

REALIZACIJA NOVIH REFERENTNIH SISTEMA ZA PODRUČJE REPUBLIKE SRPSKE

Darko MIŠKOVIĆ¹

¹Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove Bijeljina
(e-mail:geodare@rstel.net)

Rezime. Republika Srpska kao jedan od dva entiteta u Bosni i Hercegovini preuzela je između ostalog od prethodne države i nasljeđe u oblasti osnovnih geodetskih radova. Uvažavajući sve do što je u ovoj oblasti postignuto u prethodnom periodu, danas se iz razloga uvođenja novih tehnologija te sve većih zahtjeva korisnika geodetskih podataka neminovno nameće pitanje unapređenja u ovoj oblasti pod čime se prvenstveno misli na obezbjeđenje visoke tačnosti i pouzdanosti podataka mjerenja.

Mjerna tehnika i tehnologija danas omogućuje zadovoljenje uslova pomenutih u prethodnom pasusu, međutim kod realizacije ovakvih zadataka nailazi se na dva osnovna problema:

- Prvi problem je kvalitet postojeće geodetske osnove koji direktno utiče na krajnji rezultat,
- Drugi problem je što se ako se mjerenja izvode GPS mjernom tehnologijom podaci mjerenja dobijaju u sistemu WGS84 te ih je neophodno transformisati u državni koordinatni sistem.

Sva dosadašnja istraživanja (globalna – na nivou BiH i lokalna kod realizacije zadataka na pojedinim lokalitetima) su ukazala na veću ili manju nehomogenost geodetske osnove što se sa jedne strane dalje prenosi na same rezultate mjerenja, a sa druge strane ne postoji mogućnost definisanja jednoznačnog modela transformacije iz sistema WGS84 u državni koordinatni sistem kod mjerenja izvršenih GPS mjernom tehnologijom.

Ključne riječi: Referentni sistemi, Globalni pozicioni sistem

1.POSTOJEĆE STANJE

Gotovo sve referentne geodetske mreže koje se danas nalaze na teritoriji Republike Srpske projektovane su i realizovane od kraja osamdesetih godina 19. vijeka pa sve do sredine devedesetih godina 20. vijeka. U ovom periodu od oko 100 godina veliki broj institucija izvodio je radove u cilju kreiranja mreža:

- Bečki Vojno geografski institut (MGI - Militaergeographisches Institut, Wien), zatim

- Vojno geografski institut Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca, (u daljem tekstu VGI KSHS kao i
- Vojno geografski institut Federativne Narodne Republike Jugoslavije.

(u daljem tekstu VGI NRJ)

Početak pedesetih godina 20. vijeka nadležnost nad osnovnim geodetskim radovima preuzima tada formirana Savezna Geodetska Uprava Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije (SGU SFRJ), (u daljem tekstu SGU) koja se ukida 1974. godine, kada osnovnim geodetskim radovi na čitavoj teritoriji SFRJ koordinira Međurepubličko-pokrajinski kolegijum za geodeziju.

Može se reći da na teritoriji Republike Srpske od ukidanja SGU nije bilo značajnijih radova na kreiranju novih kao ni organizovanih održavanja postojećih referentnih mreža, tako da su danas, gotovo 30 godina od ukidanja SGU, na raspolaganju

- trigonometrijske mreže I, II, III i IV reda,
- mreže prvog nivelmana visoke tačnosti (NVT I) i drugog nivelmana visoke tačnosti (NVT II),
- gravimetrijska mreža I i gravimetrijska mreža II reda, kao i osnovna gravimetrijska mreža.

Pored navedenih mreža 1998. izvedena je kampanja BALKAN '98 u okviru koje su određene EUREF koordinate za 5 tačaka referentne mreže prvog reda, koje se nalaze na teritoriji Republike Srpske. Nakon ove kampanje, septembra 2000. izvršena su mjerenja u cilju prognošenja EUREF mreže sa dodatnih 9 tačaka.

