Naziv Projekta: ***Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro***

Naziv studije: **ANALIZA PRECIZNOG POZICIONIRANJA KOJA UKLJUČUJE GALILEO SISTEM, I MOGUĆE PRIMJENE U RAZLIČITIM SEKTORIMA INDUSTRIJE**

Dodjeljivač podrške projektu: Ministarstvo nauke Crne Gore

Nosilac projekta*:* Fakultet za informacione sisteme i tehnologije, Univerzitet Donja Gorica

Vrsta projekta: Inovativni projekat

Broj ugovor: New materials, Information-communication technology, product and services

Contract no. 01-2301/4

Trajanje projekta: 01.01.2019. - 31.12.2020.

Autorski MontePN team:

Project leader: Biljana Stamatovic, PhD, full professor, University of Donja Gorica
Key expert: Ivan Aleksic, PhD, full professor, Role: advisor University of Belgrade
Team members:
Vladimir Bulatovic, PhD, associate professor, Role: service installation, researching, University of Novi Sad
Zoran Susic, PhD, associate professor, Role: EPN coordination, researching University of Novi Sad
Marko Simeunovic, PhD, assistant professor, Role: software development, researching, University of Donja Gorica
Tomo Popovic, PhD, assistant professor, Role: dissemination, software development, University of Donja Gorica
Gojko Nikolic, PhD, associate professor, Role: system testing and researching, University of Montenegro
Milica Vukotic, PhD, associate professor, Role: Business plan, spin-off creation, University of Donja Gorica
Veselin Vukotic, PhD, full professor, Role: Spin-off creation, licence agreement, University of Donja Gorica
Researcher , full time: Kruna Ratkovic, PhD, assistant professor, Role: administration, researching, University of Donja Gorica,

Dr Radovan Đurović, dipl. ing geodezije je pomogao u pripremi tehničke dokumentacije I izvršenim mjerenjima u odrađenom eksperimentu

PODGORICA

Decembar 2020. godine

SADRŽAJ

UVOD 3

IDEJNO RJEŠENJE I TEHNIČKA DOKUMENTACIJA PROJEKTA PRIDRUŽIVANJE PERMANENTNOJ MREŽI EUREF GNSS CORS STANICA U CRNOJ GORI – MONTEPN 4

STUDIJA SLUČAJA (EKSPERIMENT): POREĐENJE NACIONALNE MREŽE STANICA MONTEPOS I NOVOUSPOSTAVLJENE MREŽE MONTEPN NA NIVOU MULTI SATELITSKIH KONSTELACIJA 9

OPIS EKSPERIMENTA 17

OPREMA, MJERENJE I SUMARNI REZULTATI EKSPERIMENTA 21

DISKUSIJA REZULTATA 25

ZAKLJUČAK EKSPERIMENTA 27

PRIMJENA GNSS 28

REFERENCE 31

POPIS KORIŠTENIH URL-OVA 32

SKRAĆENICE/LIST OF ACRONYMS 33

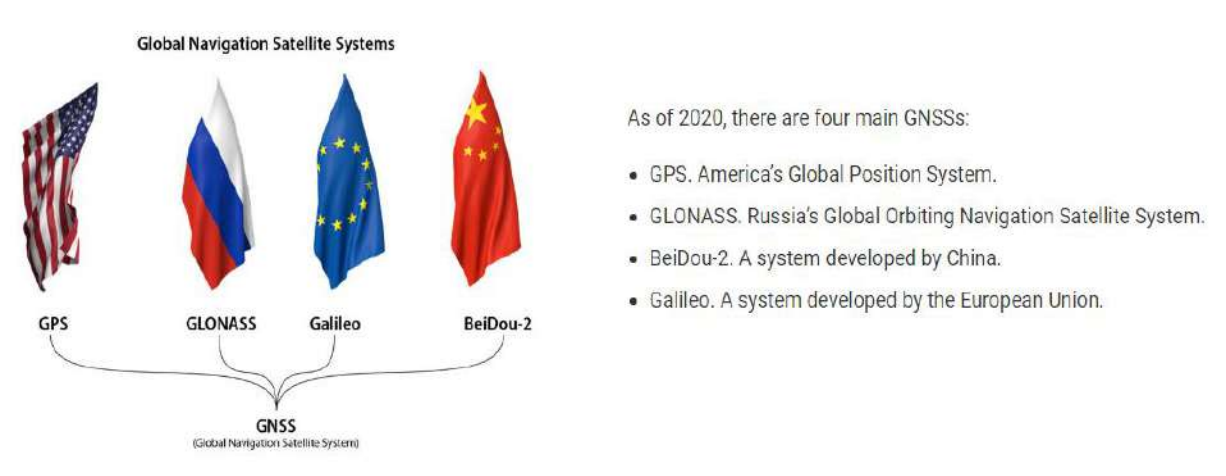
ANEX (dio generisanih podataka u eksperimentu) 35

UVOD

Geoprostorni podaci su postali ključan ekonomski resurs. Inovacije u radu sa geoprostornim podacima: GNNS tehnologije i pametni uređaji, računarstvo u oblaku (*cloud computing*), IT-WEB okruženje, veliki podaci (*big data*), rudarenje geopodataka (*data mining*), moderne tehnologije prikupljanja (*ranging*), podrazumijevaju svojevrstan refokus, ne samo prema strukturi i analizi podataka, već i prema njihovom multimedijalnom predstavljanju, korišćenju geolokacionih baza i pametnih specijalizacija.

Procjenjuje se da u oblastima vezanim za evropski svemirski program, danas aktivno učestvuje preko 230 000 stručnjaka različitih profila, gdje se kroz brojne ekonomske aktivnosti generiše vrijednost od 46-54 milijarde eura ili 21% globalne vrijednosti ovog sektora. Analize takođe potvrđuju da je ovo sektor u kojem se ne samo otvaraju nova radna mjesta, već zahvaljujući sve većoj dostupnosti satelitskih podataka, multiplicira se njihova primjena, posebno kroz različite forme inovativnih aplikacija i projekata (https://ec.europa.eu/growth/sectors/space_en).

Ukoliko se posmatra samo evropsko tržište GNSS-a, ono u praksi obuhvata više od 50 000 radnih mjesta. Na nivou ekonomskih aktivnosti, procjenjuje se da je trenutno preko 10% evropskog GDP-a, utemeljeno na korišćenju satelitskih navigacionih geolokacionih baza. (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52018SC0327)



Slika 1. GNSS Tehnologije (http://www.oxts.com/what-is-gnss)

Ukrstimo li ove podatke sa onim na globalnom nivou, vidimo da brojevi rastu: prihodi od GNSS-a (podaci, infrastruktura, uređaji, usluge) od trenutno 150 milijardi eura u 2019. godini imaju trend koji će za deset godina porasti na 325 milijardi eura 2029. godini.[1]

[1]Detaljnije:
GNSS User Technology Report, Editors special on Space Data for Europe, Issue 3, 2020 European GNSS Agency (GSA); pp-1-108
T o w a r d s H o r i z o n E u r o p e : European GNSS downstream Research & Innovation, priorities and consultation results; European-GNSS-Agency; 2020; pp-1- 12

Europska svemirska infrastruktura je izgrađena, postala je operativna, svakodnevno pruža institucijama, firmama i pojedincima usluge zasnovane na toj infrastrukturi, značajno pridonoseći njihovom dinamičnom razvoju, biznis planova i biznis coaching. Njihov trend razvoja nalazimo i u podacima da je Europsko tržište GNSS-a, obuhvatajući i nivo konkretnih usluga, imalo prihode više od 38 milijardi eura u 2019. godini. SAD su i dalje lider na globalnom tržištu GNSS-a (Slika 1), međutim Evropa pokušava i uspijeva smanjiti taj jaz - posebno od 2015 godine.

To je i razlog da Evropska Unija tokom posljednjih pet godina, sistemski primijeni u radu Europske agencije za GNSS (GSA), tržišno orijentisani pristup, koji podrazumijeva obavezu uvođenja inovacija i razvoj inovativnih aplikacija u izrade projekata u ovoj oblasti.

Istraživanja i inovacije (R&I) postali su dio ključnog alata za korišćenje usluga EGNOS-a i Galilea. Da bi građani Evrope imale benefit od ovih tehnologija, neophodno je da infrastruktura glavnih tržišta i korisnika bude spremna za sisteme kao što je Galileo. Programi kao Fundamental Elements (https://www.gsa.europa.eu/r-d/gnss-r-d-programmes/fundamental-elements), osiguravaju takve uslove, posebno za razvoj segmenta prijemnika.

