

PROJEKAT “BIHPOS” – USPOSTAVA MREŽA PERMANENTNIH GNSS STANICA ZA PROSTOR BIH

Darko Mišković

Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove, Banja Luka
(e-mail: geodare@gmail.com)

Sažetak: U prvoj polovini 2011. godine Bosna i Hercegovina će se svrstati u red zemalja koje su uvele u upotrebu tehnologiju permanentnih GNSS stanica. U okviru Projekta “BiHPOS” koji se finansira sredstvima iz predpristupnih fondova Evropske unije (IPA projekti) za prostor Bosne i Hercegovine će biti uspostavljene dvije mreže permanentnih GNSS stanica – SRPOS za područje Republike Srpske i FBiHPOS za prostor Federacije BiH. SRPOS mreža će funkcionisati u nadležnosti Republičke uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove Republike Srpske, dok će FBiHPOS biti u nadležnosti Federalne uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove federacije BiH. Mreže će u skladu sa projektom dokumentacijom biti implementirane kao dva u potpunosti sinhronizovana sistema čime će kompletna teritorija BiH biti pokrivena signalima permanentnih GNSS stanica jedne od ove dvije mreže. Kontrolni centri u Banja Luci i Sarajevu će vršiti međusobnu razmjenu podataka za potreban broj GNSS stanica čime će se obezbijediti potrebna geometrijska konfiguracija svake od mreža. Korisnicima će na raspolaganju biti svi servisi koje ovakvi sistemi mogu da podrže, kao i sistem automatskog računanja koordinata za podatke koje korisnik pošalje na server odgovarajuće mreže. Realizacijom projekta „BiHPOS“ omogućiće se veliki napredak u oblasti korištenja satelitskih mjernih tehnologija u BiH, kako kod izvođenja geodetskih radova manjeg obima, a pogotovo kod realizacije geodetskih poslova većeg obima kao što je slučaj kod izgradnje infrastrukturnih objekata većeg ili manjeg značaja.

Ključne riječi: GNSS tehnologije, BiHPOS, SRPOS, FBiHPOS

1. UVOD

Projekat „BiHPOS“ je zajednički projekat institucija u Bosni i Hercegovini, podržan i finansiran od strane Evropske komisije, čiji je cilj implementacija dvije mreže GPS/GNSS permanentnih stanica u BiH: SRPOS za prostor Republike Srpske (u nadležnosti Republičke uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove Republike Srpske) i FBiHPOS za prostor Federacije BiH (u nadležnosti Federalne uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove Federacije BiH) koje će sinhronizovanim radom pokriti kompletno područje BiH servisima satelitskog pozicioniranja.

Učesnici u Projektu „BiHPOS“:

- Evropska komisija – finansijer Projekta,
- Ministarstvo civilnih poslova BiH – koordinator Projekta,
- Republička uprava za geodetske i imovinsko – pravne poslove Republike Srpske – korisnik Projekta,
- Federalna Uprava za geodetske i imovinsko – pravne poslove Federacije BiH – korisnik Projekta,
- Distrikt Brčko BiH – korisnik Projekta.

Korisnici Projekta:

- Republika Srpska - SRPOS
- Federacija BiH - FBiHPOS
- Distrikt Brčko BiH - "povlašteni" korisnik obe mreže (Distriktu Brčko BiH će biti na raspolaganju određeni broj besplatnih korisničkih naloga u obe mreže)

Za potrebe implementacije Projekta dogovorom svih učesnika formirana su tijela čiji je zadatak bio da se obezbijedi adekvatna podrška svim segmentima realizacije ovog Projekta. Tijela koja su formirana i njihove uloge u ovom Projektu su sledeći:

- Upravni odbor Projekta, koji čine rukovodeći predstavnici Ministarstva civilnih poslova BiH i entitetskih geodetskih uprava (direktori i ministar), kao i predstavnik Evropske komisije u BiH, a čiji je zadatak bio da na rukovodećem nivou donosi odluke i usmjerava Projekat,
- Koordinaciono tijelo Projekta, koji sačinjavaju eksperti Ministarstva civilnih poslova BiH, entitetskih geodetskih uprava i Distrikta Brčko BiH čiji je zadatak bio da na operativnom nivou obezbijede uslove za uspješnu imlementaciju Projekta (usaglašavanje projektne dokumentacije i tehničkih specifikacija, obezbjeđenje tehničkih uslova na terenu, nadzor nad implementacijom Projekta itd.)