1.1. Trigonometrijske mreže

Trigonometrijsku mrežu I reda, započeo je Bečki Vojno geografski institut (MGI) 1872. u sklopu Austro-Ugarske triangulacije 1. reda. Najprije su razvijena dva lanca trouglova - od Slovenije do Vojvodine i od Slovenije duž Dalmacije, do Crne Gore, a kasnije su spojeni trećim koji ide preko teritorije Bosne i Hercegovine (slika 1). Datum ove triangulacije bio je definisan

- astronomskom latitudom i longitudom polazne tačke prvog reda Hermannskogel kod Beča, i
- astronomskim azimutom trigonometrijske strane prvog reda Hermannskogel - Hundsheimer Berg i parametrima Beselovog elipsoida.

Radovi na triangulaciji prvog reda počinju 1887. godine na području bivše Kraljevine Srbije, sa prekidom od 1894 do 1899. godine. VGI Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca je 1923. godine završio mjerenja za triangulaciju 1. reda u Srbiji, Makedoniji i Crnoj Gori, koja je povezana sa triangulacijom MGI pomoću 7 tačaka.

U vremenu između dva svjetska rata VGI je radio na poboljšanju i popunjavanju triangulacije 1. reda u Vojvodini, dijelu Bosne i Hercegovine i u Hrvatskoj, kao i na astronomskim i gravimetrijskim radovima potrebnim za pretvaranje triangulacije 1. reda u astro-geodetsku mrežu.

Posle II svjetskog rata do 1948. godine VGI i SGU realizuju radove na triangulaciji 1. reda u Sloveniji, Istri, primorskim krajevima i Slavoniji, čime cijelo područje Jugoslavije biva pokriveno triangulacijom 1. reda koju čine 595 trouglova, mreža nikada nije izravnata kao cjelina a izravnaje je urađeno vezivanjem za tačke MGI. Ova triangulacija 1. reda je bila povezana sa triangulacijama 1. reda susjednih zemalja - Albanijom, Bugarskom, Grčkom, Italijom i Rumunijom. Ovako nehomogena mreža nije zadovoljavala tadašnje kriterijume tačnosti *International asociation of Geodesi - IAG* i nije mogla biti uključena u evropsku triangulaciju.

Naknadna mjerenja započinj 1953. godine i analizom dobijenih rezultata došlo se do zaključka da je najcjelishodnije izvršiti projektovanje i izvođenje nove trigonometrijske mreže.

Tako je projektovana astro-geodetska mreža, izvršena stabilizacija novih, kao i prestabilizacija postojećih tačaka. Izvođenje radova sprovedeno je prema uputstvima koja su bila u skladu sa preporukama IAG. Krajem šezdesetih godina se završavaju planirana astronomska, geodetska i gravimetrijska mjerenja u astro-geodetskoj mreži, i intenzivno se radi na sistematskoj obradi podataka mjerenja, analizi rezultata mjerenja i vrši se probno izravnaje mreže sa uglovnim mjerenjima; visine su doslovno preuzete iz Austro-ugarske triangulacije (podaci na metar).

Upravo u tom trenutku intenzivnog rada na završnoj etapi izrade astro-geodetske mreže dolazi do ukidanja SGU (1974. godine) i do prekida radova. Trigonometrijska mreža prvog reda (mreža u upotrebi) nije nikada izvedena kao cjelina, sastoji se iz više dijelova koji su razvijani i računati u različitim vremenskim epohama.

Mreža Republike Srpske realizovana je u dijelovima i u periodu od preko 40 godina, i čine je dijelovi cjelina 1, 5, 6, 7 10 i 13.

1.2. Nivelmanske mreže

MGI je 1873. godine nivelanjem vlaka Trst-Ljubljana-Grac započeo razvoj nivelmanskih mreža na ovim prostorima. Od 1873-1909. godine razvijena je mreža nivelmanskih vlakova na području Slovenije, Hrvatske, Vojvodine, Zapadne Bosne i Dalmacije.

