

UDK 528.236:528.083
Stručni rad

REFERENTNA STANICA U OHRIDU KAO DIO EVROPSKE PERMANENTNE MREŽE (EPN)

REFERENT STATION IN OHRID AS THE PART OF EUROPIAN PERMANENT NETWORK (EPN)

Zlatko Bogdanovski, Zlatko Srbinoski

SAŽETAK

Permanentna GNSS stanica u Ohridu je jedna od 244 stanica Evropske permanentne mreže. Republika Makedonija prateći savremene tokove uključila je ovu tačku u 2000. godini u EUREF permanentnu mrežu. Kvalitet ove stanice je dokazan i samim tim što spada u klasu A permanentnih stanica Evropske Permanentne Mreže sa tačnošću koordinata u ETRS89 sistemu od 1 cm u svim epohama i intenzitetu vektora pomjeranja od 1 mm godišnje.

Ključne riječi: *GNSS, GPS, EUREF, EPN, permanentna stanica.*

ABSTRACT

Permanent GNSS station in Ohrid is one of 244 stations from European Permanent Network. Republic of Macedonia in July 2000 follows modern trends and included this point in EUREF permanent network. The quality of this station has been proven because the station belongs to A class of Permanent stations from EPN with accuracy of 1 cm in ETRS89 in all epochs and intensity of velocities of 1 mm per year.

Key words: *GNSS, GPS, EUREF, EPN, permanent station.*

1. UVOD

U drugoj polovini osamdesetih godina prošlog vijeka dolazi do realizacije ideje za uspostavljanje Evropske referentne mreže permanentnih GPS stanica. Ova ideja proizilazi iz potrebe za uspostavljanje jedinstvenog evropskog referentnog okvira i realizacije evropskog referentnog sistema. Kao rezultat ove ideje, na teritoriji Republike Makedonije, u Ohridu je mjesecu u julu 2000. godine uspostavljena GPS stanica kao dio Evropske permanentne mreže (EPN).

Uspostavljanje ove EPN permanentne stanice urađeno je u skladu sa standardima i uputstvima propisanim od strane Međunarodne geodetske asocijacije (engl. International Association of Geodesy).

Jedna od osnovnih komponenti u razvoju i upotrebi GNSS (Global Navigation Satellite System) tehnologije svakako predstavlja razvoj aktivnih referentnih mreža. Danas, permanentne (aktivne) referentne mreže uspostavljene na teritorijama evropskih zemalja, pored uloge u definisanju i kontroli novih državnih referentnih sistema, imaju veliku ulogu u uniformnoj ponudi usluga pristupačnih za veliki broj i različite vrste korisnika (Srbinoski, 2004).

2. PREPORUKE I STANDARDI ZA USPOSTAVLJANJE REFERENTNE STANICE KAO DIJELA EPN

U maju 1995. godine preporuke Međunarodne geodetske asocijacije (IAG), pretočene su u dokumentu W. Gurtnera iz Astronomskog instituta Univerziteta u Bernu. Ovaj dokument u osnovi predstavlja pravilnik o načinu i uslovima koje i kakve permanentne stanice mogu biti dio EUREF aktivne mreže.

Potreba uvođenja ovakvog tipa uslova i standarda ukazuje na ozbiljnost pri uspostavljanju Evropske permanentne mreže. Visoke standarde, pored ozbiljnosti, karakteriše i jednoznačnost podataka koji nudi EPN, a s tim doprinosi stabilnosti i multifunkcionalnosti sistema. Veliki dio standarda i preporuka u oblasti geodinamičkih praćenja preuzeti su od IGS-a (u početku *International GPS Service*, kasnije *International GNSS Service*).

