je *Chi-square* test ukupne statistike mreže, a *Network Reference Factor* (standardna pogreška jedinične težine) je poprimio vrijednost blizu 1.00. Grafička ocjena položajne točnosti dana je elipsama pogrešaka prikazanim na slici 13.

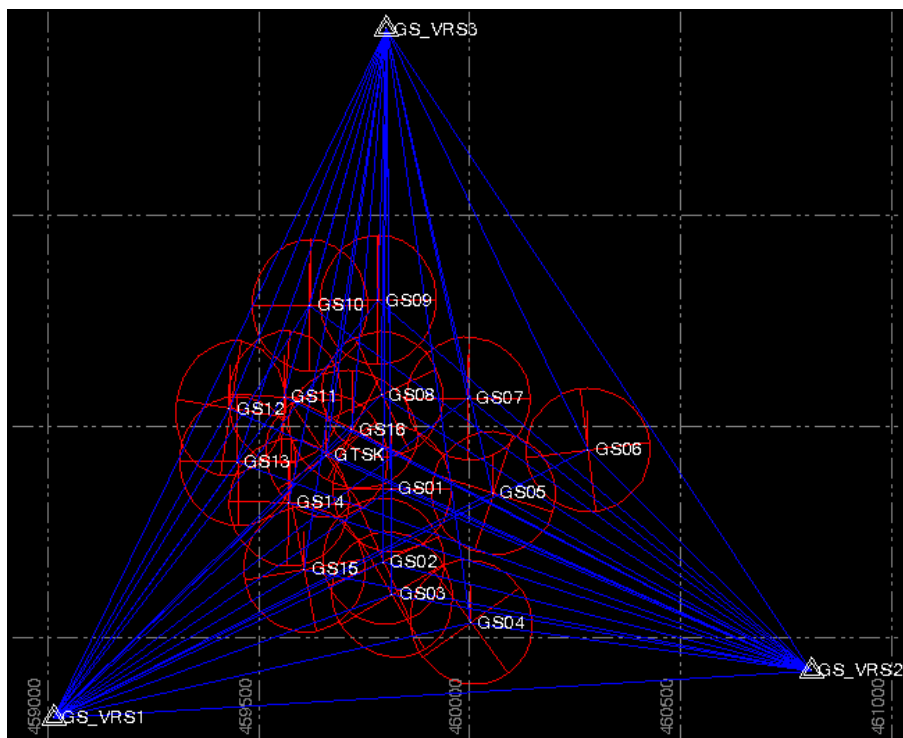


Slika 13. Mreža GNSS točaka nakon provedenog slobodnog izjednačenja.

Sa slike 13 je vidljivo da su elipse pogrešaka na svim točkama podjednake veličine i orijentacije što govori da je u mreži postignuta njezina unutarnja konzistentnost. Zbog toga se moglo pristupiti izjednačenju mreže s prisilom (fiksirane sve tri VRS točke), međutim iz takvog je izjednačenja bilo potrebno isključiti tzv. korelirana mjerenja tj. vektore između referentnih VRS točaka.

Nakon fiksiranja koordinata ostalih referentnih VRS točaka i isključivanja koreliranih vektora, provedeno je izjednačenje s prisilom. Pregledom izvješća o izjednačenju mreže (*engl. Network Adjustment Report*) utvrđeno je da ne postoje vektori opterećeni grubim pogreškama koje bi bilo potrebno isključiti iz daljnjeg izjednačenja. Međutim, kao i kod slobodne mreže nije zadovoljen *Chi-square* test ukupne statistike pa je bilo potrebno primijeniti faktor skaliranja. Nakon primjene faktora skaliranja zadovoljen je *Chi-square* test ukupne statistike mreže, a *Network Reference Factor* (standardna pogreška jedinične težine) je poprimio vrijednost 1.01.

Pregledom elipsi pogrešaka danima na slici 14 utvrđeno je da su sve elipse podjednake veličine i orijentacije što je potvrda da se radi o koordinatama točaka homogene i izotropne točnosti.



Slika 14. Mreža GNSS točaka nakon izjednačenja s prisilom.

U nastavku su dani podaci o izjednačenim elipsoidnim koordinatama i elipsama pogrešaka, dok se cjelokupno izvješće o izjednačenju mreže (*engl. Network Adjustment Report*) nalazi u Prilogu 2.

U tablici 6 dan je prikaz izjednačenih elipsoidnih koordinata točaka (elipsoid GRS).

Adjusted Geodetic Coordinates

Tablica 6. Izjednačene elipsoidne koordinate GNSS točaka (elipsoid GRS80).

Point ID	Latitude	Longitude	Height (Meter)	Height Error (Meter)	Constraint
GS_VRS1	N45°46'01.00000"	E15°58'23.00000"	160.000	?	LLh
GS_VRS2	N45°46'05.00000"	E15°59'46.00000"	160.000	?	LLh

GS_VRS3	N45°46'54.00000"	E15°58'59.00000"	160.000	?	LLh
GS01	N45°46'18.73370"	E15°58'59.83491"	158.366	0.001	
GS02	N45°46'13.14667"	E15°58'58.96961"	158.823	0.001	
GS03	N45°46'10.67043"	E15°58'59.99042"	159.169	0.001	
GS04	N45°46'08.51623"	E15°59'08.62908"	158.970	0.001	
GS05	N45°46'18.50561"	E15°59'10.92376"	158.418	0.001	
GS06	N45°46'21.85828"	E15°59'21.38699"	158.181	0.001	
GS07	N45°46'25.74506"	E15°59'08.17907"	158.463	0.001	
GS08	N45°46'25.94091"	E15°58'58.67993"	158.289	0.001	
GS09	N45°46'33.18275"	E15°58'58.23937"	158.649	0.002	
GS10	N45°46'32.77317"	E15°58'50.73222"	159.214	0.001	
GS11	N45°46'25.76635"	E15°58'48.04721"	159.478	0.001	
GS12	N45°46'24.82254"	E15°58'42.03953"	159.614	0.001	
GS13	N45°46'20.73846"	E15°58'42.91024"	159.364	0.001	
GS14	N45°46'17.63508"	E15°58'48.63966"	159.366	0.001	
GS15	N45°46'12.50179"	E15°58'50.34905"	159.616	0.001	
GS16	N45°46'23.27275"	E15°58'55.47231"	158.526	0.002	
GTSK	N45°46'21.29393"	E15°58'52.69719"	159.882	0.001	

Komponente (duljine poluosi) elipsi pogrešaka dane su u tablici 7, što je numerička potvrda postignute visoke razine položajne točnosti GNSS točaka (1-2 mm).