Za potrebe realizacije ovog Projekta, Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove je blagovremeno izradila *Projekat mreže permanentnih stanica Republike Srpske - SRPOS*, koji je usaglašen sa kolegama iz Federalne uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove FBiH te poslužio kao osnova za definisanje tehničkih specifikacija za realizaciju Projekta BiHPOS.

2. OPŠTI PREDMET I CILJEVI PROJEKTA

Glavni cilj projekta sastoji se u uspostavljanju permanentnih referentnih sistema u nadležnosti entitetskih geodetskih uprava, koji sinhronizovano nude mogućnost globalnog pozicioniranja na celoj teritoriji Bosne i Hercegovine, s posebnim osvrtom na aplikacije iz oblasti premjera i katastra.

Uspostavljanje mreža permanentnih referentnih GNSS stanica predstavlja preduslov za precizna mjerenja i omeđavanja, što pruža nove mogućnosti kako u oblasti uspostavljanja ažurne evidencije vlasnika zemljišta, tako i eliminisanja grešaka u zemljišnim knjigama i katastarskim evidencijama.

Da bi navedeni ciljevi bili ostvareni, projekat uspostavljanja mreža permanentnih stanica u BiH je definisao sledeće opšte ciljeve:

- Obezbeđivanje servisa baziranih na GNSS mjerenjima za pozicioniranje na cijeloj teritoriji BiH u realnom vremenu sa različitim nivoima tačnosti (RTK i DGPS režim rada) i naknadnoj obradi podataka (PP režim rada).
- Pozicioniranje će biti vršeno u državnom koordinatnom sistemu i kroz upotrebu najnovije realizacije ITRF2005 referentnog okvira ili odgovarajuće novije ITRF realizacije.
- U cilju realizacije tih servisa ovaj projekat planira uspostavljanje 2 mreže od po 17 permanentnih referentnih stanica na teritoriji Republike Srpske i Federacije BiH.

Osim već navedenih, postoje mnoge primjene koje podržava resurs kao što je mreža permanentnih GNSS stanica, a naročito one kojima su neophodne pozicione ili navigacione informacije određenog kvaliteta. Glavna polja primjene i očekivane korisnike predstavljaju:

- Projekti premjera svake vrste (inženjerstvo, katastar i slično),
- Naučna i geodinamička istraživanja,
- Fotogrametrija i lasersko skeniranje,
- Hidrografija, poljoprivreda i šumarstvo,

- Službe sigurnosti i spašavanja, saobraćaj i telematika,
- Upravljanje rizicima i zaštita životne sredine,
- Statistika,
- Upravljanje javnim saobraćajem na raznim nivoima,
- Klimatska istraživanja i prognoza vremena,
- Suvozemna, vodena i vazдушna navigacija.

Postoje isto tako i ogromne koristi od mreže permanentnih GNSS stanica, posebno u domenu geodezije i premjera. Neke od njih su sledeće:

- Mreža permanentnih GNSS stanica omogućuje razvoj geodetskih metoda mjerenja raznih nivoa tačnosti, i promovise upotrebu savremene tehnologije.
- Mreža značajno poboljšava produktivnost i ubrzava radove u geodeziji i kartografiji.
- Mreža takođe ima izraziti ekonomski aspekt. Ona redukuje troškove jer definiše jedinstveni i homogeni referentni okvir. Stabilizacija velikog broja geodetskih tačaka, povezivanje sa postojećim geodetskim mrežama i testiranje stabilnosti geodetskih biljega više nisu potrebni u tolikoj mjeri.
- Mreža ima i određenu socijalnu dimenziju jer pomaže u obrazovanju, obuci, razmjeni stručnjaka, i formiranju različitih radnih grupa i asocijacija.