Preporuke i standardi Međunarodne geodetske asocijacije (IAG) za uspostavljanje GPS referentnih stanica mogu se podijeliti u nekoliko grupa:

- preporuke vezane za lokacije na terenu i način stabilizacije tačaka na kojima bi se izvodila 24-satna GPS mjerenja 365 dana u godini,
- uslovi koje treba zadovoljiti sama mjerna tehnologija instalirana u permanentnim stanicama,
- preporuke za pripremu, arhiviranje i razmjenu sirovih (engl. raw) podataka iz aktivne stanice, kao i
- preporuke za uniformnost podataka i neograničen pristup njima.

2.1 Preporuke vezane za lokacijama na terenu i način stabilizacije tačaka na kojima bi se izvodila GPS/GNSS mjerenja

U ovom djelu uglavnom su preuzete preporuke Međunarodnog GPS/GNSS servisa (IGS) za uspostavljanje i stabilizaciju tačaka koje će biti korištene za GPS/GNSS mjerenja. Naime, tu se navodi da se tačke postavljaju na mjestima na kojima neće biti ometanja GPS/GNSS signala (s otvorenim prostorom ka nebu), te na stabilnom i čvrstom položaju. Stabilizacija tačaka trebalo bi da bude u saglasnosti sa standardnim stabilizacijama geodetskih tačaka viših redova sa ciljem ispunjavanja uslova konzistentnosti, trajnosti i dugoročnog korištenja. Jedan od važnijih uslova u procesu postavljanja tačaka svakako treba da bude i relativno jednostavan pristup njima.

Što se tiče prijema signala, trebala bi biti eliminisana pojava multipath efekta i miješanja drugih izvora signala kao što su radarski sistemi i sl.

Takođe se preporučuje (ali nije obavezno) da se pri izboru lokacije trebaju imati u vidu mjesta na kojima se izvode mjerenja drugih fizičkih fenomena kao što su meteorološke stanice i sl.

2.2 Preporuke vezane za tehničke karakteristike mjerne GPS/GNSS tehnologije

Imajući u vidu činjenicu da se GPS mjerna tehnologija sastoji od više komponenata, u dokumentu g-dina W. Gurtnera posebno se daju preporuke o karakteristikama i kvalitetu komponenata sa ciljem formiranja jednog kompaktnog sistema.

Tako na primjer, naznačeno je da GPS/GNSS prijemnik mora biti osposobljen za:

- samostalni prijem dviju frekvencija GPS/GNSS signala,
- mogućnost prijema signala sa 8 satelita,
- registracija mjerenja svakih 30 sekundi,
- sat prijemnika treba biti sinhronizovan sa GPS/GNSS vremenom do jedne milisekunde. Ukoliko se arhiviranje podataka izvodi u realnom vremenu na eksternom uređaju (personalni kompjuter), onda se treba izvršiti i sinhronizacija tog uređaja (URL 1).

Kada je riječ o anteni kao drugoj neizbježnoj komponenti GPS/GNSS mjerne tehnologije, proizvođač treba garantovati orijentaciju antene, a trebalo bi da su poznate i varijacije faznog centra u zavisnosti od elevacije i azimuta satelita.

2.3 Priprema i format podataka

Podaci bi se trebali formirati na bazi dnevnih (24 satnih) opservacija, konvertovanih u RINEX formatu. Dnevne opservacije bi trebale sadržavati mjerenja od 00:00:00 do 23:59:30 sati po GPS vremenu.

Dokument sa mjerenjima treba sadržavati informacije o permanentnoj stanici i informacije o prijemniku i anteni (visinu antene i sl.).

Dokument s navigacijskom porukom treba sadržavati podatke o vremenu i satelitskim efemeridama za period od 00:00 do 23:59 po GPS vremenu u konkretnoj opservaciji.

Sve aktivnosti oko pripreme, arhiviranja i slanja podataka operativnom centru trebaju se generisati automatski (URL 1).