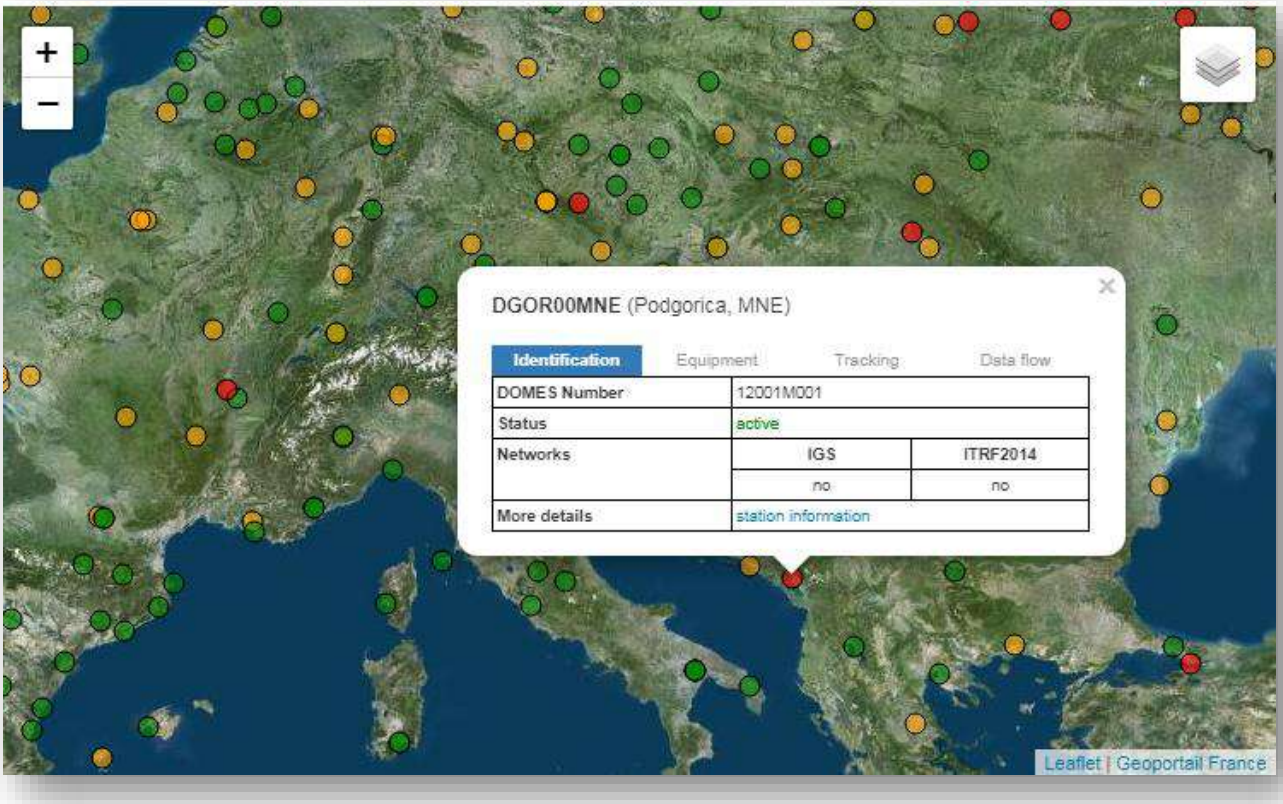
Kroz uspješnost ključnih strategija FP7, H2020 i Fundamental Elements, GSA je podržao izgradnju ovog portfolija i napredne prototipove, doprinoseći stvaranju jake evropske kompetencije u oblasti GNSS-u, povećavajući ulogu malih i srednjih firmi kao nosioca pametnih specijalizacija.

Na osnovu dokumenta Proposal for cooperation between European Space Agency and Ministry of Science of Montenegro potpisanog od strane European Space Agency (ESA) i Ministarstva nauke Crne Gore (2017), Univerzitet Donja Gorica - Fakultet za informacione sisteme i tehnologije je iskazao namjeru da u okviru sistemskog projekta Horizon2020 (H2020 projects) Evropske unije i PROGRAMME FOR AWARDING GRANTS FOR INNOVATIVE PROJECTS 2018-2020 aplicira sa inovativnim projektom Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro.

IDEJNO RJEŠENJE I TEHNIČKA DOKUMENTACIJA PROJEKTA PRIDRUŽIVANJE PERMANENTNOJ MREŽI EUREF GNSS CORS STANICA U CRNOJ GORI – MONTEPN

Zakonodavni i strateški okvir za inovativnu djelatnost u Crnoj Gori usvojen je 2016. godine. Na osnovu člana 11 Zakona o inovativnoj djelatnosti ("Službeni list CG", broj 42/16, www.mna.gov.me/biblioteka/zakoni), Ministarstvo nauke Crne Gore raspisalo je Konkurs za finansiranje inovativnih programa i projekata, dok je Strategijom inovativne djelatnosti (2016-2020) s Akcionim planom (www.mna.gov.me/biblioteka/strategije) u okviru Strateškog cilja II „Jačanje instrumenata povezivanja i saradnje aktera u sistemu inovacija", Prioriteta 6 „Finansiranje inovativnih programa i projekata", utvrđena Mjera 17 koja se odnosi na Program dodjele grantova za inovacije 2018-2020.

GNSS DATA PROCESSING, Volume I: Fundamentals and Algorithms; European GNSS Agency (GSA), 2013;pp-1-238
GNSS DATA PROCESSING, Volume II: Laboratory Exercises; ; European GNSS Agency (GSA), 2013; pp-1-344
Socio-economic impacts from Space activities in the EU in 2015 and beyond, PWC study, 2016. Analysis of GNSS impact on the EU Economy, November 2016.
GSA GNSS Market Report 2019, Issue 6.
GNSS market Report ,Issue 4, European GNSS Agency (GSA),2015, pp-1-84.



Slika 2. DGOR00MNE stanica u okviru EPN

Slijedeći navedeni zakonski i kontekstualni okvir, Fakultet za informacione sisteme i tehnologije Univerziteta u Donjoj Gorici pozicionirao je idejno rješenje, naučnu zasnovanost i tehničke kompetencije inovativnog projekta ***Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro,*** posebno u smislu sljedećih polazišta:

- Potenciranja eksplorativnog karaktera Projekta tj. interakcije i prenosa inovativnih ideja od naučnoistraživačkih istitucija ka tržištu, saradnji sa partnerima iz privrede, otvaranju novih preduzeća/spin-off kompanija u Crnoj Gori, te kreiranje novih radnih mjesta i jačanje pametnih specijalizacija, kao i upis u Registar inovativnih organizacija.
- Tehnologija satelitskog pozicioniranja (eng. Global Navigation Sateliite System - GNSS) obuhvata postupke i obradu preciznih mjerenja ka satelitima, od satelita i između satelita, u cilju rješavanja brojnih zadataka u privredi i svakodnevnom životu gdje se koriste geolokacione baze.
- Mreža permanentnih stanica (eng. EUREF Permanent GNSS Network - EPN), sastoji se od preko 300 kontinualno operativnih referentnih stanica (eng. **C**ontinuously **O**perating **R**eference **S**tation - CORS) GNSS stanica širom Evropskog kontinenta. Jedan od osnovnih ciljeva ove mreže jeste definisanje i održavanje jedinstvenog Evropskog Terestičkog Referentnog sistema ETRS89.

- Evropske zemlje danas uglavnom vezuju svoje nacionalne geodetske koordinatne sisteme za ETRS89, kako bi se obezbjedilo povezivanje nacionalnih geodetskih mreža i stvorili dobri preduslovi za primjenu GNSS tehnologije. EPN je ključni instrument za održavanje geodetskih podataka ETRS89.
- Američka GPS tehnologija, zajedno sa drugim konstelacijama kao što su ruski GLONASS, kineski BeiDou i evropski Galileo čini danas jedan multikonstelacijski globalni navigacioni satelitski sistem. Galileo je EU projekt realizovan kroz ESA (Evropska Avemirska Agencija).
- Crna Gora nema ni jednu CORS stanicu u okviru evropske mreže permanentnih stanica EPN - postojeća nacionalna MONTEPOS mreža ne posjeduje prijemnike za prijem satelitskih signala sa Galileo i BeiDou satelita, projekat uspostavljanja novih GNSS stanica sa mogućnošću prijema signala sa svih operativnih konstalacija, za osnovni cilj ima priključenje, odnosno pogušćenje evropske mreže permanentnih stanica EPN.
- Primarni cilj inovativnog projekta Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro je uspostava moderne operativne GNSS stanice na teritoriji Crne Gore kao segmenta globalne mreže stanica koja će moći primati signale iz satelitskog navigacijskog sistema Galileo kao jedan od najvećih projekti Europske svemirske agencije (ESA).
- Nosilac projekta je Fakultet za informacione sisteme i tehnologije Univerziteta u Donjoj Gorici. Finansira se iz inovativne naučne-istraživačke potpore Ministarstva nauke Crne Gore (70%) i Univerziteta u Donjoj Gorici (30%).
- Očekivani rezultati odnose se na nivo tehnološke spremnosti 8, odnosno usluge testirane u stvarnom okruženju i spremne za komercijalnu upotrebu- posebno u oblasti pametnih specijalizacija.
- Inovacijski projekt ima izrazit multidisciplinarni karakter, jer traži objedinjavanje sektora nauke sa sektorom tehnologije, koji uključuje aplikativne geonauke, posebno satelitsku geodeziju, automatizaciju i sisteme upravljanja i komunikacijski inženjering.