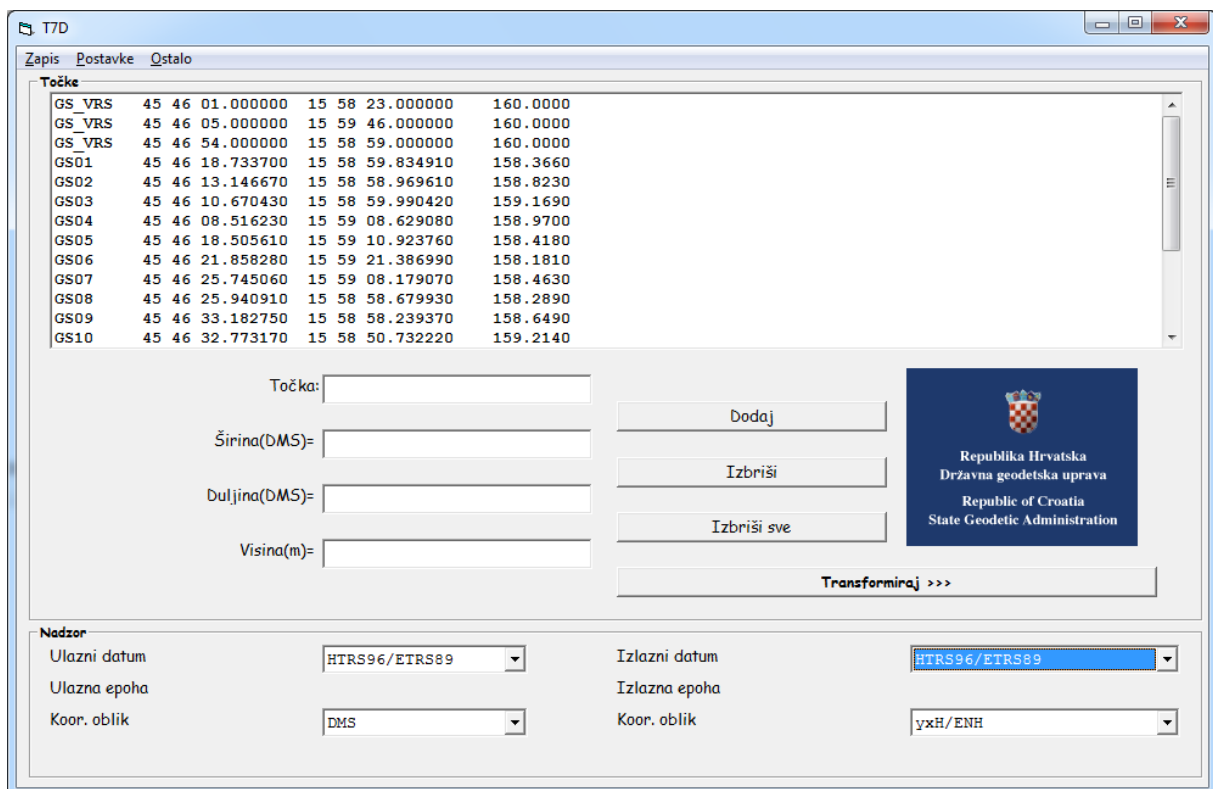
Error Ellipse Components

Tablica 7. Komponente elipsi pogrešaka GNSS točaka.

Point ID	Semi-major axis (Meter)	Semi-minor axis (Meter)	Azimuth
GS01	0.001	0.001	0°
GS02	0.001	0.001	156°
GS03	0.001	0.001	150°
GS04	0.001	0.001	144°
GS05	0.001	0.001	108°
GS06	0.001	0.001	83°
GS07	0.001	0.001	91°
GS08	0.001	0.001	154°
GS09	0.002	0.001	1°
GS10	0.001	0.001	1°
GS11	0.001	0.001	4°

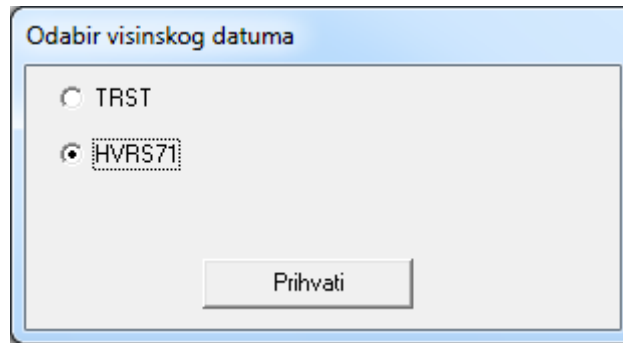
GS12		0.001	0.001	10°
GS13		0.001	0.001	179°
GS14		0.001	0.001	3°
GS15		0.001	0.001	169°
GS16		0.001	0.001	118°
GTSK		0.001	0.001	145°

Kako je cilj provedenih mjerenja određivanje koordinata GNSS točaka u službenom referentnom koordinatnom sustavu HTRS96/TM, to je elipsoidne koordinate (φ, λ) (GRS80) bilo potrebno transformirati u ravninske koordinate (E, N), a elipsoidnu visinu h (GRS80) transformirati u ortometrijsku visinu u službenom Hrvatskom visinskom referentnom sustavu – HVR571. Za te je potrebe korišten službeni program T7D s implementiranim modelom geoida HRG2009 (slika 15).



Slika 15. Transformacija elipsoidnih koordinata (GRS80) u HTRS96/TM i HVR571 pomoću programa T7D.

Kao izlazni visinski datum odabran je HVR571 (slika 16).



Slika 16. Odabir visinskog datuma HVR571.