3. PRIPREME ZA USPOSTAVLJENJE PERMANENTNE STANICE U OHRIDU

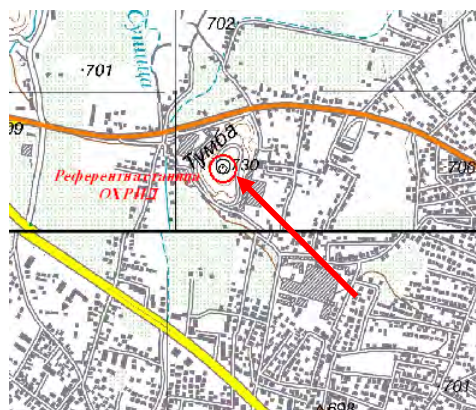
Obzirom na ranije spomenute preporuke i standarde za uspostavljanje permanentne (aktivne) stanice, u periodu od 1996. do 2000. godine u Republici Makedoniji od strane tadašnje Republičke geodetske uprave izveden je veći broj aktivnosti sa krajnjim ciljem uspostavljanja aktivne GPS tačke koja bi bila uključena u evropsku mrežu permanentnih stanica.

Uspješno sprovedena GPS kampanja *EUREF MAK 96*, zatim sprovedene ovakve ili slične kampanje u većem broju balkanskih država, inicirale su razmišljanje za uključenje naše države u tadašnje moderne i napredne naučne tokove (Vučkov, 2007). Uspostavljanje jedinstvene referentne aktivne mreže u tom je periodu bio imperativ za veći broj država.

Stručni tim tadašnje Republičke geodetske uprave R. Makedonije u saradnji sa prof. Altinerom i prof. Segerom iz njemačkog Instituta za kartografiju i geodeziju (BKG - Bundesamt fuer Kartographie und Geodaesie), sprovodili su terenska ispitivanja za izbor lokacije pogodne za uspostavljanje referentne GPS stanice. (Stojanovska, 2010). Zbog kvalitetnih rezultata u vezi stabilnosti terena, odgovarajućeg geološkog sastava zemljišta, kao i otvorenosti ka nebu, izabrano je mjesto zvano „Tumba” u neposrednoj blizini grada Ohrida. Lokacija se nalazi sa desne strane magistralnog puta Kičevo-Ohrid i ima geografske koordinate:

$$\varphi = 41^{\circ}07'38.35''N \quad \lambda = 20^{\circ}47'38.55''E$$

Položaj odabranog mjesta za referentnu stanicu u Ohridu prikazan je na topografskoj karti (slika 1) i na ortofoto planu (slika 2).



Slika 1: Položaj referentne stanice u Ohridu na TK25



Slika 2: Položaj referentne stanice u Ohridu na ortofoto planu

Na EUREF simpozijumu održanog 10-13.06.1998. godine u Njemačkoj, donijeta je odluka za uspostavljanje aktivne GPS stanice u Republici Makedoniji u saradnji sa BKG-om. (Stojanovska, 2010).

Pripremni radovi za uspostavljanje stanice bili su zaduženje Republičke geodetske uprave (RGU), a donacija i instalacija odgovarajuće opreme bio je zadatak stručnog tima iz BKG-a.

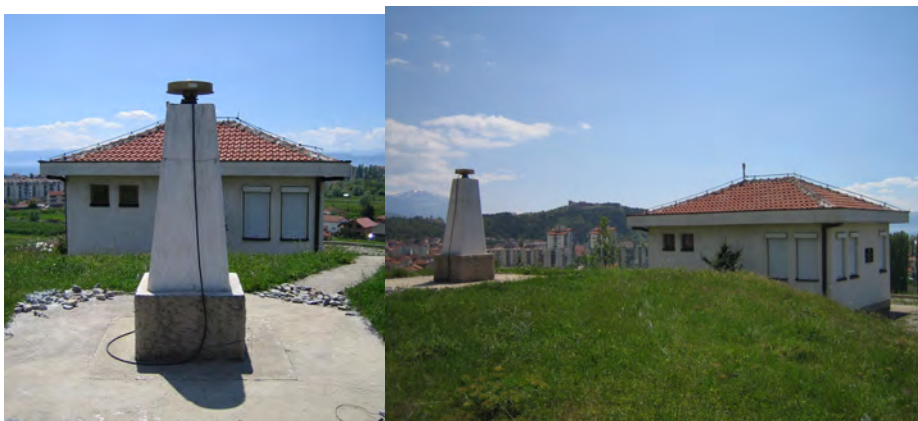
Objе strane su bile zadužene da poštuju uputstva i standarde za uspostavljanje aktivne pojedinačne GPS stanice.