Nakon ovih radova, Topografsko odeljenje Glavnog đeneralštaba srpske vojske u periodu od 1905-1911. izvodi radove na preciznom nivelmanu u Srbiji, koji se oslanja na Austro-Ugarski nivelman preko repera na Savskom mostu u Beogradu i repera u Malom Zvorniku na Drini.

Posle Prvog svjetskog rata ranije izvršeni nivelman u Srbiji dijelom je obnovljen i nastavljen na području Srbije, Makedonije i Istočne Bosne od strane VGI. Radovi su završeni 1931. godine, mreža je izravnata i oslonjena na Austro-Ugarsku nivelmansku mrežu.

Nakon toga pristupilo se obnovi nivelmana na područji stare mreže bivše Austro-Ugarske, u periodu od 1931-1941. godine uspostavljena je jedna veza između Jugoslovenske i Grčke nivelmanske mreže kod Kremenice i postavljena mareografska stanica u Bakru. Zajedno sa ranije uspostavljenim vezama, sada postoje dvije veze sa Grčkom i tri sa Bugarskom.

Poslije II svjetskog rata u periodu 1946-1963. godine. nastavljeni su radovi na mreži Nivelmana visoke tačnosti, obnovljena je skoro cjelokupna mreža Austro-Ugarskog nivelmana na teritoriji Bosne i Hercegovine, Hrvatske i Slovenije kao i mreža nivelmana u Vojvodini, iznivelano je u ovom periodu nekoliko vlakova u Crnoj Gori i Srbiji. Radove su vršili zajednički VGI i Glavna geodetska uprava odnosno Geodetske uprave narodnih republika. Nova mreža Nivelmana visoke tačnosti (NVT II) projektovana je 1970. godine, a mjerenja u mreži izvršena su od 1971-1973. godine, po tada važećim savremenim preporukama Međunarodne geodetske unije (IUG). Ukidanjem Savezne geodetske uprave prekinuto je sa radovima, a nastavljeno tek 1986. godine od strane Instituta za geodeziju Građevinskog fakulteta Beograd i Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, mreža NVT II je završena i visine repera sračunate u različitim sistemima visina (geopotencijalne kote, dinamičke, normalne, ortometrijske i sferoidne visina).

Datum mreže definisan je u odnosu na šest mareografa na jadranskoj obali, a uticaj gravitacionog polja obračunat analizom gravimetrijskog materijala i karata Fajeovih i Bugeovih anomalija. Izrađen je katalog visina svih repera i upoređene su visine sa visinama postojećeg Nivelmana visoke tačnosti.

Nivelmansku mrežu Republike Srpske čine dva nivelmana NVT I i NVT II, čije visine se međusobno u prosjeku razlikuju za oko 30cm. Visine NVT I sračunate su iz mjerenja u različitim epohama i bez podataka gravitacionog polja, što se sa aspekta modernih tehnologija ne može smatrati zadovoljavajućim.

1.3. Gravimetrijske mreže

Organizovana gravimetrijska određivanja na teritoriji Republike Srpske započeta su 1951. godine, i u osnovi predstavljaju dio gravimetrijskih određivanja SFR Jugoslavije. Određivanja su inicirana od strane Geografskog Instituta JNA i glavne geodetske uprave tadašnje FNRJ. Može se reći da je u periodu od narednih dvadeset godina, od 1951 godine do sredine osamdesetih, izvršen veći dio svih određivanja, kao i to da su se sva naknadna određivanja odnosila na lokalna geofizička ispitivanja.

U periodu od 1951. do 1953. godine izvršeni su kalibracioni radovi, odnosno određeni su apsolutni nivo i razmjera gravimetrijskih određivanja, a uporedo sa kalibracionim radovima formirana je i Gravimetrijska mreža 1. reda.