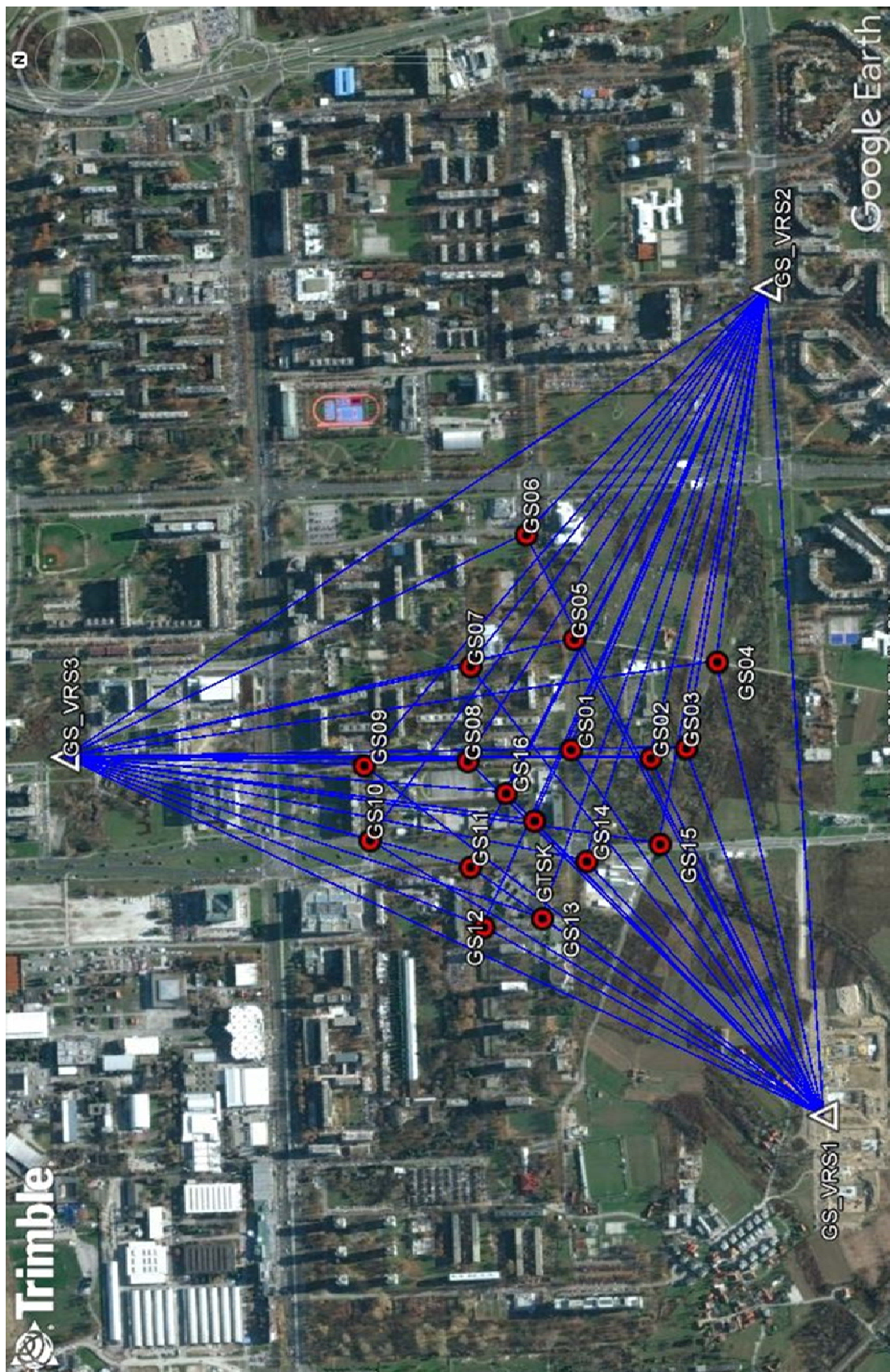
Koordinate točaka u službenim referentnim koordinatnim sustavima HTRS96/TM i HVR571 dane su u tablici 8.

Tablica 8. Koordinate točaka GNSS mreže Geodetske škole u sustavima HTRS96/TM i HVR571.

Ime točke	E [m]	N [m]	H [m]
GS_VRS1	459014.223	5069810.050	114.516
GS_VRS2	460808.263	5069921.975	114.538
GS_VRS3	459802.602	5071441.137	114.501
GS01	459813.599	5070352.313	112.885
GS02	459793.791	5070179.957	113.344
GS03	459815.351	5070103.370	113.691
GS04	460001.557	5070035.665	113.496
GS05	460053.114	5070343.728	112.940
GS06	460279.819	5070445.780	112.705
GS07	459995.256	5070567.599	112.981
GS08	459790.086	5070574.968	112.804
GS09	459782.015	5070798.593	113.161
GS10	459619.763	5070787.000	113.724
GS11	459560.354	5070571.069	113.990
GS12	459430.381	5070542.778	114.125
GS13	459448.368	5070416.576	113.877
GS14	459571.521	5070319.965	113.882
GS15	459607.421	5070161.255	114.135
GS16	459720.259	5070493.048	113.041
GTSK	459659.911	5070432.348	114.398

Usporedbom ortometrijskih visina iz tablice 8 i Priloga 2 (*Adjusted Grid Coordinates*) dolazi se do zaključka da su visine u HVR571 (model geoida HRG2009) za prosječno 0.501 m više u odnosu na model geoida EGM96. Drugim riječima, za taj je iznos ploha geoida iz modela HRG2009 niža od modela geoida EGM96.

Nakon provedene obrade mjerenja i izjednačenja mreže GNSS točaka, na podlozi satelitskog snimka (slika 17) u programu *Google Earth* prikazana je mreža GNSS točaka zajedno sa svim nekoreliranim vektorima i referentnim VRS točkama.



Slika 17. Mreža GNSS točaka nakon završnog izjednačenja zajedno s nekoreliranim vektorima i referentnim VRS točkama (*Google Earth*).

5. Zaključak

Glavna svrha i cilj svih aktivnosti provedenih u sklopu ovog projektantskog zadatka iz predmeta *Satelitsko pozicioniranje – projekt* (3. semestar Diplomskog studija geodezije i geoinformatike, usmjerenje geodezija) tj. projekta uspostave mreže GNSS točaka Geodetske škole u Zagrebu je da se:

- studentima omogućiti pristup suvremenim GNSS uređajima i programskim paketima za obradu podataka mjerenja kako bi stekli potrebna znanja i vještine te bili potpuno spremni za realizaciju projekta uspostave geodetske osnove primjenom relativne statičke metode i GPPS CROPOS-a,
- intenzivira i produbi već postojeća dobra suradnja Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Geodetske škole kroz uspostavu GNSS mreže stalnih geodetskih točaka za potrebe izvođenja terenske nastave u Geodetskoj školi, a povodom obilježavanja 25. godišnjice njezine samostalnosti.

Provedene aktivnosti uključile su projektiranje mreže GNSS točaka, rekognosciranje mreže, posudbu suvremenog GNSS instrumentarija i opreme najzastupljenijih proizvođača prisutnih na području Republike Hrvatske (*Leica, Topcon, Trimble*), upoznavanje s radom svakog pojedinog uređaja, izvođenje probnih mjerenja i preuzimanja podataka na osobno računalo, izradu plana opažanja te konačno njegovu terensku provedbu. Prikupljeni podaci opažanja obrađeni su u odgovarajućim programskim paketima od istog proizvođača kao i sam GNSS instrumentarij i oprema (*Leica – Infinity, Topcon - Magnet Office, Trimble - TBC*), iako su ovdje prikazani samo rezultati obrade i izjednačenja iz programskog paketa *Trimble Business Center*. Na ovaj način htjelo se postići to da studenti postanu osposobljeni za uspostavu geodetske osnove primjenom relativne statičke GNSS metode neovisno o korištenoj opremi i programskim rješenjima pojedinih proizvođača. Provedbom ovoga zadatka uspostave mreže GNSS točaka, studenti su na vrlo konkretan način stekli praktična iskustva i produbili svoja znanja iz satelitskog pozicioniranja, a Geodetska škola je dobila pouzdanu i točnu geodetsku osnovu za provedbu svojih terenskih nastavnih aktivnosti. Rezultati izjednačenja i dobivene ocjene točnosti pokazuju da su koordinate točaka određene s homogenom subcentimentarskom točnošću što je u skladu s deklariranom točnošću GPPS CROPOS-a.