Poštujući standarde, u skladu sa obavezama iz dogovora sa Institutom, RGU je pristupila pripremi za izradu osnovnog arhitektonskog projekta za objekat „Permanentna GPS stanica“.

Sa tim ciljem podnesen je zahtjev građevinskom preduzeću „GRANIT“ za izradu projekta. Uz zahtjev je dostavljen i detaljni opis sa sadržajem Projekta kao i rok izrade.

U tom vremenu koncept projekta „*Permanentna GPS stanica*“ sastojao se iz izgradnje dva objekta, prizemne zgrade i geodetskog stuba u neposrednoj blizini zgrade. U zgradi je trebala biti smještena cjelokupna potrebna oprema, a stub je trebao materijalizovati tačku na kojoj bi bila postavljena GPS antena.

Projekat sa kompletnim sadržajem i grafičkim priložima za arhitekturu, statiku, elektro instalacije, vodovod i kanalizaciju izrađen je u julu 1998. godine. Nakon završetka projekta pristupilo se izgradnji objekta i samog stuba referentne stanice (slika 3a i 3b).



Slika 3a i 3b: Objekat i stub referentne stanice u Ohridu (URL 2)

Kako što se može vidjeti sa slika, tačka je postavljena u neposrednoj blizini objekta i stabilizovana je armirano-betonskim stubom visine 2 m, fundiranim na dubini od 0,8 m, a sam marker je vijak na kome je izvršeno prisilno centrisanje GPS/GNSS antene.

Od tada, referentna stanica radi kao pojedinačna stanica (single point). Podaci njene aktivnosti korišteni su od strane BKG-a za naučne svrhe, a 20.07.2000. godine aktivna GPS tačka u Ohridu oficijalno postaje dio EUREF aktivne mreže.

4. AKTIVNA STANICA U OHRIDU KAO TAČKA EPN MREŽE

Aktivna stanica koja se nalazi u Ohridu je jedna od 244 aktivne referentne stanice koje formiraju Evropsku aktivnu mrežu – EPN.

U EPN mrežu, stanica je uključena u julu 2000. godine, tačnije 1073 GPS sedmice pod njenim *ID* imenom *ORID* sa *IERS DOMES* broj *15601M001*.

Oprema koja je bila instalirana i sačinjavala u to vrijeme aktivnu referentnu stanicu *ORID* sastojala se od prijemnika *ASHTECH Z-XII3* serijskog broja *LP03171* i antene *ASH700936E SNOW* sa serijskog broja *CR16008*. Povezivanje antene sa prijemnikom bilo je izvedeno koaksijalnim kablom dužine 22 m.

Pored ove GPS opreme instalirana je i oprema za meteorološku stanicu, a bila je sastavljena iz sljedećih komponenti:

- senzora za mjerenje vlažnosti i temperature vazduha tipa MP408-T4-W4W, serijskog broja 21206 002 i
- senzora za mjerenje vazdušnog pritiska tipa APS 9215, serijskog broja 05373401A.



Slika 4: Referentna stanica ORID sa okruženjem ostalih EPN stanica (URL 5)

Više puta u periodu 2000-2008 godine dolazi do promjene tipa prijemnika, a samim tim i tipa antena, zbog poboljšanja sistema uopšte.

Sve ove informacije oko prijemnika i antena, kao i informacije oko instalacije i deinstalacije *firmware* verzije, zapisane su u takozvanom „Log file“-u. Ovakav dokument postoji za svaku EPN stanicu u bazi EUREF-a. Osim toga, u bazi su sadržane i fotografije stanice, približne koordinate u ITRF (X, Y, Z) itd.