Mreža 1. reda predstavljala je veoma dobru osnovu za sve vrste gravimetrijskih radova, ali se u cilju izvođenja detaljnog premjera pristupilo njenom progušćavanju, odnosno formiranju gravimetrijske mreže 2. reda. Mreža 2. reda takođe je po svom kvalitetu zadovoljavala sve tadašnje standarde, ali je razvijana parcijalno, bez određenog globalnog plana, uglavnom za potrebe određenih institucija.

Uspostavljanje tačne i homogene osnove za sve vrste praktičnih i naučnih primjena omogućeno je formiranjem osnovne gravimetrijske mreže, koja je u potpunosti realizovana u periodu od 1964. do 1967. godine .

Uporedo sa formiranjem referentnih gravimetrijskih mreža neprekidno je vršen i detaljni gravimetrijski premjer, odnosno lokalni i regionalni gravimetrijski premjer, ali kao što je već navedeno samo za potrebe lokalnih geofizičkih ispitivanja.

1.4. Mreža EUREF tačaka

Mrežu EUREF tačaka na teritoriji Republike Srpske čini ukupno 5 tačaka (trigonometrijske tačke 1. reda) uključenih u GPS mjernu kampanju BALKAN'98, izvedenu septembra 1998. GPS mjerna kampanja obuhvatala je Bosnu i Hercegovinu, Srbiju i Crnu Goru i Albaniju.

Koordinate EUREF tačaka Republike Spske određene su u međunarodnom referentnom sistemu ITRS96 za epohu mjerenja 1998.7, a zatim transformisane u evropski referentni sistem ETRS89 i epohu 1989.0. Ostvarena tačnost horizontalnog položaja tačaka iznosi 3mm, a tačnost njihovih elipsoidnih visina oko 6mm.

Septembra 2000. u saradnji sa Federalnom upravom za geodetske i imovinsko-pravne poslove Federacije Bosne i Hercegovine izvršena je GPS kampanja na 10 trigonometrijskih tačaka 1. i 2. reda.

2.ANALIZA KVALITETA POSTOJEĆE TRIGONOMETRIJSKE MREŽE

Dosadašnje analize tačnosti bazirale su se na ocjeni tačnosti ne uzimajući u obzir uticaj datih veličina.

Za trigonometrijsku mrežu drugog reda prije njene podjele na osnovnu i popunjavajuću, dobijene srednje greške su $M_y = \pm 0.09m$, $M_x = \pm 0.09m$, a

$M_y = \pm 0.06m$, $M_x = \pm 0.07$ za osnovnu i $M_y = \pm 0.05m$, $M_x = \pm 0.05m$ za popunjavajuću poslije njene podjele. Nelogičnost u pogledu grešaka, da su srednje greške nižih redova manje je radi neuzimanja u obzir grešaka datih veličina. Analizom tačnosti za trigonometrijsku mrežu trećeg reda; treći red osnovne, i treći red popunjavajuće, je $m_p = 0.06m$, a za četvrti red, položajna tačnost je, 0.04m. Relativne greške strana iznose: 1:30000 za treći red osnovne, 1:20000 za treći red popunjavajuće, i 1:12500 za četvrti red.

Gore navedeni podaci daju lažnu sliku o stvarnom kvalitetu postojeće trigonometrijske mreže. Pristupilo se ispitivanju njenog kvaliteta iz analize podataka postojećih realizovanih GPS mreža, koje nam mogu pružiti cjelovit i konkretan uvid u kvalitet postojeće trigonometrijske mreže.

Radi ocjene kvaliteta postojeće triangulacije najbolje su poslužile novoodređene GPS mreže bilo na užem ili širem lokalnom nivou, ili na cijelom prostoru Republike Srpske i cijelom prostoru BiH. Te GPS mreže zbog njihove tačnosti određivanja i koja je iznad tačnosti određivanja postojeće trigonometrijske mreže mogu se smatrati uslovno tačnim u odnosu na postojeće i poslužiti za ispitivanje postojeće trigonometrijske mreže poredeći je sa novoodređenim GPS mrežama.