6. Literatura

Narodne Novine (20069): Pravilniku o načinu izvođenja osnovnih geodetskih radova (NN 87/2009)

Šugar, Danijel (2016): Obrada opažanja i izjednačenje mreže u Trimble Business Center 3.70, auditorne vježbe, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb

Šugar, Danijel (2016): Obrada i izjednačenje statičkih relativnih GNSS mjerenja na točkama geodetske mreže Geodetske tehničke škole u Zagrebu, projektantske vježbe, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb

URL 1: Trimble R10 GNSS System, <http://www.trimble.com/Survey/TrimbleR10.aspx> (23.01.2017.)

URL 2: Juno T41 C Product Page, <http://www.trimble.com/Mobile-Computing/Juno-T41-C-Product-Page.aspx> (23.01.2017.)

URL 3: CROPOS Trimble Pivot Web, <http://195.29.118.122/Map/SensorMap.aspx> (25.01.2017.)

URL 4: IGS Product Availability, https://igs.cb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html (25.01.2017.)

URL 5: GLONASS precizne efemeride, <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/> (25.01.2017.)

URL 6: Satellite Ephemerides / Satellite & Station Clocks, <http://www.igs.org/products> (25.01.2017.)

URL 7: General Information About the IGS Products, <http://acc.igs.org/> (25.01.2017.)

7. Prilozi

Prilog 1: *Baseline processing report*

Prilog 2: *Network Adjustment Report* (izjednačenje s prisilom)

Prilog 1 – *Baseline Processing Report (Summary)*

Project File Data		Coordinate System	
Name:	C:\Users\Administrator\Documents\Trimble Business Center\GEOSKOLA_Precizne efemeride_01-04-2017.vce	Name:	Croatia/Croatia
Size:	43 KB	Datum:	ETRF89
Modified:	2.4.2017. 9:42:48 (UTC:2)	Zone:	HTRS96/TM
Time zone:	Central European Standard Time	Geoid:	EGM96 (Global)
Reference number:		Vertical datum:	
Description:			
Comment 1:			
Comment 2:			
Comment 3:			

Baseline Processing Report

Processing Summary

Observation	From	To	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	ΔHeight (Meter)
GS_VRS3 --- GS16 (B90)	GS_VRS3	GS16	Fixed	0.006	0.009	184°35'36"	951.734	-1.474
GS_VRS3 --- GTSK (B89)	GS_VRS3	GTSK	Fixed	0.004	0.006	187°40'50"	1018.912	-0.120
GS_VRS3 --- GS15 (B88)	GS_VRS3	GS15	Fixed	0.003	0.005	188°18'01"	1294.781	-0.385
GS_VRS3 --- GS14 (B87)	GS_VRS3	GS14	Fixed	0.004	0.006	191°16'32"	1144.829	-0.634
GS_VRS3 --- GS13 (B86)	GS_VRS3	GS13	Fixed	0.004	0.006	198°42'07"	1084.156	-0.635
GS_VRS3 --- GS12 (B85)	GS_VRS3	GS12	Fixed	0.006	0.006	202°08'08"	972.495	-0.385
GS_VRS3 --- GS11 (B84)	GS_VRS3	GS11	Fixed	0.005	0.006	195°11'17"	903.234	-0.523
GS_VRS3 --- GS10 (B83)	GS_VRS3	GS10	Fixed	0.004	0.005	195°14'45"	679.263	-0.788
GS_VRS3 --- GS09 (B82)	GS_VRS3	GS09	Fixed	0.006	0.010	181°27'52"	642.926	-1.352

GS_VRS2 --- GS16 (B99)	GS_VRS2	GS16	Fixed	0.007	0.011	297°19'59"	1228.869	-1.474
GS_VRS2 --- GTSK (B98)	GS_VRS2	GTSK	Fixed	0.004	0.007	293°36'04"	1256.760	-0.118
GS_VRS2 --- GS15 (B97)	GS_VRS2	GS15	Fixed	0.003	0.005	280°54'29"	1224.548	-0.384
GS_VRS2 --- GS14 (B96)	GS_VRS2	GS14	Fixed	0.004	0.006	287°28'39"	1299.306	-0.633
GS_VRS2 --- GS13 (B95)	GS_VRS2	GS13	Fixed	0.005	0.007	289°37'32"	1447.162	-0.636
GS_VRS2 --- GS12 (B94)	GS_VRS2	GS12	Fixed	0.007	0.008	293°53'34"	1511.397	-0.386
GS_VRS2 --- GS11 (B93)	GS_VRS2	GS11	Fixed	0.006	0.007	297°07'12"	1406.740	-0.523
GS_VRS2 --- GS10 (B92)	GS_VRS2	GS10	Fixed	0.005	0.007	305°41'14"	1470.083	-0.785
GS_VRS2 --- GS09 (B91)	GS_VRS2	GS09	Fixed	0.008	0.014	310°08'34"	1349.790	-1.355
GS_VRS2 --- GS_VRS3 (B56)	GS_VRS2	GS_VRS3	Fixed	0.002	0.003	326°08'06"	1822.015	0.000
GS_VRS1 --- GS16 (B108)	GS_VRS1	GS16	Fixed	0.006	0.010	45°34'22"	982.408	-1.475
GS_VRS1 --- GTSK (B107)	GS_VRS1	GTSK	Fixed	0.004	0.006	45°40'45"	896.826	-0.118
GS_VRS1 --- GS15 (B106)	GS_VRS1	GS15	Fixed	0.003	0.004	58°59'41"	689.423	-0.384
GS_VRS1 --- GS14 (B105)	GS_VRS1	GS14	Fixed	0.003	0.005	47°09'52"	755.437	-0.634
GS_VRS1 --- GS13 (B104)	GS_VRS1	GS13	Fixed	0.004	0.005	35°13'02"	745.952	-0.636
GS_VRS1 --- GS12 (B103)	GS_VRS1	GS12	Fixed	0.005	0.006	29°13'02"	842.729	-0.387
GS_VRS1 --- GS11 (B102)	GS_VRS1	GS11	Fixed	0.005	0.006	35°17'13"	936.775	-0.522
GS_VRS1 --- GS10 (B101)	GS_VRS1	GS10	Fixed	0.005	0.006	31°24'51"	1149.486	-0.783
GS_VRS1 --- GS09 (B100)	GS_VRS1	GS09	Fixed	0.008	0.013	37°27'31"	1251.787	-1.347
GS08 (B65)	GS_VRS3	GS08	Fixed	0.004	0.007	180°27'26"	866.328	-1.713
GS07 (B64)	GS_VRS3	GS07	Fixed	0.003	0.006	167°11'32"	894.602	-1.539
GS06 (B63)	GS_VRS3	GS06	Fixed	0.003	0.006	154°00'52"	1103.931	-1.819
GS05 (B62)	GS_VRS3	GS05	Fixed	0.004	0.006	166°46'14"	1125.727	-1.583
GS04 (B61)	GS_VRS3	GS04	Fixed	0.004	0.006	171°34'21"	1419.596	-1.032
GS03 (B60)	GS_VRS3	GS03	Fixed	0.005	0.007	179°05'01"	1337.933	-0.832
GS02 (B59)	GS_VRS3	GS02	Fixed	0.004	0.007	180°01'47"	1261.311	-1.178
GS01 (B58)	GS_VRS3	GS01	Fixed	0.005	0.008	179°03'03"	1088.965	-1.634