21.01.2008. godine izvršena je zamjena tadašnjeg prijemnika AOA SNR-8000 ACT serijskog broja T398U, s prijemnikom *LEICA GRX1200GGPRO* serijskog broja 355361, koji je još uvijek u upotrebi (slika 5a).

Zajedno sa prijemnikom, postavljena je i antena tipa *LEIAT504GG* (slika 5b). Ova antena posjeduje individualnu apsolutnu kalibraciju urađenu u njemačkoj kompaniji „Geo++“ 16.04.2008. godine.



Slika 5a i 5b: Prijemnik Leica GRX1200 GG PRO i GNSS antena LEIAT504GG (URL 2 i URL 3)

Trenutno, oprema koja je postavljena na aktivnoj referentnoj stanici u Ohridu je i sastavni dio MAKedonskog POZicionog Sistema – MAKPOS-a (Bogdanovski, 2008).

4.1 Tehničke karakteristike GNSS opreme instalirane na referentnoj stanici ORID

4.1.1 Karakteristike prijemnika Leica GRX1200 GG PRO

Osnovne karakteristike prijemnika *Leica GRX1200 GG PRO* su direktno povezane sa mogućnošću prihvatanja signala sa GLONASS satelita i prihvatanja GPS L2C signala. Naime, to je 72-kanalni prijemnik na kome su predviđena po 14 kanala za L1 i L2 iz GPS sistema, zatim po 12 kanala za L1 i L2 iz GLONASS sistema, kako i 2 kanala za SBAS (*Leica GRX1200 Series, Technical Data 2008*).

Instrument *Leica GRX1200 GG PRO* je jako kvalitetan u pogledu usaglašavanja GPS vremena u okviru 10 nanosekundi i opcije izlazne vrijednosti šuma signala u L2B mjernim podacima s tačnošću od 20 Hz. Vrijeme koje je potrebno da prođe od uključanja do početka mjerenja je obično 30 sekundi.

Tačnost mjerenja i tačnost pozicioniranja je isto kao i kod svih ostalih instrumenata (prijemnika), a najčešće zavisi od broja satelita i njihove geometrije, zatim od dužine vremena opservacije, tačnosti efemerida, stanja jonosfere, multipath efekta i sl. (Bogdanovski, 2008).

Sa ovim instrumentom, kod izvođenja mjerenja dugih baznih linija, sa dugim vremenskim periodom opservacije, u statičkom modu i upotrebom *choke ring* antene, može se postići horizontalna tačnost od 3mm+0,5 ppm i vertikalna tačnost od 6mm+0,5 ppm.

4.1.2 Karakteristike antene LEICA AT504 GG

Antena LEICA AT 504 GG je IGS Choke Ring antena projektovana u NASA-i i proizvedena po visokim standardima Leice. Važna karakteristika ovog tipa antene je posjedovanje superiorne performanse u odnosu eliminisanja multipath efekta i obezbjeđuje stabilnost faznog centra manje od 1mm.

Choke ring antene predstavljaju obavezni standard za aktivne mreže svugdje u svijetu. Zajedno s antenom dolazi i "zaštitna kapa" zbog zaštite od vanjskih uticaja. Težina antene iznosi 4,3 kg, a dimenzije su: prečnik 380 mm i visina 140 mm.

4.2 Dopunska oprema postavljena u GPS prostoriji u zgradi referentne EPN tačke ORID

Sistem aktivne stanice ne bi bio kompletan ukoliko ne sadrži i komunikacijske, meteorološke, a svakako i jedinice za neprekidno snabdijevanje električnom energijom. Sve ove komponente imaju svoju ulogu u održavanju sistema u mobilnom i aktivnom stanju. U komunikacijskom ormaru nalaze se: *switch, Lan Router, Teleswich, e- Power Swtich, UPS (uninterrupted power supply unit)*, meteorološki sistem sa kontrolnom jedinicom, kao i GNSS prijemnik (slika 6a i 6b).