Saglasno proceduri i fazama dodjele grantova za inovativne projekte, Fakultet za informacione sisteme i tehnologije Univerziteta Donja Gorica, u okviru postavljenih tematskih prioriteta kandidovao je multidisciplinarni projekat *Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro (MontePN)* za više tematskih prioriteta: novi materijali, informaciono-komunikacione tehnologije i proizvodi i usluge. Šire, tematski prioritet projekta je komplementaran za više oblasti: geohazard, novi proizvodi i servisi, poljoprivreda, energija, održivi razvoj.

Projekat MontePN je jedan od dobitnika granta za inovativne projekte od strane Ministarstva nauke. Finalna evaluacija Projekta urađen je od strane 3 međunarodna eksperta koje je imenovalo Ministarstvo nauke. Posebno je cijenjena inovativnost, konkurentnost, održivost i komercijalni aspekt projekta *Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro*. Takođe je oraganizovan intervju sa tim liderom Projekta i još dva člana projekta, u cilju prikupljanja dopunskih informacija i pojašnjenja radi donošenja konačne odluke o ocjeni i preporuci za finansiranje.

Nosioc granta je Fakultet za informacione sisteme i tehnologije Univerziteta Donja Gorica, koji je odgovoran za njegovu cjelokupnu implementaciju. Ugovorne strane su Ministarstvo nauke Crne Gore, Fakultet za informacione sisteme i tehnologije Univerziteta u Donjoj Gorici i Rukovodilac projekta prof. dr Biljana Stamatović. Formiran je radni tim i definisane aktivnosti koje će biti preduzete od strane svakog člana tima Projekta.

Slika 3. Glavni ciljevi MontePN projekta

Tokom implementacije, Fakultet za informacione sisteme i tehnologije UDG-a radio je monitoring projekta, uključujući mjerljive indikatore uspješnosti njegovih tehničkih aspekata. Radni tim je realizovao i administrativne, finansijske i zadatke izvještavanja (Polugodišnji pisani izvještaji) u skladu sa gantogramom aktivnosti.

Pomoću alata Nivo Tehnološke Spremnosti (*Technology Readiness Level – TRL*) projekta/tehnologije definisan je stepen razvoja projektne ideje, tj. na kom nivou se predmetna tehnologija nalazi u trenutku podnošenja prijave i gdje će se nalaziti u momentu završetka projekta (devet nivoa tehnološke spremnosti: TRL1 je najniži nivo, dok je TRL9 najviši). Nakon nabavke opreme na projektu smo bili na nivou 5, a završetkom projekta dostigli smo nivo tehnološke spremnosti 8, tj. projektom smo obezbjedili sistem koji je spreman za komercijalnu upotrebu.

Podrška prenosu inovativnih ideja iz sfere nauke i laboratorija u domen tržišta i privrede, odražava i direktno uslovljava napretku samog društva. Inovativni projekat MontePN (Slika 3) kroz tehnološku inovaciju podstiče sistemsku primjenu inovativnih ideja i tehnologija koje su utemeljene kroz više postavljenih ciljeva:

- saglasnost sa politikom proširenja mreže EUREF i danim smjernicama za povezivanje stalnih mreža GNSS-a s EPN-om. Uspostava MontePN-a provest će se u skladu s tendencijom pristupa EPN-u i aktivno učeće Crne Gore u EUREF organizaciji.
- nakon ispunjavanja dovoljnih uslova za pridruživanje EPN-u, pokrenut će se službeni postupak za primanje i registraciju operativnog centra za akviziciju podataka i višekriterijumske napredne GIS analize.
- MontePN kao uspostavljena stalna GNSS stanica na području Crne Gore, ima mogućnost primanja GPS, GLONASS, Galileo, EGNOS i Beidou sistema signala i pridruživanja Europskoj Trajnoj Mreži (eng. European Permanent Network - EPN).
- MontePN stanica omogućava definisanje nacionalnog referentnog sistema u ETRS89 sistemu i ETRF2000 okviru, što većina evropskih zemalja već ima.
- Uspostavljanje CORS stanica najnovije generacije po EPN standardima (DGOR00MNE stanica je primljena u EPN 17. decembra 2019.).
- Pogušćavanje EPN mreže na području Crne Gore i ispunjavanje preduslova za definisanje geodetskih podataka unutar ETRS sistema važan je rezultat za naučnu zajednicu i državu Crnu Goru.
- postavaljanje jedneoperativne permanentnestanica MontePN na zgradi UDG-a (Slika 3);
- izrada studije „Analiza preciznog pozicioniranja, koja dodatno uključuje Galileo sistem, i moguće primjene u različitim sektorima industrije“. Izrada studije će pružiti odgovore na važna pitanja i istražiti područja primjene GALILEO sistema.
- utvrđivanjem vremenskog niza pozicioniranja tokom perioda od nekoliko godina, obezbijediće važne podatke o brzini, toku i smjeru kretanja Evro-azijske tektonske ploče na području Crne Gore.
- implementacija evropske Galileo konstalacije i modernizovanje postojeće nacionalne GNSS infrastrukture, permanentno određivanje pozicija i brzina pomeranja u cilju praćenja geodinamičke aktivnosti na teritoriji Crne Gore.
- analiza korišćena kao osnova za različita naučna istraživanja koja bi se sprovodila u narednom višegodišnjem periodu, posebno za oblasti: geodinamike, geo-hazarda te akvizicija podataka drugim tehnologijama (tehnologija laserskog skeniranja LIDAR, snimanje bespilotnim letjelicama, snimanje podmorja savremenim ehosonarima integrisanim sa GNSS prijemnicima i sl.).
- korišćenje podataka i servisa dobijenih sa satelita za opažanje Zemlje, posebno Copernicus program Europske unije - Projekat MontePN prati ekspanziju primjene svemirske tehnologije u Crnoj Gori perspektiva njenog razvoja u oblasti geonauka.
- koristeći inovacioni potencijal i stručno znanje u oblasti GNSS tehnologije, uz korišćenje open sources rješenja, projektom MontePN pokušavaju se izbjeći veliki troškovi kod uspostavljanja operativne permanentne stanice jer komercijalne licence i specifična H/Sw podrška infrastrukturi stalnih GNSS stanica, podrazumijevaju visoke troškove, čime otežava rad i smanjuje konkurentnost na manjim tržištima.
- Izrada biznis plana za osnivanje spin-off kompanije, s idejom moguće komercijalizacije.

Takođe, tokom izrade projekta Joining to EUREF permanent network with Multi GNSS CORS stations in Montenegro sukcesivno su sprovođene i druge aktivnosti u okviru dvogodišnjeg trajanja projekta (http://montepn.udg.edu.me/?page_id=28).

STUDIJA SLUČAJA (EKSPERIMENT): POREĐENJE NACIONALNE MREŽE STANICA MONTEPOS I NOVOUSPOSTAVLJENE MREŽE MONTEPN NA NIVOU MULTI SATELITSKIH KONSTELACIJA

Evropska mreža permanentnih stanica EUREF sastoji se od mreže kontinualno operativnih GNSS referentnih stanica sa mogućnosšću prijema signala GPS, GLONASS, Galileo i Beidou, operativnih centara koji obezbjeđuju pristup podacima sa stanica i vrše analizu, koordinatora koji generišu EPN produkte i Centralnog biroa koji je odgovoran za svakodnevno praćenje i upravljanje evopskom mrežom permanentnih stanica EPN.

Evropska permanentna mreža (*EPN*) predstavlja referentnu naučno-istraživačku osnovu sastavljenu od skoro 250 kontuinualno operativnih *GNSS* stanica za praćenje, čije precizne koordinate, sračunate na nedjeljnom nivou, koristi *EUREF* podkomisije Međunarodne geodetske asocijacije za potrebe realizacije i održavanja evropskog terestričkog referentnog sistema, *ETRS89*. Jedan od ključnih zadataka EUREF-a je da pruži najbolje moguće, jedinstvene i homogene referentne sistema i njihovu realizaciju. Ovaj referentni sistem predstavlja okosnicu za sve geografske, geodetske i geodinamičke projekte koji se realizuju na teritoriji Evrope, kako na nacionalnom, tako i na međunarodnom nivou u skladu sa *INSPIRE* direktivom Evropske unije i uz podršku *EuroGeographics-a.* Evropska permanentna mreža uspostavljena je krajem 1995. godine. Krajem 2008. godine ITRF2005 pogušćen je svim stanicama EPN mreže sa koordinatama i brzinama u ETRF2000 referentnom okviru.

Pored svoje ključne uloge u definisanju *ETRS89* geodetskog datuma, podaci iz *EPN* mreže se takođe upotrebljavaju za širok dijapazon naučnih aplikacija kao što su: monitoring deformacija površinskih slojeva Zemljine kore, praćenje i modeliranje nivoa svjetskih mora i okeana, predikcija kosmičkog vremena i numerička vremenska prognoza, sistemi za autonomu vožnju, intelegentni sistemi (precizne karte i poslovna logika), oblak tačaka za precizne karte, web katalog usluge.