GS_VRS1 --- GS_VRS3 (B57)	GS_VRS1	GS_VRS3	Fixed	0.002	0.003	25°25'08"	1811.768	0.002
GS08 (B81)	GS_VRS1	GS08	Fixed	0.005	0.008	45°01'46"	1089.611	-1.710
GS07 (B80)	GS_VRS1	GS07	Fixed	0.004	0.007	51°56'50"	1239.577	-1.533
GS06 (B79)	GS_VRS1	GS06	Fixed	0.004	0.006	62°57'05"	1416.406	-1.816
GS05 (B78)	GS_VRS1	GS05	Fixed	0.004	0.006	62°25'59"	1168.042	-1.581
GS04 (B77)	GS_VRS1	GS04	Fixed	0.004	0.005	76°45'03"	1012.863	-1.030
GS03 (B76)	GS_VRS1	GS03	Fixed	0.004	0.005	69°30'47"	853.204	-0.831
GS02 (B75)	GS_VRS1	GS02	Fixed	0.003	0.006	64°14'17"	862.945	-1.177
GS01 (B74)	GS_VRS1	GS01	Fixed	0.004	0.007	55°28'16"	966.023	-1.634
GS08 (B73)	GS_VRS2	GS08	Fixed	0.005	0.008	302°18'45"	1209.677	-1.710
GS07 (B72)	GS_VRS2	GS07	Fixed	0.004	0.006	308°05'34"	1038.259	-1.539
GS06 (B71)	GS_VRS2	GS06	Fixed	0.003	0.005	314°23'11"	744.118	-1.819
GS05 (B70)	GS_VRS2	GS05	Fixed	0.004	0.005	298°49'21"	865.012	-1.581
GS04 (B69)	GS_VRS2	GS04	Fixed	0.003	0.004	277°39'39"	814.742	-1.028
GS03 (B68)	GS_VRS2	GS03	Fixed	0.004	0.006	279°59'32"	1009.427	-0.832
GS02 (B67)	GS_VRS2	GS02	Fixed	0.004	0.006	283°54'25"	1046.844	-1.178
GS01 (B66)	GS_VRS2	GS01	Fixed	0.005	0.007	293°02'04"	1083.851	-1.635
GS_VRS1 --- GS_VRS2 (B55)	GS_VRS1	GS_VRS2	Fixed	0.002	0.003	86°03'09"	1797.671	0.001

Acceptance Summary

Processed	Passed	Flag 	Fail 
54	54	0	0

Trimble Business Center

Network Adjustment Report

Adjustment Settings

Set-Up Errors

GNSS

Error in Height of Antenna: 0.001 m

Centering Error: 0.002 m

Covariance Display

Horizontal:

Propagated Linear Error [E]: U.S.

Constant Term [C]: 0.000 m

Scale on Linear Error [S]: 1.960

Three-Dimensional

Propagated Linear Error [E]: U.S.

Constant Term [C]: 0.000 m

Scale on Linear Error [S]: 1.960

Adjustment Statistics

Number of Iterations for Successful Adjustment: 2

Network Reference Factor: 1.01

Chi Square Test (95%): Passed

Precision Confidence Level: 95%

Degrees of Freedom: 107

Post Processed Vector Statistics

Reference Factor: 1.01

Redundancy Number: 107.00

A Priori Scalar: 0.26

Control Point Constraints

Point ID	Type	East σ (Meter)	North σ (Meter)	Height σ (Meter)	Elevation σ (Meter)
----------	------	--------------------------	---------------------------	----------------------------	-------------------------------

GS_VRS1	Global	Fixed	Fixed	Fixed	
GS_VRS2	Global	Fixed	Fixed	Fixed	
GS_VRS3	Global	Fixed	Fixed	Fixed	
Fixed = 0.000001(Meter)					

Adjusted Grid Coordinates

Point ID	Easting (Meter)	Easting Error (Meter)	Northing (Meter)	Northing Error (Meter)	Elevation (Meter)	Elevation Error (Meter)	Constraint
GS_VRS1	459014.2 23	?	5069810.0 50	?	114.01 2	?	LLh
GS_VRS2	460808.2 63	?	5069921.9 75	?	114.02 3	?	LLh
GS_VRS3	459802.6 02	?	5071441.1 37	?	114.01 5	?	LLh
GS01	459813.5 99	0.001	5070352.3 13	0.001	112.38 2	0.001	
GS02	459793.7 91	0.001	5070179.9 57	0.001	112.83 9	0.001	
GS03	459815.3 51	0.001	5070103.3 70	0.001	113.18 5	0.001	
GS04	460001.5 57	0.001	5070035.6 65	0.001	112.98 8	0.001	
GS05	460053.1 14	0.001	5070343.7 28	0.001	112.43 6	0.001	
GS06	460279.8 19	0.001	5070445.7 80	0.001	112.20 1	0.001	
GS07	459995.2 56	0.001	5070567.5 99	0.001	112.48 0	0.001	
GS08	459790.0 86	0.001	5070574.9 68	0.001	112.30 5	0.001	
GS09	459782.0 15	0.001	5070798.5 93	0.001	112.66 5	0.002	
GS10	459619.7 63	0.001	5070787.0 00	0.001	113.22 9	0.001	
GS11	459560.3 54	0.001	5070571.0 69	0.001	113.49 2	0.001	

GS12	459430.3 81	0.001	5070542.7 78	0.001	113.62 8	0.001	
GS13	459448.3 68	0.001	5070416.5 76	0.001	113.37 8	0.001	
GS14	459571.5 21	0.001	5070319.9 65	0.001	113.38 1	0.001	
GS15	459607.4 21	0.001	5070161.2 56	0.001	113.63 1	0.001	
GS16	459720.2 59	0.001	5070493.0 48	0.001	112.54 2	0.002	
GTSK	459659.9 11	0.001	5070432.3 48	0.001	113.89 7	0.001	