Uspostavljanje mreža permanentnih GNSS stanica osim toga proširuje razvoj nauke kroz:

- upotrebu jedinstvenog međunarodnog referentnog sistema,
- definiciju preciznih satelitskih orbita,
- uvođenje zajedničkih standarda u geodeziji, geodinamici i astronomiji.

3. PROJEKTNO RJEŠENJE - IMPLEMENTACIJA PROJEKTA

Uzimajući u obzir nadležnosti u oblasti službene geodezije u BiH, usaglašenim projektnim rješenjem je definisana implementacija dvije mreže permanentnih GNSS stanica:

- SRPOS - za područje Republike Srpske, u nadležnosti Republičke uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove i
- FBiHPOS - za područje Federacije BiH, u nadležnosti Federalne uprave za geodetske i imovinsko-pravne poslove Federacije BiH

U postupku definisanja projektnog rješenja, uvažavajući sa jedne strane stvarnu nadležnost u oblasti službene geodezije na području Brčko Distrikta BiH, a sa druge strane činjenicu da je nemoguće i tehnički i stručno neopravdano da se za područje Brčko Distrikta BiH definiše posebna mreža permanentnih GNSS

stanica, dogovoreno je da se za potrebe nadležne institucije u Distriktu od strane obe mreže (SRPOS i FBiHPOS) obezbijedi potreban broj besplatnih korisničkih naloga.

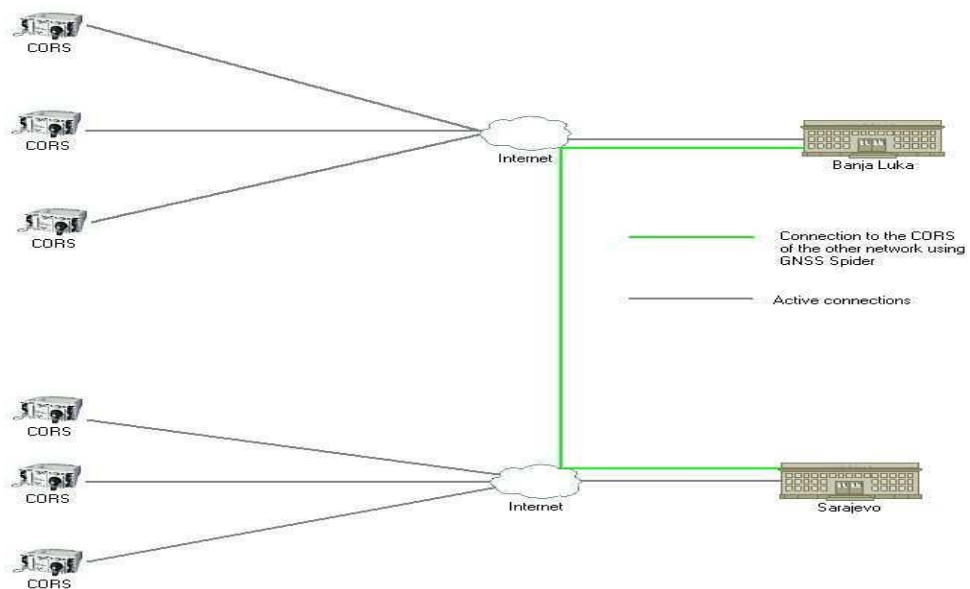
3.1. Arhitektura sistema

Osnovni elementi koji karakterišu arhitekturu kompletnog projekta su sledeći:

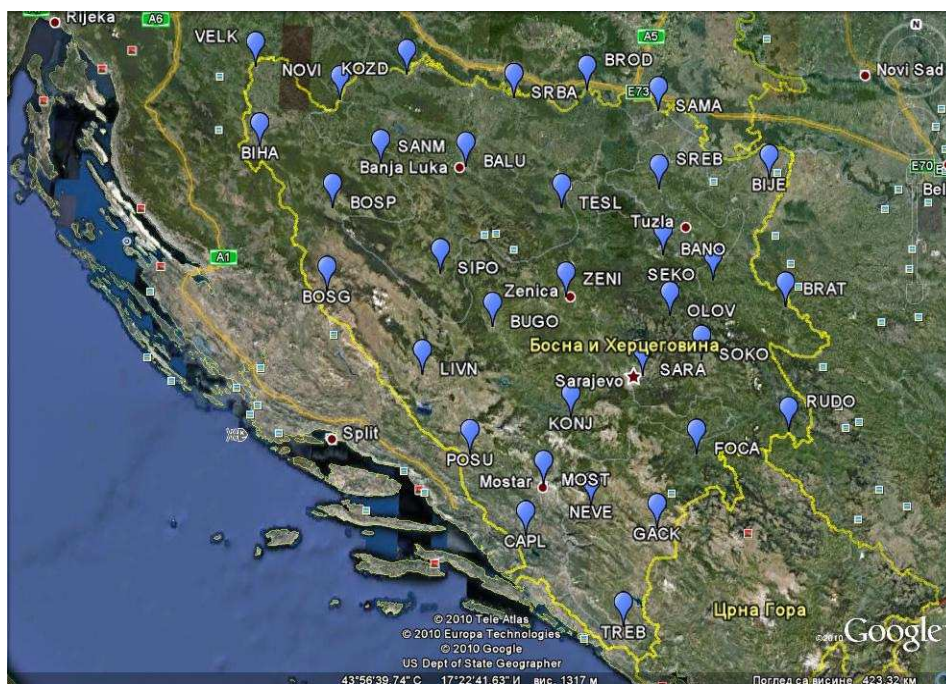
- Mreža SRPOS
 - 17 permanentnih GNSS stanica,
 - Kontrolni centar u Banja Luci,
 - Nadležnost (Administrator) - Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove
- Mreža FBiHPOS sa 17 permanentnih GNSS stanica,
 - 17 permanentnih GNSS stanica,
 - Kontrolni centar u Sarajevu,
 - Nadležnost (Administrator) - Federalna uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove Federacije BiH
- Usklađen raspored stanica duž međuentitetske linije razgraničenja, čime je izbjegnuta mogućnost postavljanja međusobno bliskih stanica,
- Razmjena podataka između dvije mreže - mreže međusobno razmjenjuju podatke za po 8 stanica, čime je obezbijedena adekvatna geometrija za obe mreže

Tabela 1. Pregled stanica SRPOS i FBiHPOS

SRPOS		FBiHPOS	
RB	Lokacija	RB	Lokacija
1	Banja Luka (BALU)	1	Banovici (BANO)
2	Bijeljina (BIJE)	2	Bihac (BIHA)
3	Bratunac (BRAT)	3	Bosansko Grahovo (BOSG)
4	Brod (BROD)	4	Bos Petrovac (BOSP)
5	Foca (FOCA)	5	Bugojno (BUGO)
6	Gacko (GACK)	6	Capljina (CAPL)
7	Kozarska Dubica (KOZD)	7	Konjic (KONJ)
8	Nevesinje (NEVE)	8	Livno (LIVN)
9	Novi Grad (NOVI)	9	Mostar (MOST)
10	Rudo (RUDO)	10	Olovo (OLOV)
11	Samac (SAMA)	11	Posusje (POSU)
12	Sekovici (SEKO)	12	Sanski Most (SANM)
13	Sipovo (SIPO)	13	SARAJEVO (SARA)
14	Sokolac (SOKO)	14	Srebrenik (SREB)
15	Srbac (SRBA)	15	Velika Kladusa (VELK)
16	Teslic (TESL)	16	Zavidovici (ZAVI)
17	Trebinje (TREB)	17	Zenica (ZENI)