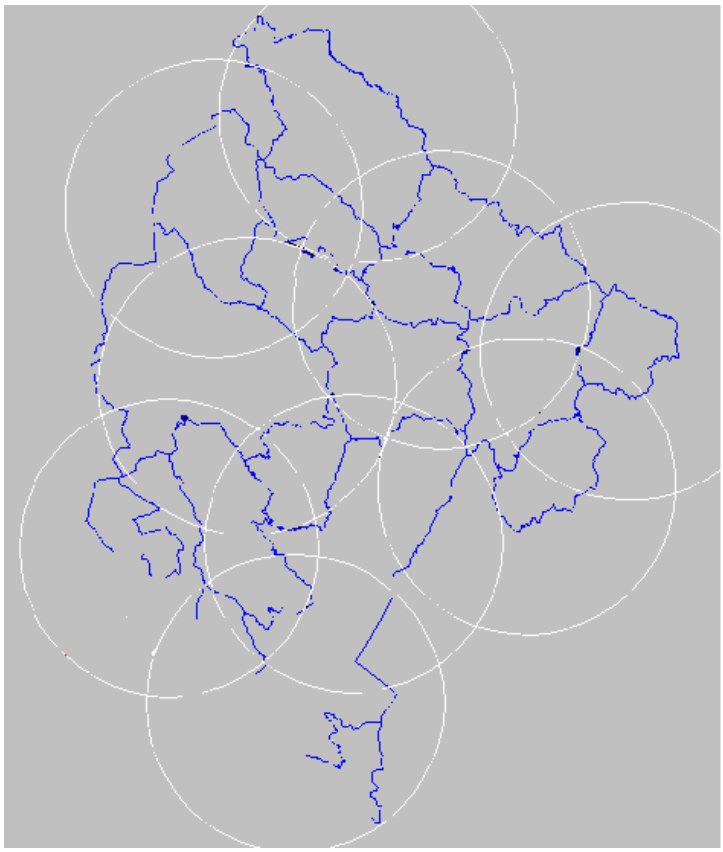
Na primjer, područje Dinarida u Crnoj Gori sistemski se prati već dugi niz godina, kroz različita interdisciplinarna istraživanja, poput seizmičkih, tektonskih, geomorfoloških, a u posljednjih 15-tak godina i geološko-geodetskih. GNSS tehnologija postaje najpristupačnija metoda mjerenja u geodinamici, posebno kod uspostavljanja geodinamičkih mreža i određivanja veličine pomaka geoloških struktura i izrade modela iz geodetskih mjerenja za ovakva istraživanja.

Produkt European Space Agency (ESA) satelitski sistem Galileo koji donosi novine primjenljive u širokom spektru i raznim oblastima, predstavlja jedan od najvećih projekata ESA koji u narednom bliskom periodu treba da postane potpuno operativan.

Početkom 2019. godine otpočela je realizacije projekta MontePN, finansiran od strane Ministarstva za nauku Crne Gore, koji je imao za cilj uspostavljanje infrastrukture mreže permanentnih stanica,sa mogućnošću prijema signala GPS, GLONASS, Galileo i Beidou satelitskih sistema.

Drugi cilj projekta odnosio se na apliciranje u okviru evropske mreže permanentih stanica EPN od strane permanentne stanice DGOR, koja je postavljena na krovu objekta Univerziteta Donja Gorica. Postojeća mreža permanentih stanica na terotoriji Crne Gore koja realizuje važeći državni koordinatni sistem, odnosi se na mrežu Montepos, koja ne participira u okviru EPN mreže i čiji prijemnici primaju signal samo sa sistema GPS i GLONASS. Montepos se sastoji od devet kontinualno operativnih stanica i predstavlja dio državne infrastrukture realizovan 2005. godine od strane Uprave za nekretnine, kao krovne institucije za oblast geodezije u Crnoj Gori.

Mrežni-RTK u okviru Montepos mreže predstavlja centimetarski tačnu, fazno baziranu, real-time pozicionu tehniku, koja je sposobna da funkcioniše na rastojanjima i do nekoliko desetina kilometara, koristeći metod najbliže stanice pri pružanju korekcija prijemnicima na terenu, ali bez mogućnosti prijema Galileo i Beidou signala. Pored 9 kontinualno operativnih permanentih stanica Montepos koje su relativno pravilno raspoređene po čitavoj teritoriji Crne Gore, na prosječnom međusobnom rastojanju od oko 70 *km* (Slika 4).



Slika 4. Prostorna obuhvat I dispozicija MontePOS I Mepos mreže permanentnih stanica

postoje i dvije stanice Zavoda za hidrometerologiju i seizmologiju (Mepos mreža permanentih stanica), koje su projektovane za potrebe istraživanja kinematskih karakteristika Zemljine kore u pogledu lociranja aktivnih lokalnih tektonskih procesa na veoma interesantnom području Crne Gore sa aspekta geodinamike. Nacionalni referentni sistem koji se realizuje pomoću MontePOS vezan je za ITRS.

Permanentna mreža MONTEPOS obrađena je na osnovu mjerenja izvršenih u tri mjerne sesije trajanja po 24 sata, i tom prilikom je povezana sa evropskim permanentnim stanicama MATERA, SOFIA i PENC. Međutim, upravo zbog prirode veze, koordinate permanentnih stanica MONTEPOS odnose se na referentnu osnovu ITRF2000 za epohu 2005.0, što znači da nijesu saglasne ni sa referentnom osnovom tačaka koje su učestvovale u EUREF GPS mjernoj kampanji, ni sa referentnom osnovom tačaka državne referentne GPS mreže Republike Crne Gore koja je vezana za EUREF.

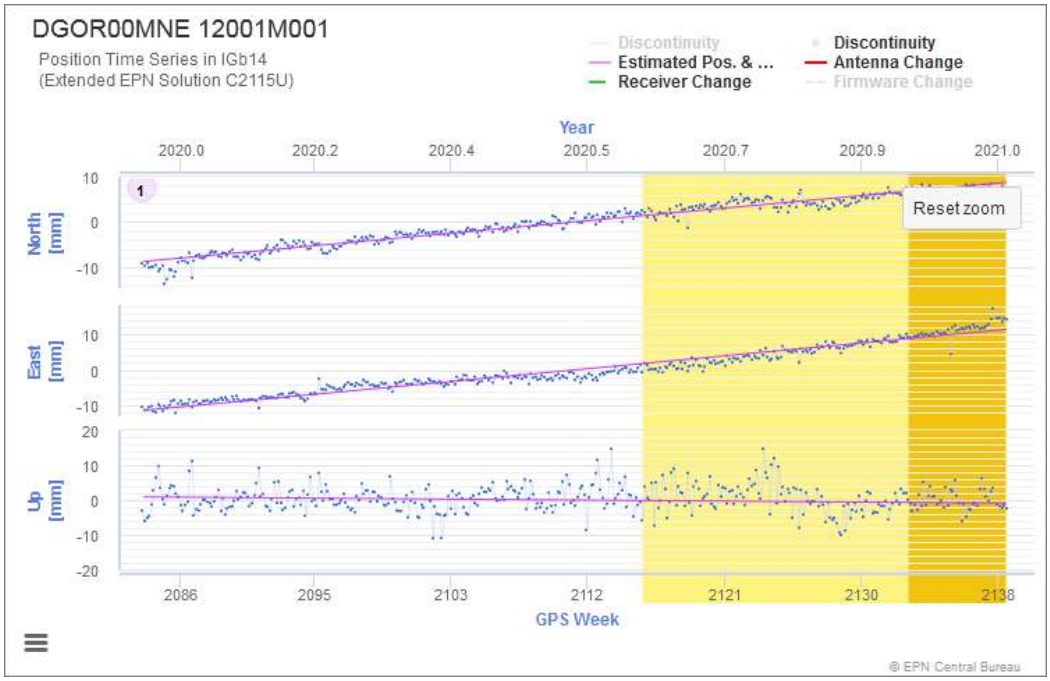
Evropska kontinentalna ploča pomjera se oko 1cm godišnje u odnosu na ITRS. Iz tog razloga preporuka Komisije za referentne okvire i potkomisije EUREF (Firenca 1990) jeste da se na kontinentalnom delu Evrope nacionalni referentni sistemi vezuju za ETRS89 kroz ETRF okvir u određenoj epohi. Permanantne GNSS stanice koje čine ETRS89 fiksirane su za Evroazijsku tektonsku ploču. Mjesto lokacije antene je izabrano tako da obezbjedi stabilnost referentne geodetske tačke GNSS antene u cilju održanja fiksne pozicije u tri dimenzije, a da se minimiziraju ostali površinski uticaji koji mogu degradirati tačnost mjerenja.