2.1. Ispitivanje homogenosti postojeće trigonometrijske mreže:

Testiranje homogenosti postojeće trigonometrijske mreže na lokalnom nivou vršena je prilikom:

1) Lokalne realizacije prostornog referentnog sistema na potezu od Rogatice do Foče, i formiranju vektorskih polja (u cilju određivanja transformacionih parametara za potrebe realizacije geodetske osnove u svrhu snimanju TTO kabla) koja obuhvatajući putnu komunikaciju koja povezuje ova dva mjesta (zahvaćene su opštine Rogatica, Ustiprača, Čajniče i Foča). Formiran je lanac četverouglova od 18 trigonometrijskih tačaka koji zahvata područje 7km h 55km.

Prilikom ispitivanja homogenosti geodetske osnove za navedeno područje dobilo se: odstupanja po osi H na pojedinim tačkama variraju od -13 cm do +21 cm, a po U osi od -11 cm do +10 cm. Maksimalni intezitet vektora po osi H iznosi 31 cm, a po osi U iznosi 21 cm. Odstupanja po osi Z kreće se od -18 cm do + 23 cm. Maksimalni intezitet vektora po osi Z iznosi 41 cm. Najveće trodimenzionalno odstupanje na pojedinoj tački iznosi 0.31m.

Pravilo je da su odstupanja veća što je područje premjeravanja šire, i da su razlike koordinata za krajnje tačke područja veće u odnosu na prezentovana odstupanja.

2) Uspostavljanja vektorskog polja na teritoriji opština Šamac, Pelagićevo, S. Orašje, Brčko u cilju određivanja koordinata bloka veznih tačaka na području od 25km H 30km.

Prilikom uspostavljanja vektorskog polja i određivanja transformacionih parametara za teritoriju opština Šamac, Pelagićevo, S. Orašje, Brčko koje obuhvata prostor 25 H 30 km, korišteno je 14 trigonometrijskih tačaka svih redova. Iz analize dobijenih odstupanja na trigonometrijskim tačkama konstatovano je da je maksimalno odstupanje na trigonometrijskoj tački 37 cm. Za krajnje tačke radilišta koje obrazuju transformaciono polje maksimalno odstupanje po osi H iznosi 36 cm, a po U osi 25 cm; što govori o pomjerenosti koordinata GPS mreže u odnosu na trigonometrijsku mrežu po Δx i po Δy . Odstupanja po osi H na pojedinim tačkama variraju od -28 cm do +26 cm, a po U od -20 cm do +26 cm. Navedene veličine najbolje pokazuju kvalitet položaja tačaka postojeće trigonometrijske mreže na posmatranom području. Odstupanja visina na posmatranom području variraju od -10 cm do +17 cm.

Testiranje homogenosti postojeće trigonometrijske mreže na globalnom nivou - prostor BiH i Republike Srpske vršena je prilikom:

1) Određivanja transformacionih parametara, sedmoparametarske transformacije za 12 zajedničkih tačaka (sve tačke su trigonometrijske tačke prvog reda koje su korištene u GPS kampanji BALKAN98)

Za teritoriju BiH dobijena je **globalna tačnost transformacije** preko srednje kvadratne greške sračunate iz odstupanja i ona reprezentuje homogenost trigonometrijske mreže 1. reda na području koje je predmet projekta.

Tačnost transformacionih parametara za BiH data je u tabeli 1.

Tabela 1. Tačnost transformacionih parametara

BiH	
Tačnost (rms):	Bez geoida
po φ	± 0.30 m
po λ	± 0.41 m
po h	± 0.84 m
Položajno (2D)	± 0.52 m
Trodimenzionalno (3D)	± 1.02 m

Analizom prostornih odstupanja na pojedinim tačkama konstatovano je sledeće:

- odstupanja po H osi kreću se od -0.55 m do +0.78 m, a po U osi od -1.36 do +0.66m,
- za krajnje tačke radilišta koje obrazuju transformaciono polje maksimalna razlika - suma inteziteta vektora po osi H iznosi 0.94 m, a po U osi 1.50 m; što govori o pomjerenosti koordinata GPS mreže u odnosu na trigonometrijsku mrežu, odnosno o homogenosti mreže na posmatranom - odstupanja visina kreću se od -1.23 do 1.20 m.