Slika 6a i 6b: Komunikacijske komponente aktivne referentne stanice ORID (URL 2)

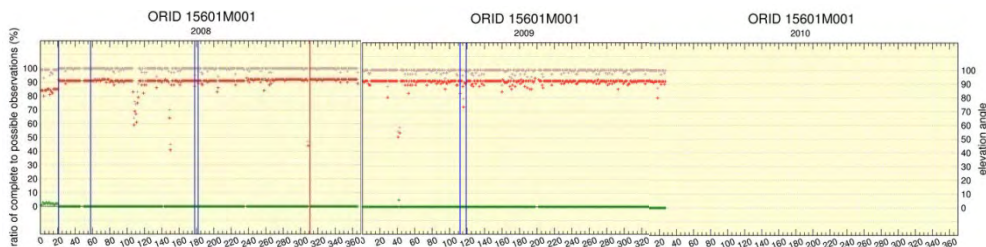
5. PROTOK I RAZMJENA PODATAKA U OKVIRU EUREF MREŽE

Sve EPN GNSS aktivne stanice prosljeđuju podatke analitičkom i operativnom centru koristeći *NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)*. Taj protokol, osim RTCM može prosljediti i bilo koji drugi tip GNSS podataka korisnicima, bilo da su stacionarni ili su u pokretu (Tasevski, 2009). Korištenje TCP/IP protokola omogućava podršku mobilnog bežičnog internet pristupa preko GSM-a ili GPRS komunikacije.

U operativnim centrima (OC) EPN-a, preko NTRIP protokola prosljeđuju se sirovi (raw) podaci koje se arhiviraju, a zatim i transformišu u RINEX format. U tim centrima se izvodi i kontrola kvaliteta podataka softverom *Unavco TEQC*. Ovi se podaci komprimiraju u format *Hatanaka* i šalju se primarnim i sekundarnim centrima (engl. *DC-data center*) za prikupljanje i arhiviranje podataka .

Podaci iz referentne stanice *ORID* šalju se *BKG-u* i *OLG-u* (Austrijska Akademija nauka), tačnije Institutu za istraživanje kosmosa. Jednosatni podaci sa referentne stanice (engl. *hourly data file*) prosljeđuju se u operativne centre 2 minuta poslije generisanja, a jednodnevni podaci (engl. *daily data file*) spremni su u 0:45 UT za prošli dan opservacije.

Na sljedećoj slici je prikazan odnos između mogućih i realizovanih opservacija za EPN stanicu u Ohridu od 2008. godine do početka 2010. godine.



Slika 7: Odnos između mogućih i realizovanih opservacija (Stojanovska, 2010)

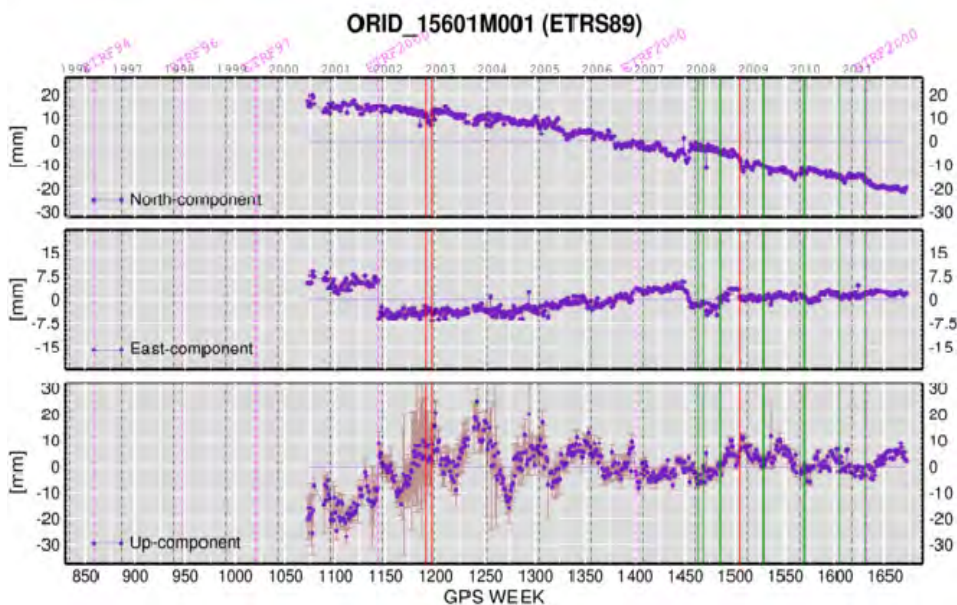
Crvenom bojom su predstavljene opservacije sa elevacionom maskom od 0° , dok su ljubičastom bojom predstavljene opservacije sa elevacionom maskom od 15° . Jedan iz osnovnih zahtjeva EUREF-a je da sve EPN stanice realizuju 100% opservacija sa elevacionom maskom od 15° . Zelenom bojom su prikazana nekvalitetna mjerenja koja su softverski odbačena. Vertikalne plave i crvene linije označavaju trenutak promjene prijemnika (plavom bojom) i antene (crvenom bojom).