Ako se pogledaju EPN vremenske serije pozicije stanice DGOR00MNE od perioda ulaska u EPN (oko godinu dana) koristeći ITRS (slika 5) i ETRS (slika 6) vidljivo je pomjeranje stanice u prvom slučaju. Brzina pomeranja iznosi oko 20mm po položaju po obe ose, dok je visinski prilično stabilna sa pomeranjem manjem od 1mm. Slični rezulati u pogledu brzine pomeranja kao i trenda mogu se uočiti na EPN stanicama u Dubrovniku i Novom Pazaru kao deo zajedničke tektonske ploče Jugoistočne Evrope. Tektonsko kretanje u ITRF konstrukciji se procjenjuje na osnovu izračunavanja ugaonih brzina sa dovoljnog broja lokacija na tektonskim pločama za koje su dostupne precizne brzine. U slučaju Evroazijske ploče ugaona brzina je ugrađena u ETRS89. Do sličanog zaključka ćemo doći i na kraju našeg eksperimenta, posmatrajući poziciju DGOR stanice u datumu MontePOS mreže.

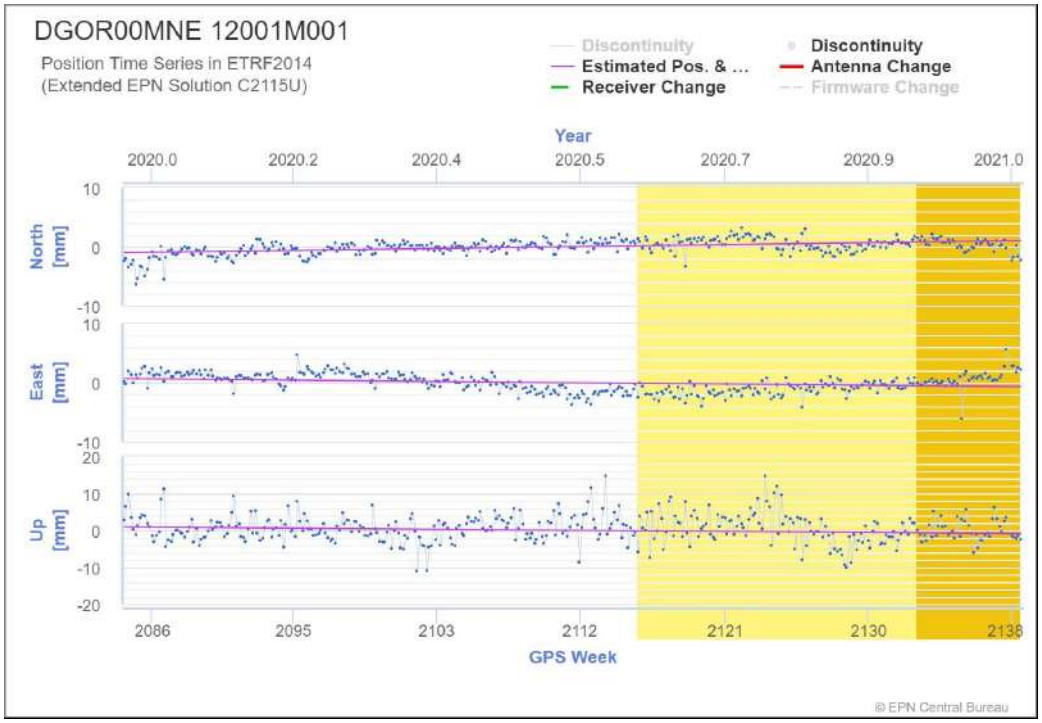
U skladu sa preporukama progušćavanja EUREF mreže i datim smjernicama za povezivanje GNSS mreža permanentnih stanica u EPN, uspostavljanje MontePN mreže realizovano je u skladu sa tendencijom pristupanja EPN. S obzirom da Crne Gora nije do sada bila uključena ni sa jednom svojom tačkom iz MontePOS mreže aktivnih permanentnih stanica, pristupanje tačke MontePN će doprinijeti i nastojanju da Crna Gora, kroz unaprijeđenje postojeće zakonske regulative koja se odnosi na oblast geodezije, radi na usvajanju ETRS kao zvaničnog i službenog državnog koordinatnog sistema u Crnoj Gori, a po preporukama EUREF-a (slika 7).

Brojni istraživači ispituju interoperabilnost i efikasnost više konstelacija satelitskih sistema u postupku procesiranja u cilju dobijanja kombinovanih rješenja (GPS, GLONASS, Galileo, Beidou) kako bi se došlo do podataka do koje mjere to omogućava krajnjem korisniku određivanje koordinata u skladu sa ETRS89 standardom propisanim od INSPIRE direktive Evropske Unije (Caporali et al., 2019). U radu koji upoređuje regionalna rješenja primjenom GPS i Galileo podataka, gdje je korišćena 181 EPN stanica tokom 2018.

godine, postoji jasno poboljšanje rješenja zasnovano na Galileo signalima u odnosu na GPS (Araszkiewicz&Kiliszek, 2019).

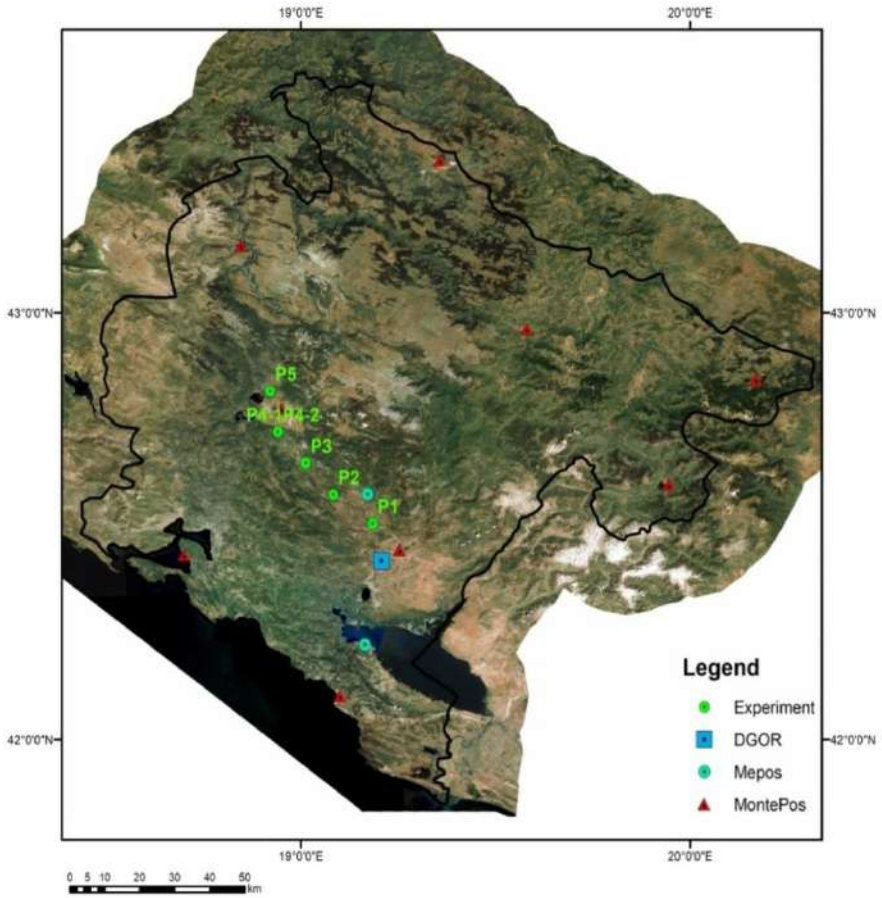


Slika 5. http://epncb.eu/_productsservices/timeseries/index.php?station=DGOR00MNE&update&type=ITRS



Slika 6. http://epncb.eu/_productsservices/timeseries/index.php?station=DGOR00MNE&update&type=ETRS89

Važno je napomenuti da se sa pojavom Galileo konstelacije dobija još jedan sistem satelitskog pozicioniranja koji se može implementirati u nacionalnu infrastrukturu u cilju ojačanja cjelokupnog sistema sa aspekta tačnosti, pouzdanosti i brzine, što trenutno nije slučaj sa nacionalnom infrastrukturom u Crnoj Gori (slika 8). Takođe, Galileo konstelacija, sa snažnijim signalom u donosu na GPS, predstavlja isključivo civilnu komponentu i postoji uvjerenje da ne može doći do degradacije signala u slučaju eventualnih vojnih ili političkih sukoba, kao što se to dogodilo u slučaju GPS i GLONASS konstelacije (Siejka, 2018). Glavna prednost ovog sistema jeste što se može koristiti za geodetska mjerenja sa centimetarskom tačnošću uz poštovanje odgovarajućih procedura.