Slika 1. Arhitektura SRPOS i FBiHPOS



Slika 2. Karta rasporeda stanica SRPOS i FBiHPOS

3.2. Korisnički servisi

Korisnicima bilo koje od dvije mreže permanentnih GNSS stanica u BiH će biti na raspolaganju sledeći servisi:

- DSP (DGNSS) – diferencijalni servis pozicioniranja u realnom vremenu - Tačnost 1-3 m
- VPSP (PDGNSS) – visoko precizni servis pozicioniranja u realnom vremenu - Tačnost 1-2 cm
- GPSP – geodetski precizni servis pozicioniranja u bliskom realnom vremenu i postprocessing - Tačnost 1 cm
- Automatic Coordinates Computation Service

Pored prva tri servisa koji su standardni servisi koje nude ovakvi sistemi, posebno bih naglasio servis za automatsku obradu podataka (Automatic Coordinates Computation Service) koje korisnik pošalje (upload) kontrolnom centru. Ovaj servis će sa jedne strane da omogući korisnicima koji ne posjeduju softvere za postprocessing ili nemaju adekvatna znanja za naknadnu obradu statičkih mjerenja da svoja mjerenja pošalju na server mreže nakon čega im servis vraća obrađene podatke sa koordinatama i izvještajem o izvršenom računanju. Sa druge strane, nadležne geodatske uprave će imati na raspolaganju adekvatnu informaciju o postupku i kvalitetu izvršenih mjerenja.

3.3. Tehničke specifikacije implementirane opreme i softvera

Oprema i softver koji su implementirani u sklopu ovog Projekta su:

Prijemnici Leica GRX 1200 + GNSS, sledećih karakteristika:

- 120 channels
- L1/L2/L5 GPS
- L1/L2 GLONASS
- E1/E5a/ E5b/ Alt-BOC - Galileo
- Compass
- 4 SBA

Antena Leica AR25, sledećih karakteristika:

- Design Dorne-Margolin antenna element with 3D choke ring ground plane
- Signals tracked GPS: L1, L2, L2c, L5
- GLONASS: L1, L2, L3
- Galileo: E2-L1-E1, E5a, E5b, E6, AltBOC
- Compass: B1, B2, B3, L5
- L-Band (incl. SBAS, OmniSTAR and CDGPS)

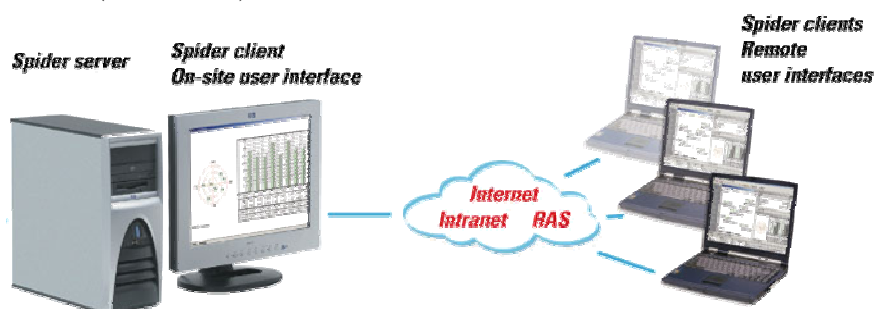


Slika 3. Prijemnik Leica GRX 1200 + GNSS



Slika 4. Antena Leica AR25

Implementirano softversko rješenje u kontrolnim centrima je **Leica GNSS Spider**. Softver je u potpunosti web orijentisan i omogućava daljinski pristup u bilo kom trenutku putem Interneta, LAN ili RAS konekcije, takođe je moguć simultan pristup više korisnika. Zaštita pristupa je obezbijedena primjenom odgovarajućih korisničkih naloga (samo Administrator može da mijenja konfiguraciju), kao i drugim tehnologijama koje se koriste kod zaštite web servisa (firewall isl.).