Adjusted Geodetic Coordinates

Point ID	Latitude	Longitude	Height (Meter)	Height Error (Meter)	Constraint
GS_VRS1	N45°46'01.00000"	E15°58'23.00000"	160.000	?	LLh
GS_VRS2	N45°46'05.00000"	E15°59'46.00000"	160.000	?	LLh
GS_VRS3	N45°46'54.00000"	E15°58'59.00000"	160.000	?	LLh
GS01	N45°46'18.73370"	E15°58'59.83491"	158.366	0.001	
GS02	N45°46'13.14667"	E15°58'58.96961"	158.823	0.001	
GS03	N45°46'10.67043"	E15°58'59.99042"	159.169	0.001	
GS04	N45°46'08.51623"	E15°59'08.62908"	158.970	0.001	
GS05	N45°46'18.50561"	E15°59'10.92376"	158.418	0.001	
GS06	N45°46'21.85828"	E15°59'21.38699"	158.181	0.001	
GS07	N45°46'25.74506"	E15°59'08.17907"	158.463	0.001	
GS08	N45°46'25.94091"	E15°58'58.67993"	158.289	0.001	
GS09	N45°46'33.18275"	E15°58'58.23937"	158.649	0.002	
GS10	N45°46'32.77317"	E15°58'50.73222"	159.214	0.001	
GS11	N45°46'25.76635"	E15°58'48.04721"	159.478	0.001	
GS12	N45°46'24.82254"	E15°58'42.03953"	159.614	0.001	
GS13	N45°46'20.73846"	E15°58'42.91024"	159.364	0.001	
GS14	N45°46'17.63508"	E15°58'48.63966"	159.366	0.001	
GS15	N45°46'12.50179"	E15°58'50.34905"	159.616	0.001	
GS16	N45°46'23.27275"	E15°58'55.47231"	158.526	0.002	
GTSK	N45°46'21.29393"	E15°58'52.69719"	159.882	0.001	

Adjusted ECEF Coordinates

Point ID	X (Meter)	X Error (Meter)	Y (Meter)	Y Error (Meter)	Z (Meter)	Z Error (Meter)	3D Error (Meter)	Constraint
GS VR S1	4284948.305	?	1226508.683	?	4547329.973	?	?	LLh
GS VR S2	4284369.354	?	1228208.442	?	4547416.123	?	?	LLh
GS VR S3	4283606.884	?	1226933.645	?	4548471.319	?	?	LLh
GS01	4284350.953	0.001	1227165.530	0.001	4547710.727	0.001	0.002	
GS02	4284475.235	0.001	1227181.680	0.001	4547590.732	0.001	0.002	
GS03	4284522.058	0.001	1227218.035	0.001	4547537.650	0.001	0.002	
GS04	4284516.338	0.001	1227410.562	0.001	4547491.114	0.001	0.002	
GS05	4284289.861	0.001	1227397.256	0.001	4547705.853	0.001	0.002	
GS06	4284156.129	0.001	1227594.107	0.001	4547777.885	0.001	0.002	
GS07	4284152.248	0.001	1227296.145	0.001	4547861.789	0.001	0.002	
GS08	4284204.482	0.001	1227097.619	0.001	4547865.882	0.001	0.002	
GS09	4284053.312	0.002	1227044.419	0.001	4548022.090	0.001	0.003	
GS10	4284107.059	0.001	1226891.101	0.001	4548013.675	0.001	0.002	
GS11	4284272.242	0.001	1226878.063	0.001	4547862.975	0.001	0.002	
GS12	4284328.141	0.001	1226759.053	0.001	4547842.748	0.001	0.002	
GS13	4284409.661	0.001	1226801.964	0.001	4547754.616	0.001	0.002	
GS14	4284441.590	0.001	1226939.874	0.001	4547687.785	0.001	0.002	
GS15	4284540.767	0.001	1227006.695	0.001	4547577.412	0.001	0.002	

GS16	4284280.47 3	0.001	1227047.29 4	0.001	4547808.59 3	0.001	0.002	
GTSK	4284339.97 9	0.001	1227001.96 7	0.001	4547766.95 0	0.001	0.002	

Error Ellipse Components

Point ID	Semi-major axis (Meter)	Semi-minor axis (Meter)	Azimuth
GS01	0.001	0.001	0°
GS02	0.001	0.001	156°
GS03	0.001	0.001	150°
GS04	0.001	0.001	144°
GS05	0.001	0.001	108°
GS06	0.001	0.001	83°
GS07	0.001	0.001	91°
GS08	0.001	0.001	154°
GS09	0.002	0.001	1°
GS10	0.001	0.001	1°
GS11	0.001	0.001	4°
GS12	0.001	0.001	10°
GS13	0.001	0.001	179°
GS14	0.001	0.001	3°
GS15	0.001	0.001	169°
GS16	0.001	0.001	118°
GTSK	0.001	0.001	145°

Adjusted GNSS Observations

Transformation Parameters

Deflection in Latitude:	-0.151 sec (95%)	0.056 sec
Deflection in Longitude:	0.107 sec (95%)	0.056 sec
Azimuth Rotation:	0.019 sec (95%)	0.041 sec

Scale Factor:

1.00000073 (95%) 0.00000020

Observation ID		Observation	A-posteriori Error	Residual	Standardized Residual
GS_VRS1 --> GS07 (PV80)	Az.	51°56'50"	0.160 sec	0.078 sec	0.681
	ΔHt.	-1.536 m	0.001 m	-0.003 m	-3.712
	Ellip Dist.	1239.577 m	0.001 m	-0.001 m	-0.834
GS_VRS3 --> GS10 (PV83)	Az.	195°14'45"	0.282 sec	0.021 sec	0.112
	ΔHt.	-0.786 m	0.001 m	0.002 m	3.307
	Ellip Dist.	679.263 m	0.001 m	0.001 m	0.807
GS_VRS2 --> GS04 (PV69)	Az.	277°39'39"	0.242 sec	-0.165 sec	-1.018
	ΔHt.	-1.030 m	0.001 m	-0.002 m	-3.198
	Ellip Dist.	814.742 m	0.001 m	0.000 m	0.237
GS_VRS3 --> GS12 (PV85)	Az.	202°08'08"	0.197 sec	-0.026 sec	-0.196
	ΔHt.	-0.387 m	0.001 m	-0.002 m	-2.430
	Ellip Dist.	972.495 m	0.001 m	0.000 m	-0.313
GS_VRS1 --> GS12 (PV103)	Az.	29°13'02"	0.230 sec	-0.090 sec	-0.575
	ΔHt.	-0.385 m	0.001 m	0.002 m	2.430
	Ellip Dist.	842.728 m	0.001 m	-0.001 m	-1.327
GS_VRS1 --> GS10 (PV101)	Az.	31°24'51"	0.171 sec	0.002 sec	0.016
	ΔHt.	-0.785 m	0.001 m	-0.002 m	-2.265
	Ellip Dist.	1149.486 m	0.001 m	0.000 m	-0.332