Slika 7. Dispozicija tačaka mreža permanentih stanica Montepos, Mepos, MontePN (DGOR) i ekeprimentalnih pozicija za potrebe ispitivanja perioda konvergencije fiksog rješenja kada se koristi konstelacija 1. GPS+GLONASS+ Galileo+Beidoui 2. GPS+GLONASS

Na EUREF simpozijumu koji je održan u periodu od 22. do 24. maja 2019. godine u Talinu, predstvaljeno je tehničko rješenje u vidu izbora opreme za CORS sistem, koji se odnosi na sledeće komponente:

- CORS stanica SinoGNSS M300 mini
- Choke ring antena SinoGNSS AT350

- GNSS rover SinoGNSS T300
- Kolektor za podatke SinoGNSS R500
- Softver za CORS stanice BKG Standard NtripCaster
- Cloud server

Slika 8. Prostorna dispozicija kontinualno operativnih EPN tačaka u okruženju permanente stanice DGOR (https://www.epncb.oma.be/networkdata/stationmaps.php)

Neke od performansi izabrane CORS stanice predstavljene su u Tabeli 1:

Signal Tracking	Performance	Positioning Specifications	Communications	Data Format& Other Performances
Number of channels: 496	Cold start: <50s; Warm start: <45s; Hot start: <15s	PP: 2.5mm+0.5ppm HZ 5mm+0.5ppm V	TNC connector for GNSS anntena	I/O: RTCM3x(with MSM messages);
GPS: L1 C/A, L1P, L2C, L2P, L5	RTK Initialization time: <10s	Long Obs Static: 3mm+0.1ppm HZ 3.5mm+0.4ppm V	2 DB9M serial connectors	Output: NMEA (20Hz), raw binary (100Hz); BINEX

BeiDou: B1, B2, B3	Signal reacquisition: <1.5s	SB RTK (<30km): 8mm+0.5ppm HZ 15mm+0.5ppm V	USB port	Aluminum alloy housing
GLONASS: L1 C/A, L1P, L2 C/A, L2P	Initialization reliability: >99.9%	E-RTK (<100km): 0.2m+1ppm H 0.4m+1ppm V	LAN Ethernet port, NTRIP v2 server	Designed to survive a 1m drop onto concrete
Galileo: E1, E5a, E5b	Velocity accuracy: 0.03m/s	DGPS:0.4m 3D RMS	SIM card slot	Remote access and config. singSSHprotocol
SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN	Acceleration: 4g; Overload: 15g	SBAS: 1m 3D RMS	2 PPS output	Ability to work using dynamic IP adress
	Time accuracy: 20ns	Standalone: 1.5m 3D RMS	Event Marker input	Ability to connect with meteo station

Tabela 1. Performanse predloženog rješenja za permanent stanicu DGOR

Kako je i predstavljeno na EUREF simpozijumu u Talinu od strane učesnika projektnog tima, administracija sistema obavlja se zaštićenom internet komunikacijom i daljinskim pristupom sa bilo kog PC računara bez obzira na operativni sistem, pomoću uređaja i tableta sa Android operativnim sistemom. Ovo omogućava efikasno i fleksibilno upravljanje serverom i softverskim servisima, uvid u status, brze intervencije i mogućnost pružanja 24/7 podrške. Kontrolni centar je uvek sa administratorom, gde god da se nalazi. Tehnička podrška ISP provajdera obezbjeđuje sve preduslove za funkcionisanje servera. Stanica sa službenom EPN oznakom „DGOR" jeste permanentna i kontinualno operativna, uključujući i poštovanje svih preporuka i procedura koja su definisana u okviru dokumentacije i uputstava koja se odnose na „Vodič za EPN stanice i Operacione centre" i „Procedure za ispunjenje uslova za EPN stanice".

Kako je i navedeno u okviru predstavljanja tehničkog rješenja na EUREF simpozijumu u Estoniji, a u skladu sa preporukama o uspostavljanju permanentnih stanica International GNSS Service, izbor lokacije (slika 8) je u direktnoj korelaciji sa satelitskom vidljivošću, stabilnošću, višestrukom refleksijom i interferencijom, pri čemu se vodilo računa o ispunjenju sledećih uslova:

- odsustvo fizičkih smetnji i prepreka u svim pravcima sa vertikalnim uglom većim od 50;
- minimalne predviđene promene u okolini, u pogledu postojećih ili novih objekata, rastinja i sl.;
- stabilnost podloge, odnosno izbor mesta koje nije podložno pomjeranju zbog sleganja i klizišta, ili vibracijama zbog intenzivnog saobraćaja;
- odsustvo velikih reflektujućih prirodnih ili vještačkih objekata u neposrednoj okolini, kao što su metalne i staklene površine, žičane ograde, bazeni, jezera i stajaća voda;
- dugoročnost lokacije sa minimalnom vjerovatnoćom za izmještanje;

- odsustvo jakih izvora radio zračenja u neposrednoj okolini, kao što su visokonaponski vodovi, trafo stanice, radarske stanice ili bežični komunikacioni uređaji.

Slika 9. Lokacija permanente stanice DGOR sa infrastruktorom CORS sistema

Kontrolni centar posjeduje odgovarajući hardver i pristup internetu sa dovoljnim propusnim opsegom. Kompjuterski server na kome je instaliran odgovarajući softver za upravljanje mrežom permanentnih stanica ima odgovarajuću zaštitu od neovlašćenog pristupa, garantovano 24/7 napajanje i pristup internetu.

Softver za upravljanje mrežom GNSS permanentnih stanica izvršava sledeće zadatke:

- puna telemetrijska i direktna kontola permanentnih stanica;
- preuzimanje originalnih GNSS podataka, njihova analiza, arhiviranje i distribucija;
- generisanje log datoteka o svim događajima;
- distribucija RTK i DGPS mrežnih korekcija krajnim korisnicima;
- administracija korisničkih naloga;

- ocjena dominantnih grešaka mjerenja;
- monitoring stanica i njene stabilnosti;
- pružanje usluga u realnom vremenu i za naknadnu obradu;
- mogućnost provjere korisničkog pristupa od strane ovlašćene osobe.

OPIS EKSPERIMENTA

U okviru studije o uspostavljanju EPN CORS stanice sa mogućnošću prijema signala sa GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, izvršena je analiza RTK performansi. Analiza obuhvata preciznost, tačnost, pouzdanost i brzinu konvergencije fiksnog rješenja za različite dužine baznih linija. Izvršeno je poređenje nacionalne mreže permanentnih stanica MontePOS koja raspolaže sa stanicama koje prate GPS i GLONASS signale i novouspostavljene mreže MontePN sa mogućnošću praćenja signala sa svih konstalacija.

Eksperimentalni dio studije odnosi se na ispitivanje doprinosa Galileo signala multi satelitskim konstelacijamana, kao i istraživanje perioda konvergencije u RTK modu mjerenja za bazne linije na različitim rastojanjima pri različitim uslovima mjerenja. Prostorno prikupljanje podataka tehnologijom RTK satelitskog pozicioniranja, u okviru eksperimentalnih istraživanja, sprovedeno je u periodu od 31.10. do 01.11.2020. godine, pod veoma povoljnim meteorološkim uslovima (sunčano i bez vjetra). Eksperimentalna mjerenja služila su za ispitivanje RTK preciznosti, perioda konvergencije fiksnog rješenja kao i saglasnosti između dvije različite mreže permanentnih stanica (MontePN i MontePOS). Uslovi realizacije eksperimenta su podrazumjevali komparaciju mjerenja i perioda konvergencije fiksnog rješenja za dvije različite konstelacije.

U prvoj MontePN podrazumjeva prijem signala GPS+GLONASS+ Galileo+Beidou, a u drugoj MontePOS se bazira samo na prijemu signala GPS+GLONASS. Eskperiment je zasnovan na realizaciji mjerenja na različitim udaljenostima od permenentne stanice DGOR (0, 10, 20, 30, 40 i 50 kilometara), pri čemu su razmatrani povoljni i nepovoljni uslovi mjerenja, kao što su "urbani kanjoni" gdje se ispitivao uticaj značaja prijema signala sa dvije konstelacije u slučaju degradacije signala i moguće pojave "multipath".

RTK mjerenja sprovedena su u single-base režimu korišćenjem RTCM3 i RTCM2 korekcija sa obje mreže respektivno. Prilikom izbora lokacija na kojima je vršeno mjerenje birane su lokacije sa povoljnim uslovima za GNSS mjerenja, na kojima nema opstrukcije od strane okolnih objekata i jakih izvora elektromagnetnog zračenja. Svako mjerenje sprovedeno je nezavisno sa reinicijalizacijom. Početni dio eksperimenta podrazumjevao je inicijalnu pripremu podataka rekognosciranjem optimalnih pozicija za potrebe eksperimentalnih mjerenja.Na osnovu preklopa digitalnog katastarskog plana i prostornih podataka sa geoportala Uprave za nekretnine Crne Gore izabrane su odgovarajuće pozicije na rastojanjima od bazne stanice DGOR od 10, 20, 30, 40 i 50 kilometara. Stabilizacija tačaka za potrebe izvođenja eksperimentalnih mjerenja, izvršena je čeličnim bolcnama sa podloškom, pri čemu je svaka tačka markirana crvenim sprejom, kako bi ista poslužila za neka eventualna kasnija istraživanja.