Zbog nehomogenosti postojećih mreža, trebali bi skoro u svakoj GPS realizaciji prostornih lokalnih referentnih mreža računati posebne transformacione parametre kako bi se homogene i visoko tačne mreže transformisale u nehomogenu i netačniju postojeću geodetsku osnovu. Praktično, novoistračunate (tačnije) koordinate bi kvarili da bi ih uklopili u postojeće (lošije) stanje. Te transformacije nisu jednoznačna veza između našeg lokalnog i globalnog datuma.

2.2. Stanje trigonometrijske mreže i opredjeljujući razlozi za novu referentnu mrežu

Osnovni nedostaci postojeće geodetske osnove i razlozi za realizaciju nove su što je postojeća mreža:

- razvijana da bi se mogla izvršiti terestrička mjerenja, te su stabilizovane tačke nepogodne za GPS mjerenja - nalaze na visokim i teško pristupačnim brdima, često obrasle šumom, ili u blizini tačke postoje zakloni koji bi ometali opažanje.
- u ravničarskim terenima trigonometrijska mreža je po pravilu manje tačnosti nego u brdskim,

- trigonometrijska mreža 1. reda nije izravnata kao cjelina - izravnata je iz više dijelova,
 - visine tačaka su znatno lošije određene od položajnih koordinata,
 - nedostaju informacije o kvalitetu tih mreža,
 - tehnološka revolucija u geodeziji i informatici koja omogućava izvođenje visoko preciznih mjerenja te relativno laku njihovu matematičku obradu,
 - i drugačije uslove koje trebaju zadovoljiti tačke (obzirom na dogledanje i otvorenost prema nebu) i same nove privredne potrebe, iziskuju kao neophodnost da se uspostavi novi prostorni okvir, a u cilju zadovoljavanja svih potreba za kvalitetnim premjerom i inženjersko tehničkim radovima.
 - za teritoriju Republike Srpske nije određen geoid,
- Gore konstatovani navodi jasno ukazuju na neophodnost uspostavljanja jedne savremene geodetske osnove.

3.NOVI GEODETSKI REFERENTNI SISTEM REPUBLIKE SRPSKE

3.1. Definicija novog geodetskog referentnog sistema Republike Srpske

3.1.1. Prostorni referentni sistem

Prostorni referentni sistem je terestrički trodimenzionalni koordinatni sistem koji se po definiciji koordinatnog početka, orijentaciji koordinatnih osa, razmjeri, jedinici dužine i vremenske evolucije, podudara sa međunarodnim terestričkim referentnim sistemom ITRS (International Terrestrial Reference System) odnosno evropskim terestričkim referentnim sistemom ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) usvojenim od strane Međunarodne geodetske asocijacije IAG (International Association for Geodesy).

Konkretna realizacija prostornog referentnog sistema Republike Srpske podrazumijeva:

- Uspostavljanje aktivne prostorne referentne osnove u vidu stalnih (permanentnih) GPS stanica na prosječnom međusobnom rastojanju do 70km. Aktivna prostorna referentna osnova će omogućiti pozicioniranje i navigaciju u realnom vremenu bilo gdje na teritoriji Republike Srpske.
- Uspostavljanje pasivne prostorne referentne osnove u obliku državne referentne mreže. Buduća pasivna prostorna referentna osnova treba da bude određena primjenom GPS tehnologije. Državna referentna mreža predstavljala bi progušćenje mreže EUREF tačaka na teritoriji Republike Srpske.

3.1.2. Vertikalni referentni sistem

Vertikalni referentni sistem predstavlja jednodimenzionalni koordinatni podskup definisanog prostornog referentnog sistema, odnosno referentna površ u odnosu na koju se izražavaju visine.