GS_VRS1 --> GS06 (PV79)	Az.	62°57'05"	0.139 sec	0.019 sec	0.191
	ΔHt.	-1.817 m	0.001 m	-0.002 m	-2.220
	Ellip Dist.	1416.406 m	0.001 m	0.000 m	-0.377
GS_VRS1 --> GS04 (PV77)	Az.	76°45'03"	0.198 sec	-0.297 sec	-2.184
	ΔHt.	-1.029 m	0.001 m	0.001 m	1.959
	Ellip Dist.	1012.864 m	0.001 m	0.001 m	1.221
GS_VRS2 --> GS09 (PV91)	Az.	310°08'34"	0.185 sec	0.057 sec	0.400
	ΔHt.	-1.351 m	0.002 m	0.004 m	2.170
	Ellip Dist.	1349.790 m	0.001 m	0.000 m	0.131
GS_VRS1 --> GS09 (PV100)	Az.	37°27'31"	0.194 sec	0.303 sec	2.117
	ΔHt.	-1.350 m	0.002 m	-0.003 m	-2.161
	Ellip Dist.	1251.787 m	0.001 m	-0.001 m	-0.705
GS_VRS2 --> GS07 (PV72)	Az.	308°05'34"	0.190 sec	0.079 sec	0.600
	ΔHt.	-1.537 m	0.001 m	0.002 m	2.140
	Ellip Dist.	1038.259 m	0.001 m	0.000 m	-0.574
GS_VRS3 --> GS13 (PV86)	Az.	198°42'07"	0.176 sec	0.018 sec	0.147
	ΔHt.	-0.637 m	0.001 m	-0.001 m	-2.008
	Ellip Dist.	1084.156 m	0.001 m	-0.001 m	-0.794
GS_VRS1 --> GS13 (PV104)	Az.	35°13'02"	0.261 sec	0.017 sec	0.099
	ΔHt.	-0.635 m	0.001 m	0.001 m	1.992

	Ellip Dist.	745.952 m	0.001 m	0.000 m	-0.461
GS_VRS1 --> GS14 (PV105)	Az.	47°09'52"	0.258 sec	0.147 sec	0.849
	ΔHt.	-0.633 m	0.001 m	0.001 m	1.929
	Ellip Dist.	755.437 m	0.001 m	0.000 m	-0.226
GS_VRS1 --> GS05 (PV78)	Az.	62°25'58"	0.174 sec	-0.224 sec	-1.811
	ΔHt.	-1.581 m	0.001 m	0.000 m	-0.213
	Ellip Dist.	1168.043 m	0.001 m	0.001 m	0.771
GS_VRS2 --> GS06 (PV71)	Az.	314°23'11"	0.264 sec	0.036 sec	0.204
	ΔHt.	-1.818 m	0.001 m	0.001 m	1.774
	Ellip Dist.	744.119 m	0.001 m	0.001 m	1.134
GS_VRS3 --> GS05 (PV62)	Az.	166°46'14"	0.182 sec	0.068 sec	0.531
	ΔHt.	-1.582 m	0.001 m	0.000 m	0.712
	Ellip Dist.	1125.728 m	0.001 m	0.001 m	1.605
GS_VRS3 --> GS09 (PV82)	Az.	181°27'53"	0.362 sec	0.327 sec	1.457
	ΔHt.	-1.352 m	0.002 m	0.000 m	-0.025
	Ellip Dist.	642.925 m	0.001 m	-0.001 m	-1.245
GS_VRS3 --> GS04 (PV61)	Az.	171°34'21"	0.137 sec	0.043 sec	0.431
	ΔHt.	-1.031 m	0.001 m	0.001 m	1.429
	Ellip Dist.	1419.597 m	0.001 m	0.001 m	1.420

GS_VRS3 --> GS07 (PV64)	Az.	167°11'32"	0.223 sec	0.052 sec	0.345
	ΔHt.	-1.538 m	0.001 m	0.001 m	1.382
	Ellip Dist.	894.602 m	0.001 m	-0.001 m	-1.014
GS_VRS2 --> GS10 (PV92)	Az.	305°41'14"	0.140 sec	0.142 sec	1.367
	ΔHt.	-0.786 m	0.001 m	-0.001 m	-1.368
	Ellip Dist.	1470.083 m	0.001 m	0.000 m	0.342
GS_VRS1 --> GS16 (PV108)	Az.	45°34'21"	0.242 sec	-0.185 sec	-1.106
	ΔHt.	-1.473 m	0.002 m	0.001 m	1.343
	Ellip Dist.	982.408 m	0.001 m	0.000 m	0.214
GS_VRS3 --> GS01 (PV58)	Az.	179°03'03"	0.182 sec	0.017 sec	0.132
	ΔHt.	-1.635 m	0.001 m	-0.001 m	-0.800
	Ellip Dist.	1088.966 m	0.001 m	0.001 m	1.331
GS_VRS3 --> GTSK (PV89)	Az.	187°40'50"	0.194 sec	0.168 sec	1.252
	ΔHt.	-0.119 m	0.001 m	0.000 m	0.438
	Ellip Dist.	1018.911 m	0.001 m	0.000 m	-0.580
GS_VRS2 --> GTSK (PV98)	Az.	293°36'04"	0.155 sec	-0.026 sec	-0.236
	ΔHt.	-0.119 m	0.001 m	-0.001 m	-0.857
	Ellip Dist.	1256.759 m	0.001 m	-0.001 m	-1.221
GS_VRS3 --> GS08 (PV65)	Az.	180°27'26"	0.237 sec	-0.011 sec	-0.066
	ΔHt.	-1.712 m	0.001 m	0.001 m	1.193

	Ellip Dist.	866.328 m	0.001 m	0.000 m	0.172
GS_VRS1 --> GS11 (PV102)	Az.	35°17'13"	0.209 sec	-0.160 sec	-1.115
	ΔHt.	-0.522 m	0.001 m	0.000 m	0.245
	Ellip Dist.	936.775 m	0.001 m	0.000 m	0.013
GS_VRS3 --> GS14 (PV87)	Az.	191°16'32"	0.166 sec	0.053 sec	0.462
	ΔHt.	-0.635 m	0.001 m	-0.001 m	-1.105
	Ellip Dist.	1144.828 m	0.001 m	0.000 m	-0.561
GS_VRS2 --> GS08 (PV73)	Az.	302°18'45"	0.170 sec	-0.007 sec	-0.060
	ΔHt.	-1.711 m	0.001 m	-0.001 m	-1.075
	Ellip Dist.	1209.676 m	0.001 m	0.000 m	-0.390
GS_VRS2 --> GS12 (PV94)	Az.	293°53'34"	0.151 sec	0.119 sec	1.014
	ΔHt.	-0.386 m	0.001 m	0.000 m	-0.070
	Ellip Dist.	1511.397 m	0.001 m	0.000 m	-0.485
GS_VRS3 --> GS06 (PV63)	Az.	154°00'52"	0.179 sec	-0.060 sec	-0.481
	ΔHt.	-1.819 m	0.001 m	0.000 m	0.209
	Ellip Dist.	1103.932 m	0.001 m	0.001 m	1.012
GS_VRS2 --> GS16 (PV99)	Az.	297°19'59"	0.170 sec	-0.071 sec	-0.582
	ΔHt.	-1.474 m	0.002 m	0.000 m	-0.401
	Ellip Dist.	1228.868 m	0.001 m	-0.001 m	-0.977