Slika 10. Stabilizacija tačke

Prva tačka (na terenu obilježena kao P1) izabrana je na neposrednoj udaljenosti od bazne stanice mreže permanentnih stanica MontePN (zgrada UDG-a). Pri izboru lokacije za stabilizovanje tačaka, posebno se vodilo računa da teren bude pogodan i bez fizičkih prepreka u okolini (elevacioni ugao od 15°). Nakon stabilizacije tačaka, pristupilo se mjerenjima.

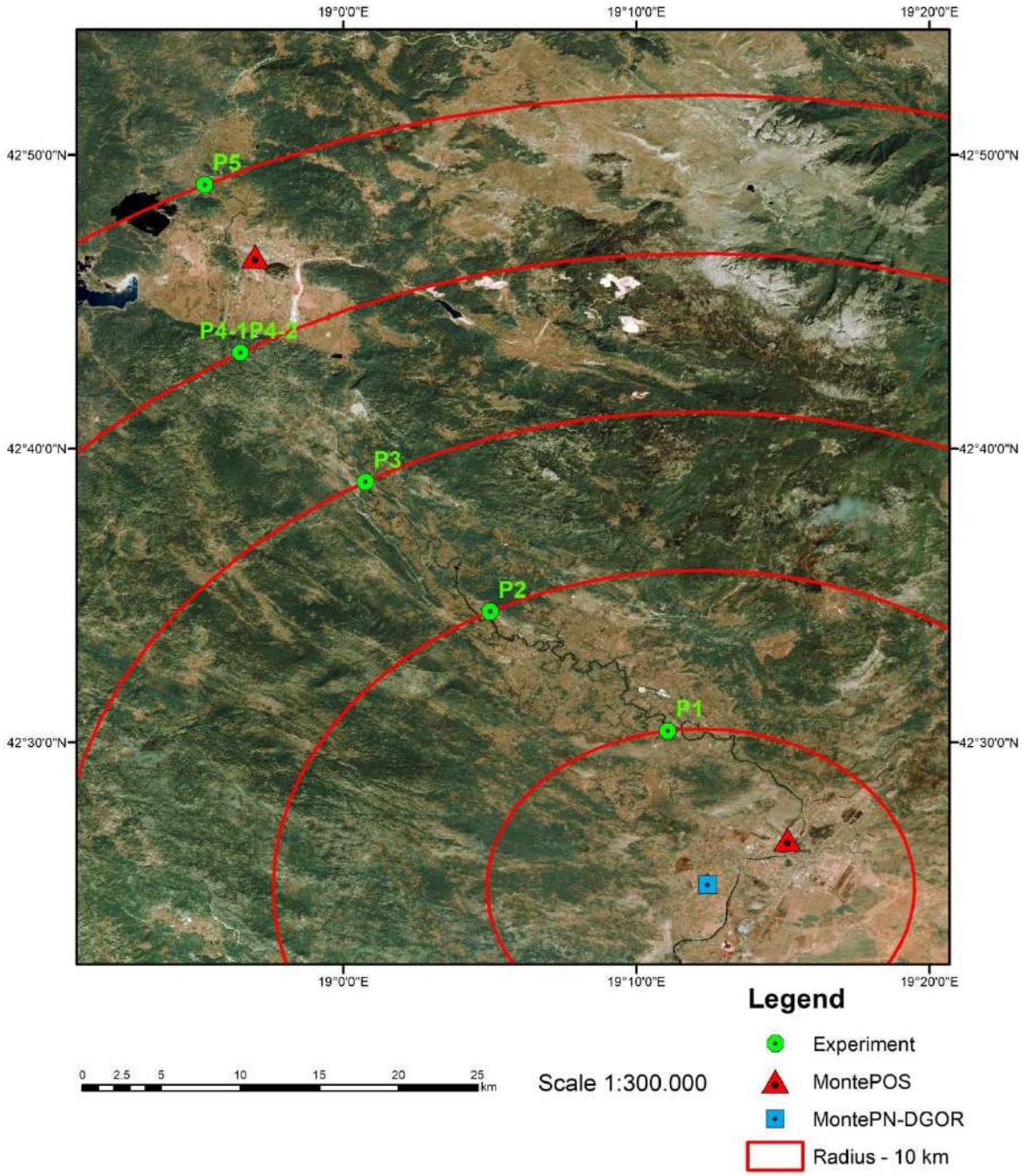
U posebno pripremljenom zapisniku, evidentirana su vremena inicijalizacije za 15-20 identičnih mjerenja. Mjerenja inicijalizacije su vršena od trenutka povezivanja na mrežu permanentnih stanica do trenutka dobijanja fiksnog rješenja, prateći ovaj proces na displeju kontrolera. Vrijeme inicijalizacije je mjereno na štoperici i rezultati su zapisivani do na deseti dio sekunde. Pretpostavljena maksimalna greška mjerenja vremena inicijalizacijepri ovako dobijenim rezultatima,na osnovu iskustvene procjene operatora, može se kretati u intervalu 0.2 do 0.5 sekundi. Vrijeme konvergencije je variralo u zavisnosti od stanja satelitske konstelacije, blizine eventualnih prepreka i algoritama za računanje fazne nesigurnosti koje koristi GNSS prijemnik.

Nakon realizovanih i registrovanih inicijalizacija u mreži MontePN, pristupilo se mjerenjima koordinata tačaka. Uz podešavanje osnovnih parametara, izabrana je UTM projekcija na GRS80 elipsoidu. Prije početka mjerenja vremena inicijalizacije, kao i samih mjerenja, štap sa prijemnikom je pomoću centrične libele doveden u vertikalni položaj i fiksiran pomoću tripoda, tako da je obezbjeđena nepomjerljivost tokom kompletne sesije mjerenja na svim tačkama.

Slika 11. Prijemnik postavljen korišćenjem tripoda na 2m visine

Mjerenja početne tačke sa dobijanjem korekcija od strane permanentne stanice DGOR Monte PN mreže numerisana su i memorisana od 1P1 do 1P20 i za svako očitavanje je prijemnik sprovodiopostupakosrednjavanja 20 mjerenja. Nakon mjerenja u MontePN mreži, na istom prijemniku su izvršena podešavanja za MontePOS mrežu i u poseban zapisnik zabilježena, na isti način mjerena, vremena inicijalizacije. Za pristupnu tačku za mjerenja u ovoj mreži permanentnih stanica biran je mod “AUTO-SINGLE”. Sama mjerenja su vršena na isti način (osrednjavanje 20 mjerenja po tački) samo sa različitom numeracijom (od 1M1 do 1M20).

U ANEX-u dokumenta dati su dijelovi html fajlova s generisanim podacima.



Slika 12. Eksperimentalne pozicije u odnosu na permanentu stanicu MontePOS i MontePN mreže u cilju ispitivanja perioda konvergencije fiksnog rješenja i mogućnosti prijema signala za dvije različite konstelacije satelitskih sistema

Poslije završenih mjerenja na tački P1, izvršena su mjerenja za tačku u “nepovoljnim uslovima” za satelitska mjerenja. Za ovu lokaciju izabran je urbani dio Podgorice, gdje je ipak iznad prijemnika bilo dovoljno “otvorenog neba” kako bi se omogućilo postizanje fiksnog rješenja. Ova tačka je obilježena kao “P2” i za nju je izabrana numeracija za mjerenja u okviru obje mreže (MontePN i Montepos) na način od 2UP1 do 2UP11[2]u MontePN, odnosno od 1UM1 do 1UM11 u MontePOS mreži. Na ovoj, kao i na preostalih 5 tačaka, na isti način kao i na P1, izmjerena su i registrovana mjerenja vremena inicijalizacije za 15 istih mjerenja.

Sve mjerenja su vršena u intervalima po 30 sekundi. Ukoliko je zbog gubljenja fiksnog rješenja (“nepovoljna lokacija”) neko mjerenje bilo prekinuto, isto se prekidalo i ponavljao se postupak, da bi se postigla konzistentnost za potrebe istraživanja mogućnosti prijema signala za dvije različite konstelacije satelistkih sistema.

Ostale loakcije na kojima su vršena mjerenja izabrane su na udaljenostima od (sukcesivno): 0km, 10km, 20km, 30km, 40km i 50km od DGOR permanentne stanice MontePN (slika 12). Ove lokacije su birane pod istim uslovima kao i za prvu tačku, vodeći računa da njihova stabilizacija ostane trajna. U kancelariji je zbog više faktora (postojanje asfaltnog puta, dobar GPRS signal, mogućnost biranja “čiste lokacije” u kontekstu elevacionog ugla itd.), izabran sjeverozapadnipravac od Podgorice (pravac ka Nikšiću).

Na svim tačkama su vršenja mjerenja kao na prve dvije lokacije, s tim da je numeracija izabrana od 3P1-3P20 do 7P1-7P2O za tačke MontePN mreže odnosno 3M1-3M20 do 7M1-7M20 za tačke MontePOS mreže. Fotografije svih mjerenih tačaka nalaze se u prilogu kao i dwg crtež sa izabranim lokacijama tačaka. Sve tačke su izabrane tako da se nalaze na ±200metara od predviđenih rastojanja (0 km, 10km, 20km, 30km, 40km i 50km) od permanentne stanice MontePN.