Slika 5. Leica GNSS Spider - Arhitektura

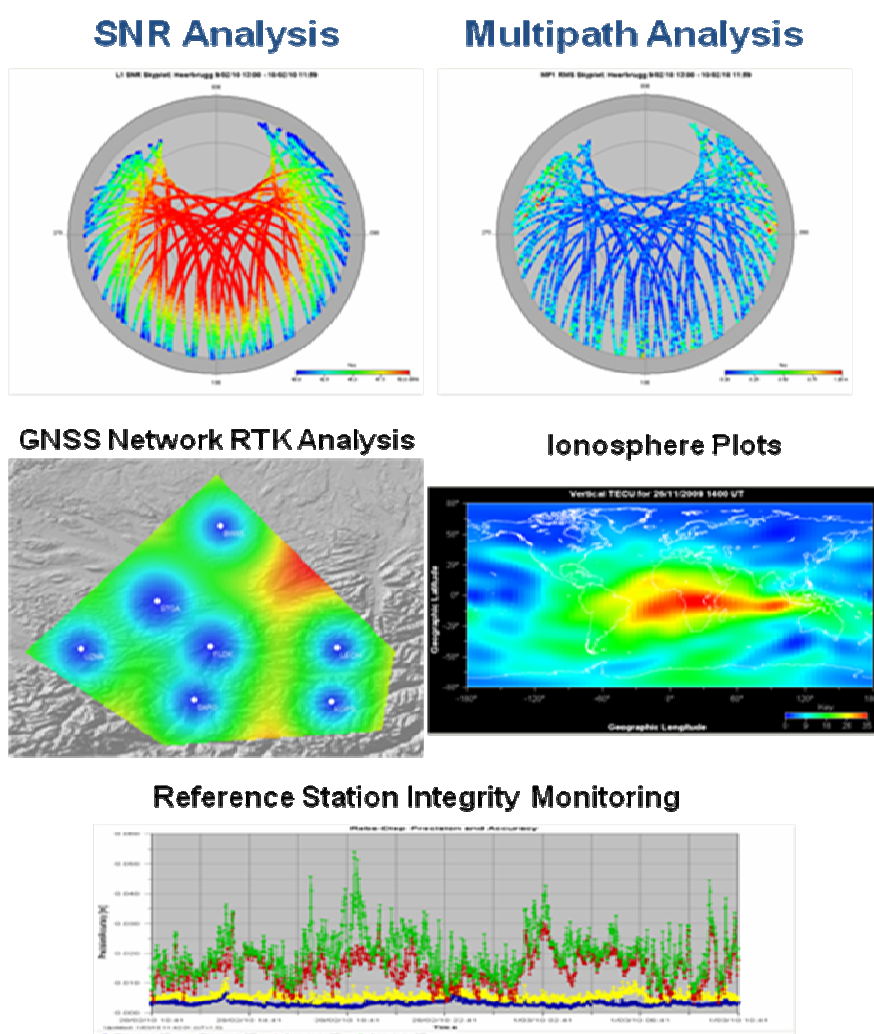
Osnovne funkcionalnosti softvera su:

- Lako podešavanje (konfigurisanje) GNSS stanica
- Automatski monitoring rada stanica i prenosa podataka
- Podešavanje GNSS Raw (sirovi podaci) i RINEX podataka
- Računanje koordinata stanica u realnom vremenu
- Procesiranje GNSS mrežnih korekcija u realnom vremenu
- Generisanje i distribucija standardnih i mrežnih RTK korekcija u različitim formatima
- Podešavanje i praćenje korisničkih naloga, generisanje izvještaja za računovodstvo i naplatu itd.