Vertikalni referentni sistem koji se zasniva na elipsoidnoj referentnoj površi označava se kao geometrijski.

Vertikalni položaji tačaka i objekata u geometrijskom vertikalnom referentnom sistemu Republike Srpske izražavaju se jednodimenzionalnim koordinatama, odnosno geodetskim visinama (h) u odnosu na referentni dvoosni obrtni elipsoid geodetskog referentnog sistema GRS80 (Geodetic Reference System 1980).

Budući vertikalni referentni sistem Republike Srpske ima funkciju sistema referenci potrebnih za jedinstveno i precizno opisivanje jednodimenzionalnih položaja (visina) tačaka i objekata u realnom Zemljinom gravitacionom polju. Naučne i praktične potrebe nalažu da vertikalni referentni sistem Republike Srpske bude fizičkog a ne geometrijskog tipa.

Konkretna definicija vertikalnog referentnog sistema Republike Srpske podrazumjeva:

- lokaciju, razmjeru, orijentaciju i vremensku evaluaciju izabrane referentne površi,
- konstante, parametre i teorije koje opisuju izabranu referentnu površ,
- izbor sistema visina.

3.1.3. Gravimetrijski referentni sistem

Gravimetrijski referentni sistem predstavlja sistem u kojem se vrše gravimetrijska određivanja apsolutnog i relativnog ubrzanja sile Zemljine teže i računanja gravimetrijskih veličina.

Budući gravimetrijski referentni sistem Republike Srpske ima funkciju sistema referenci potrebnih za jedinstveno i precizno opisivanje ubrzanja sile realne i modelske Zemljine teže.

Konkretna definicija gravimetrijskog referentnog sistema Republike Srpske podrazumjeva:

- lokaciju, razmjeru, orijentaciju i vremensku evoluciju izabrane gravimetrijske referentne površi,
- konstante, parametre i teorije koje opisuju izabranu gravimetrijsku referentnu površ,
- izbor gravimetrijskog sistema.

3.1.4. Projekat površi kvazigeoida¹

Površ kvazigeoida određuje se za potrebe transformacije rezultata satelitskih vertikalnih određivanja u prirodni vertikalni referentni sistem.

Određivanje površi kvazigeoida vrši se jedinstveno za cijelu teritoriju Republike Srpske.

Površ kvazigeoida određuje se u vidu diskretnih vrijednosti dvodimenzionalnog digitalnog modela anomalija visina u odnosu na elipsoid geodetskog referentnog sistema GRS80.

Budući kvazigeoid Republike Srpske ima funkciju referentne površi normalnih visina. Po svojoj definiciji, kvazigeoid će omogućiti integraciju elipsoidnih visina dobijenih metodama satelitske geodezije u vertikalni referentni sistem Republike Srpske.

3.2. Realizacija novog geodetskog referentnog sistema

Od planiranih poslova iz oblasti osnovnih geodetskih radova za područje Republike Srpske do sada su izvedene sledeće sktivnosti:

3.2.1. Prostorni referentni sistem

3.2.1.1. Pasivna prostorna referentna osnova – GPS referentna mreža Republike Srpske

Osnovne karakteristike projektnog rješenja mreže

Projektnim rješenjem obezbijedeno je:

- Ukupno 327 tačaka od kojih je 313 novoprojektovanih, 5 tačka EUREF mreže i 9 tačaka iz mjerne kampanje BiH 2000 (prikazane u tabeli 2.).