GS_VRS2 --> GS14 (PV96)	Az.	287°28'39"	0.154 sec	0.018 sec	0.163
	ΔHt.	-0.634 m	0.001 m	-0.001 m	-0.968
	Ellip Dist.	1299.306 m	0.001 m	0.000 m	0.150
GS_VRS1 --> GS01 (PV74)	Az.	55°28'16"	0.214 sec	-0.142 sec	-0.966
	ΔHt.	-1.633 m	0.001 m	0.000 m	0.231
	Ellip Dist.	966.023 m	0.001 m	0.000 m	0.210
GS_VRS3 --> GS16 (PV90)	Az.	184°35'36"	0.248 sec	-0.001 sec	-0.008
	ΔHt.	-1.475 m	0.002 m	-0.001 m	-0.952
	Ellip Dist.	951.734 m	0.001 m	0.000 m	0.028
GS_VRS3 --> GS02 (PV59)	Az.	180°01'47"	0.152 sec	0.029 sec	0.265
	ΔHt.	-1.178 m	0.001 m	-0.001 m	-0.881
	Ellip Dist.	1261.311 m	0.001 m	0.000 m	0.051
GS_VRS1 --> GS15 (PV106)	Az.	58°59'40"	0.280 sec	-0.164 sec	-0.874
	ΔHt.	-0.383 m	0.001 m	0.000 m	0.617
	Ellip Dist.	689.423 m	0.001 m	0.000 m	0.405
GS_VRS1 --> GS03 (PV76)	Az.	69°30'47"	0.239 sec	-0.137 sec	-0.847
	ΔHt.	-0.831 m	0.001 m	0.000 m	0.685
	Ellip Dist.	853.204 m	0.001 m	0.000 m	0.421
GS_VRS1 --> GS_VRS2 (PV55)	Az.	86°03'09"	0.041 sec	-0.044 sec	-0.515
	ΔHt.	0.001 m	0.000 m	0.000 m	-0.841

	Ellip Dist.	1797.671 m	0.000 m	0.000 m	-0.317
GS_VRS2 --> GS11 (PV93)	Az.	297°07'12"	0.152 sec	-0.005 sec	-0.047
	ΔHt.	-0.523 m	0.001 m	0.000 m	0.158
	Ellip Dist.	1406.739 m	0.001 m	-0.001 m	-0.797
GS_VRS3 --> GS03 (PV60)	Az.	179°05'01"	0.145 sec	0.076 sec	0.726
	ΔHt.	-0.832 m	0.001 m	0.000 m	-0.357
	Ellip Dist.	1337.934 m	0.001 m	0.001 m	0.712
GS_VRS2 --> GS03 (PV68)	Az.	279°59'32"	0.197 sec	-0.015 sec	-0.108
	ΔHt.	-0.832 m	0.001 m	0.000 m	-0.369
	Ellip Dist.	1009.426 m	0.001 m	0.000 m	-0.653
GS_VRS2 --> GS02 (PV67)	Az.	283°54'25"	0.187 sec	-0.002 sec	-0.019
	ΔHt.	-1.178 m	0.001 m	0.000 m	0.653
	Ellip Dist.	1046.844 m	0.001 m	0.000 m	0.134
GS_VRS1 --> GS_VRS3 (PV57)	Az.	25°25'08"	0.041 sec	-0.034 sec	-0.397
	ΔHt.	0.002 m	0.000 m	0.000 m	-0.474
	Ellip Dist.	1811.769 m	0.000 m	0.000 m	0.636
GS_VRS3 --> GS15 (PV88)	Az.	188°18'01"	0.146 sec	0.000 sec	0.003
	ΔHt.	-0.385 m	0.001 m	0.000 m	-0.349
	Ellip Dist.	1294.781 m	0.001 m	0.000 m	0.617

GS_VRS2 --> GS01 (PV66)	Az.	293°02'04"	0.193 sec	0.079 sec	0.587
	ΔHt.	-1.634 m	0.001 m	0.000 m	0.562
	Ellip Dist.	1083.851 m	0.001 m	0.000 m	-0.281
GS_VRS1 --> GS08 (PV81)	Az.	45°01'46"	0.194 sec	-0.075 sec	-0.550
	ΔHt.	-1.710 m	0.001 m	0.000 m	-0.196
	Ellip Dist.	1089.611 m	0.001 m	0.000 m	0.074
GS_VRS2 --> GS05 (PV70)	Az.	298°49'21"	0.232 sec	-0.015 sec	-0.094
	ΔHt.	-1.582 m	0.001 m	0.000 m	-0.477
	Ellip Dist.	865.012 m	0.001 m	0.000 m	-0.399
GS_VRS3 --> GS11 (PV84)	Az.	195°11'17"	0.209 sec	-0.043 sec	-0.301
	ΔHt.	-0.523 m	0.001 m	0.000 m	-0.385
	Ellip Dist.	903.234 m	0.001 m	0.000 m	0.196
GS_VRS1 --> GS02 (PV75)	Az.	64°14'17"	0.232 sec	0.019 sec	0.118
	ΔHt.	-1.177 m	0.001 m	0.000 m	0.189
	Ellip Dist.	862.945 m	0.001 m	0.000 m	0.374
GS_VRS2 --> GS_VRS3 (PV56)	Az.	326°08'06"	0.041 sec	0.030 sec	0.362
	ΔHt.	0.001 m	0.000 m	0.000 m	0.369
	Ellip Dist.	1822.015 m	0.000 m	0.000 m	0.058
GS_VRS1 --> GTSK (PV107)	Az.	45°40'45"	0.225 sec	0.021 sec	0.134
	ΔHt.	-0.118 m	0.001 m	0.000 m	0.367

	Ellip Dist.	896.826 m	0.001 m	0.000 m	0.071
GS_VRS2 --> GS15 (PV97)	Az.	280°54'29"	0.158 sec	-0.034 sec	-0.310
	ΔHt.	-0.384 m	0.001 m	0.000 m	-0.323
	Ellip Dist.	1224.547 m	0.001 m	0.000 m	-0.279
GS_VRS2 --> GS13 (PV95)	Az.	289°37'32"	0.142 sec	-0.026 sec	-0.246
	ΔHt.	-0.636 m	0.001 m	0.000 m	-0.084
	Ellip Dist.	1447.162 m	0.001 m	0.000 m	-0.149