6. KOORDINATE I VEKTORI POMAKA AKTIVNE EPN STANICE U OHRIDU

Osnovni proizvod EPN-a je sedmično računanje koordinata EPN aktivnih stanica. Ove koordinate su izlazni rezultati iz takozvanog kombinovanog EPN rešenja, koje se temelji na lokalnim mrežnim rješenjima dobivenim iz analitičkih centara EPN-a. Koordinate se računaju u ITRS referentnom sistemu preko određenog broja takozvanih sigurnih EPN tačaka.

Koordinate referentne stanice u okviru EPN mreže su prikazane kao ITRS koordinate iz sedmičnih rješenja i te se koordinate transformišu u sistem ETRS 89.

Na slici 8 su prikazane promjene koordinata EPN stanice u Ohridu dobivene iz sedmičnih rješenja i transformisane u sistem ETRS 89.



Slika 8: Sedmična rješenja za EPN stanicu ORID iz različitih ETRF realizacija (URL 6)

Na ovoj slici vertikalna crvena linija označava trenutak kad je izvršena zamjena antene ili njene konfiguracije, a zelenom bojom se označava trenutak promjene prijemnika ili nadogradnje firmware verzije.

Osim sedmičnih rešenja za EPN tačke, računaju se i koordinate i vektori pomjerenja (engl. *velocities*) za EPN stanicu, kao rezultat višegodišnjih izravnjanja svih sedmičnih rješenja.

Treba istaći da je referentna stanica *ORID* kao tačka EPN mreže klasificirana u klasi *A*. Osnovne specifičnosti tačaka koje pripadaju ovoj klasi, osim određivanja koordinata sa tačnošću od 1 cm u ETRS 89, su i određivanje vrijednosti vektora pomjerenja (engl. *velocities*) sa tačnošću od 1mm/godišnje - u svim epohama. Tačke iz klase *B* imaju samo tačnost koordinata od 1 cm u ETRS 89 za srednju epohu. Kao osnova za klasifikaciju uzeta je i dužina neprekidnog trajanja opservacija koja mora iznositi minimum 3 godine. Na taj način, tačke koje su uključene u mrežu EPN duže od 3 godine su tačke iz *A* klase, kao što je i slučaj sa tačkom *ORID_15601M001*.

7. ZAKLJUČAK

Evropska referentna aktivna mreža EPN igra značajnu ulogu u definisanju i kontroli zajedničkog evropskog referentnog sistema ETRS 89.

Standardi koje treba zadovoljiti jedna aktivna GPS tačka tako da ona bude dio EPN-a su standardi visokog nivoa, iz čega proizilazi kvalitet ETRS 89 sistema.

Referentna aktivna stanica u Ohridu uspostavljena je u julu 2000. godine kao rezultat saradnje između tadašnje Republičke geodetske uprave Republike Makedonije i njemačkog Instituta za kartografiju i geodeziju BKG-u Frankfurtu na Maini.