¹ Kvazigeoid je površ u čijoj je svakoj tački vertikalno rastojanje po normali na izabrani referentni dvoosni obrtni elipsoid jednako rastojanju između tačke fizičke površi Zemlje i tačke na istoj normali u kojima realni i normalni potencijal Zemljinog gravitacionog polja imaju istu vrijednost

Tabela 2. Pregled postojećih tačaka

EUREF '98		BiH 2000 [progušćenje]	
Broj	Naziv	Broj	Naziv
238	Kozara	273	Stražište
309	Tisovac Novi	243	Kobajkovac
271	Veliki Stolac	106	Bubanj
276	Maglić	393	Šumatica
318	Leotar	399	Velika Ostrovica
		3	Lazarevica
		48	Igrište
		1045	Babina Glava
		1974	Ponikve
		318	Leotar

Tačke EUREF mreže i tačke iz mjerne kampanje BiH 2000 su sastavni dio GPS referentne mreže Republike Srpske.

- 90% tačaka se nalazi na mjestima gdje se putevi ukrštaju, 8% pored puteva i svega 2% van putnih pravaca,
- 64 tačke se nalaze u neposrednoj blizini (do 500m) repera NVT II,
- prosječno rastojanje između projektovanih tačaka je 9500 m,
- ukupan broj vektora predviđenih za opažanje je 625,
- prosječan obim poligona je 35690m,
- sve tačke su međusobno povezane sa minimum 3 vektora.

Stanje realizacije:

Izrađena projektna dokumentacija, izvršena je stabilizacija svih novoprojektovanih tačaka, planirano da se 2007. godine izvedu GPS opažanja.

3.2.1.1. Aktivna referentna osnova – Mreža GPS permanentnih stanica Republike Srpske

Osnovne karakteristike projektnog rješenja mreže

Projektno rješenje podrazumijeva da mrežu MPSRS čini 20 permanentnih stanica, spisak gradova u kojima je predviđeno postavljanje permanentne stanice i osnovne statistike međusobnih rastojanja u mreži MPSRS dati su u narednim tabelama.

Spisak gradova u kojima je projektom rješenjem predviđeno postavljanje permanentnih stanica MPSRS dat je u tabeli 3..

Tabela 3. Spisak gradova – lokacije permanentnih stanica

R.B.	Mjesto	R.B.	Mjesto
1.	Trebinje	11.	Petrovo
2.	Nevesinje	12.	Šamac
3.	Gacko	13.	Bosanski Brod
4.	Foča/Srbinje	14.	Teslić
5.	Istočno Sarajevo	15.	Srbac
6.	Rogatica	16.	Banja Luka
7.	Rudo	17.	Kozarska Dubica
8.	Šekovići	18.	Novi Grad
9.	Bratunac	19.	Šipovo
10.	Bijeljina	20	Petrovac

Osnovne statistike međusobnih rastojanja:

- Minimalna - 35 km,
- Maksimalna - 71 km,
- Srednja – 54 km.

Stanje realizacije:

Izrađena projektna dokumentacija, realizacija Projekta planirana za 2007. godinu.

Planirano je da radovi koji se odnose na Vertikalni i Gravimetrijski referentni sistem, kao i za dovršenje svih poslova koji se odnose na uspostavu novog Geodetskog referentnog sistema Republike Srpske budu dovršeni u naredne dvije godine.

4. PERSPEKTIVE I ZAKLJUČAK

Obzirom da planirane aktivnosti predviđaju definisanje novog geodetskog referentnog okvira za područje Republike Srpske, a sve u cilju obezbjeđenja geodetske osnove visoke definicije nakon realizacije ovog zadatka slijedi naredni koji će vjerovatno predstavljati veći izazov za našu struku. Naime naredni zadatak će biti da se svi podaci o geodetskoj osnovi te podaci premjera i kartografije transformišu u novi geodetski referentni sistem.

LITERATURA

Odalović,O; Starčević,M; Gučević,J; Mišković, D; Todorović,M; (2003): *Projekat GPS referentne mreže Republike Srpske.(2003)*,

Odalović,O; Starčević,M;Gučević,J; (2003): *Projekat Mreže GPS Permanentnih stanica Republike Srpske.(2003)*

Bratuljević, N. i dr.; (1995); *Studija-Geodetske referentne mreže*, Institut za Geodeziju