Kontrola kvaliteta i monitoring rada mreže se vrši putem modula **Leica SiderQC - Quality Check**.

Quality Check omogućava analizu i prezentaciju različitih GNSS podataka. Analize omogućavaju:

- detaljnu evaluaciju sajta - stanice,
- testiranje performansi risivera i
- procjenu multipath-a, odnosno, kontrolu integriteta permanentnih stanica.



Slika 6. Leica SiderQC

Pored kontrole integriteta mreža putem modula **Leica SiderQC**, od strane kompanije **Leica Geosystems** je obezbijeden i nezavisni monitoring stabilnosti stanica - **Cross check** koji će se odvijati nezavisno od oba kontrolna centra i provjeravati stabilnost obe mreže.

Osnovne karakteristike ovog monitoringa su sledeće:

- Monitoring će biti potpuno nezavisan i automatizovan proces
- Obavljaće se u post-processing modu na bazi 24 časovnih sesija
- Post-processing će se vršiti korištenjem naučnih softverskih paketa (Bernese)
- Grafičke vremenske serije 3D koordinata i zenitnih troposferskih kašnjenja će biti raspoložive kao rezultat procesiranja, kao i brzine stanica
- Rezultati monitoringa će biti prikazani na web serveru sa ograničenim pristupom za administratora mreže

Projekat je u potpunosti implementiran u svim njegovim segmentima.

4. ODREĐIVANJE KOORDINATA STANICA

Računanje koordinata za 34 stanice na području BiH izvršio je “Institut Géographique National” (IGN France) na osnovu 16-dnevnog seta GNSS mjerenja.

Koordinate su sračunate u standardnom internacionalnom referentnom okviru (ITRF2008 / IGS08). Takođe je izvršena transformacija ovih koordinata u ETRF2000 i u ITRF2005 ep. 2005.0.

Za potrebe ovog računanja korišten je naučni GNSS softver Bernese v5.0.

4.1. Obrada podataka

RINEX podaci koji su korišteni u obradi se odnose na 16-dnevna opažanja, sa epohom opažanja 30 sekundi, za 34 stanice, GPS C1/L1/P2/L2 mjerenja u periodu od 15.04. do 30.04.2011. godine (105 do 120 julijanski dan).

Navigacioni RINEX fajlovi nisu korišteni u obradi, obzirom da su za ove potrebe korištene IGS precizne efemeride.

Podaci sa stanica sadrže u zaglavljima RINEX datoteka sledeće informacije:

- Tip antene je LEIAR25.R4
- Riciveri - LEICA GRX1200+GNSS type
- Sve visine antena su nula (0.00)

Sva mjerenja i podaci o orbitama satelita, parametrima rotacije Zemlje su preuzeti sa IGS Global Data Center u IGN.

Podaci sa IGS stanica

Na karti su prikazane IGS Reference Frame (RF) stanice u poluprečniku 1000 km od BiH koje su korištene pri obradi podataka. IGS Reference Frame (RF) stanice su podskup IGS stanica koje su odabrane od strane IGS Reference Frame Working Group za potrebe realizacije International Terrestrial Reference Frame (ITRF).



Slika 7. Pregled korištenih IGS stanica

Rezultati obrade podataka su veoma zadovoljavajući i pokazuju visoku tačnost određivanja kordinata svake od stanica (E RMS \leq 1.5mm, N RMS \leq 1.6mm, U RMS \leq 3.5mm).

IAG Potkomisija za Evropski Referentni Okvir (EUREF) preporučila je da Evropski Referentni Okvir koincidira sa ITRS u epohi 1989.0 i da bude fiksiran za stabilni dio Evroazijske ploče. Taj okvir je nazvan European Terrestrial Reference System 89 (ETRS89).

ETRS89 može biti realizovan na više načina, a posebno koristeći ITRS realizaciju. Za svaki okvir nazvan ITRFyy odgovarajući okvir u ETRS89 može biti sračunat i nazvan ETRFyy. EUREF tehnička radna grupa je preporučila da se ETRF2000 koristi kao konvencionalni okvir za ETRS89 sistem.