Na početku, ova stanica je radila kao samostalna referentna stanica, a njeni podaci su korišteni od strane BKG-a u naučne svrhe. Nakon uključanja ohridske aktivne stanice u EPN mrežu, sa razvojem GNSS mjerne tehnologije, u više navrata dolazi do promjene mjerne opreme koja je bila postavljena u Ohridu, a osnovni cilj je bio povećanje sigurnosti i pouzdanosti ove aktivne stanice u okviru EPN-a.

Makedonska referentna stanica *ORID_15601M001* prema svim dosadašnjim analizama mjerenja, predstavlja aktivnu referentnu stanicu iz klase *A*, sa određenim položajem od ± 1 cm u ETRS 89 i vrijednosti vektora pomjerenja od ± 1 mm godišnje.

Aktivna referentna stanica *ORID_15601M001* oslikava želju naše države da bude dio porodice evropskih zemalja.

LITERATURA

Bogdanovski, Z. (2008): Vospostavuvanje na GPS osnova za opredeluvanje na geodinamikata na Skopskata Kotlina, magisterska rabota. Gradežen fakultet - Skopje.

Leica Geosystems (2008): Leica GRX1200 Series, Technical Data. Heerbrug.

Srbinoski, Z. (2004): Teoriska geodezija 2. Gradežen fakultet - Skopje.

Stojanovska, B. (2010): Vospostavuvanje na permanentna GNSS stanica vo Ohrid, magisterska rabota. Gradežen fakultet - Skopje.

Tasevski, S. (2009): Vospostavuvanje na permanentna GNSS stanica vo Skopje kako del od MAKPOS sistemot, magisterska rabota. Gradežen fakultet - Skopje.

Vučkov, S. (2007): Studija za razvoj na referentnata GNSS osnova vo Republika Makedonija. Građevni fakultet - Skopje.

[URL 1]: Preporuke za uspostavljanje GPS permanentne stanice
http://www.epncb.oma.be/_newsmails/papers/eurefsymposium1995/guidelines_for_epn.php
(10.03.2012.)

[URL 2]: Fotografije permanentne GNSS stanice u Ohridu
http://www.epncb.oma.be/_trackingnetwork/pictures/stationpictures.php?station=ORID_15601M001
(10.03.2012.)

[URL 3]: Fotografije i karakteristike GNSS prijemnika GRX1200 GG PRO
<http://smartnet.leica-geosystems.co.uk/SpiderWeb/SmartNet/2b2Upgrade.html>
(10.03.2012.)

[URL 4]: Fotografije i karakteristike GNSS antene LEICA AT504 GG
http://www.leica-geosystems.com/en/News-Product-News_934.htm?id=1314&p=1&pagemode=print
(10.03.2012.)

[URL 5]: Prikaz Evropske permanentne GNSS mreže (engl: EPN)
http://epncb.oma.be/_trackingnetwork/stationmaps.php
(3.03.2012.)

[URL 6]: Sedmična rješenja za EPN stanicu ORID iz različitih ETRF realizacija
http://epncb.oma.be/_dataproducs/timeseries/ITRS_series/itrstimeseries.php?station=ORID_15601M001
(10.03.2012.)

Autori:

Mr.sc. Zlatko Bogdanovski, dipl.inž.geod.

Katedra za višu geodeziju,
Građevinski fakultet u Skoplju,
Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij",
Partizanskih odreda 24, 1000 Skoplje,
Republika Makedonija
E-mail: bogdanovski@gf.ukim.edu.mk

Prof.dr.sc. Zlatko Srbinoski, dipl.inž.geod.

Katedra za višu geodeziju,
Građevinski fakultet u Skoplju,
Univerzitet "Sv. Kiril i Metodij",
Partizanskih odreda 24, 1000 Skoplje,
Republika Makedonija
E-mail: srbinoski@gf.ukim.edu.mk