Uzimajući navedene činjenice u obzir odlučeno je da se kao konačne koordinate, odnosno one koje će biti korištene u režimu eksploatacije mreža SRPOS i FBiHPOS, usvoje koordinate određene u sistemu ETRF2000 ep. 2011.307, odnosno koordinate u sistemu ETRS89.

5. ZAKLJUČAK

Izvjesno je da će biti potrebno da prođe određeni vremenski period u kome će i korisnici i nadležne institucije koje administriraju mreže SRPOS i FBiHPOS morati da ulože napor da svako sa svoje strane obezbijedi uslove koji su neophodni da bi se ove mreže koristile što efikasnije. U tom smislu će biti neophodno da geodetske uprave sa svoje strane obezbijede:

- popularizaciju GNSS servisa
- standardizaciju formalnih procedura za korištenje servisa (edukacija i informisanje korisnika, prijavljivanje korisnika na servise itd.),
- stručni kadar za administraciju servisa

Sa druge strane budući korisnici servisa SRPOS i FBiHPOS, pored toga što mnogi od njih već duže vrijeme imaju značajna iskustva sa primjenom GNSS tehnologija u geodeziji, će morati da obezbijede adekvatnu geodetsku opremu kao i da se edukuju kako bi koristili raspoložive GNSS servise.

Obzirom da je stav geodetskih uprava da naknade za korištenje servisa SRPOS i FBiHPOS budu pogotovo u prvo vrijeme simbolične, a moje je mišljenje da ove naknade generalno treba da budu popularne u smislu da se ovi servisi što više koriste, očekuje se da će veliki broj potencijalnih korisnika prepoznati prednosti ovih servisa te od potencijalnih postati korisnici SRPOS ili FBiHPOS.

Realizacijom Projekta BiHPOS, Bosna i Hercegovina se svrstala u red zemalja koje su implementirale GNSS servise, čime je dat veliki doprinos u oblastima geodetske djelatnosti i geoinformacionih tehnologija u BiH.

LITERATURA

Blagojević, D. (2009): *Projekat mreže permanentnih stanica Republike Srpske - SRPOS*, Republička uprava za geodetske i imovinsko-pravne poslove, Banja Luka.

Institut Géographique National (2011): *Bosnia Continuously Operating Reference Stations Coordinates Computation Report*, Institut Géographique National, Paris

PROJECT "BIHPOS" - ESTABLISHING A NETWORKS OF CONTINUOUSLY OPERATING REFERENCE STATIONS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Abstract. *In the first half of 2011. the Bosnia and Herzegovina will be among the countries that have adopted the technology of permanent GNSS stations. The Project "BiHPOS" which is financed by the European Union pre-accession funds (IPA projects) for the space of Bosnia and Herzegovina will establish two networks of GNSS permanent stations - SRPOS for the Republic of Srpska and FBiHPOS for the Federation of BiH. SRPOS network will operate under the jurisdiction of the Republic Administration for Geodetic and Property Affairs of the Republic of Srpska, while the FBiHPOS will be in the responsibility of the Federal Administration for Geodetic and Property Affairs of the Federation BiH. In accordance with project documentation, networks will be implemented as two fully synchronized systems, which will cover the whole territory of BiH. Control centers in Banja Luka and Sarajevo will carry out exchange of information for the required number of GNSS stations which will provide the necessary geometric configuration of each network. Users will also have access to all services that these systems can support, as well as an automatic calculation of coordinates for the data that users send to the appropriate network server. Project "BiHPOS" will enable the major advance in the use of satellite measurement technology in BiH, as in the derivation of small-scale geodetic work, especially in the realization of large scale geodetic work as is the case in the construction of infrastructure facilities greater or lesser importance.*

Key words: *GNSS technology, BiHPOS, SRPOS, FBiHPOS*