U Tabeli 2 su date približne lokacije tačaka koje su odabrane za eksperimentalna mjerenja u cilju utvrđivanja poboljšanja satelitske konstelacije mogućnošću prijema Galileo signala uz već postojeću konstelaciju GPS+GLONASS. Približne lokaciji su date u Gaus-Krigerovoj projekciji, 6. Zona, u cilju jednostavnije identifikacije, dok su u posebno generisanom zapisniku mjerenja dati ostali podaci koji se odnose na položajnu i visinsku preciznost, broj satelita, faktor geometrije konstelacije trenutno dostupnih satelita, koordinate u WGS84 koordinatnom sistemu i sl.

Oznaka tačke	Približne koordinate eksperimentalnih pozicija (Gaus-Krigerova projekcija 6. zona)		Opis lokacije
	Y [m]	X [m]	
P1 -10km	6597746	4707596	650 m poslije skretanja za Spuž (ispred skladišta na betonskoj podlozi)
P2 - 20km	6589348	4715012	poslije Danilovgrada ka Glavi Zete - 2.5 km

[2] Slovna oznaka "UP" odnosi se na ispitivanje prijema signala u urbanom dijelu Podgorice- City kvart.

P3 - 30km	6583433	4723120	400 m prije skretanja za selo Požar (tačka je locirana na betonskom krovu garaže)
P4-1 - 40km	6577513	4731197	40 m prije tunela Budoš
P4-2 - 40km	6577513	4731197	950 m nakon skretanja na put ka Ozrinićima (raskrsnica, desno 150m od mosta na potoku Bogduša)
P5 - 50km	6575742	4741769	140 m prije skretanja za bolnicu Brezovik (tačka je neposredno na prvom skretanju, desno, poslije Brezovačkog mosta)

Tabela 2. Koordinate pozicija za potrebe eksperimentalnih istraživanja

OPREMA, MJERENJE I SUMARNI REZULTATI EKSPERIMENTA

Tokom mjerenja korišćeni su servisi sa permanentnih stanica MontePOS i MontePN mreže sa specifikacijom prikazanoj u Tabeli 3:

	MontePOS	MontePN
GNSS prijemnik	Leica GRX1200	SinoGNSS M300 Mini
GNSS antena	Leica AT504 Choke Ring	SinoGNSS AT350 Choke Ring
Signali	GPS L1/L2	GPS L1/L2/L5
	GLONASS L1/L2	GLONASS L1/L2
		GALILEO E1/E5a/E5b
		BEIDOU B1/B2/B3
Format korekcija	RTCM2.3	RTCM3.2
Režim rada	Single base	Single base
CORS softver	Leica Spider	BKG Ntrip Caster
Agencija	Uprava za nekretnine	FIST

Tabela 3. Servisi permanentnih stanica MontePOS i MontePN mreže i njihova specifikacija

Rover korišćen tokom mjerenja je SinoGNSS T300. Specifikacija je prikazana u tabeli 4:

	SinoGNSS T300	
Broj kanala	572	
Signali	GPS L1/L2/L5	
	GLONASS L1/L2	
	GALILEO E1/E5a/E5b	
	BEIDOU B1/B2/B3	
Preciznost	Static	3mm+0.1ppm HZ
		3.5mm+0.4ppm V
	RTK	8mm+1ppm HZ
		15mm+1ppm V

Tabela 4. Rover SinoGNSS T300 i njegova specifikacija

U Tabeli 5. su dati sumarni rezultati po lokacijama mjerenja sa oba servisa. Na 1 lokaciji servis MontePOS nije bio dostupan. Razlike u UTM koordinatama posledica su različitih datuma MontePOS i MontePN mreža.

Lokacija	1	
Servis	MontePOS	MontePN
Udaljenost od baze	-	0km
Koordinatni sistem	UTM, ITRS	UTM, ETRS
Broj mjerenja	Servis nedostupan	20
Broj satelita	-	
Prosječno vrijeme inicijalizacije	-	4s (<5s)
Srednja pozicija	-	351936.803, 4697831.583, 69.612
Standardna devijacija [m]	-	0.001, 0.001, 0.006
Lokacija	2	
Servis	MontePOS	MontePN
Udaljenost od baze	11km	10km
Koordinatni sistem	UTM, ITRS	UTM, ETRS
Broj mjerenja	20	20
Broj satelita	10	19
Prosječno vrijeme inicijalizacije	11s (8s-20s)	4s (3s-5s)
Srednja pozicija	350809.664, 4707635.871, 89.654	350809.515, 4707635.705, 89.622
Standardna devijacija [m]	0.006, 0.010, 0.021	0.005, 0.008, 0.010

Lokacija	3	
Servis	MontePOS	MontePN
Udaljenost od baze	22km	20km
Koordinatni sistem	UTM, ITRS	UTM, ETRS
Broj mjerenja	20	20
Broj satelita	7	17
Prosječno vrijeme inicijalizacije	60s-5min	4s (<5s)
Srednja pozicija	342631.803, 4715468.975, 87.726	342631.647, 4715468.801, 87.71
Standardna devijacija [m]	0.010, 0.023, 0.032	0.005, 0.005, 0.015
Lokacija	4	
Servis	MontePOS	MontePN
Udaljenost od baze	15.5km	30km
Koordinatni sistem	UTM, ITRS	UTM, ETRS
Broj mjerenja	20	20
Broj satelita	6	16
Prosječno vrijeme inicijalizacije	15s (10s-30s)	4s (<5s)
Srednja pozicija	336996.115, 4723728.327, 97.707	336995.973, 4723728.169, 97.627
Standardna devijacija [m]	0.007, 0.009, 0.036	0.004, 0.004, 0.015
Lokacija	5	
Servis	MontePOS	MontePN
Udaljenost od baze	5km	40km
Koordinatni sistem	UTM, ITRS	UTM, ETRS
Broj mjerenja	20	20
Broj satelita	5	17
Prosječno vrijeme inicijalizacije	10s (8s-15s)	4s (<5s)
Srednja pozicija	336155.796, 4734417.827, 658.826	336155.652, 4734417.667, 658.794
Standardna devijacija [m]	0.004, 0.006, 0.009	0.006, 0.004, 0.009
Lokacija	6	
Servis	MontePOS	MontePN
Udaljenost od baze	5km	50km
Koordinatni sistem	UTM, ITRS	UTM, ETRS
Broj mjerenja	20	20
Broj satelita	6	14
Prosječno vrijeme inicijalizacije	10s (8s-12s)	5s (<6s)
Srednja pozicija	330212.667, 4742280.901, 662.854	330212.529, 4742280.755, 662.766
Standardna devijacija [m]	0.004, 0.013, 0.012	0.003, 0.004, 0.012

Tabela 5. Sumarni rezultati po lokacijama mjerenja sa oba servisa

Procesiranjem vektora metodom relativnog statičkog pozicioniranja od permanentne stanice MontePOS mreže postavljene na zgradi Uprave za nekretnine do permanentne stanice DGOR MontePN mreže, izvršeno je određivanje koordinate DGOR stanice sa datumom MontePOS mreže sa ciljem svodjenja na isti datum sa istom epohom.

Na osnovu simultanog mjerenja i prikupljanja originala mjerenja u RINEX formatu u trajanju od 8h i 40min dobijeni su sledeći rezultati:

```
% obs start : 2020/12/03 21:09:19.0 GPST (week2134 421759.0s)
% obs end   : 2020/12/04 05:37:05.0 GPST (week2134 452225.0s)
% pos mode  : static
% freqs     : L1+L2
% solution  : forward
% elev mask : 10.0 deg
% dynamics  : off
% tidecorr  : off
% ionos opt : broadcast
% tropo opt : saastamoinen
% ephemeris : broadcast
% amb res   : fix and hold
% val thres : 3.0
% antenna1  :                        ( 0.0000  0.0000  0.0000)
% antenna2  :                        (-0.0006 -0.0004 -0.0032)
% ref pos   :  4451226.5282   1555736.5987   4280765.8075
%
% (x/y/z-ecef=WGS84,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=#
of satellites)
%  GPST             x-ecef(m)    y-ecef(m)    z-ecef(m)   Q ns
sdx(m) sdy(m) sdz(m) sdxy(m) sdyz(m) sdzx(m) age(s) ratio
2020/12/03 21:09:19 4453507.0661 1551168.3516 4280016.3443 18   0.0001
0.0000 0.0001 0.0000  0.0000  0.0001  0.00   8.9
```

Za svođenje koordinata tačaka mjerenih sa MontePN mreže sa datumom ETRF2000 na datum i epohu MontePOS mreže, na koordinate X, Y, Z [ECEF], potrebno je dodati razliku koordinata P_DGOR@MontePOS-P_DGOR@ETRF2000 (Tabela 6).

DGOR@MontePOS	4453507.066	1551168.352	4280016.344
DGOR@ETRF2000	4453507.160	1551168.231	4280016.170
Razlika	-0.094	0.120	0.174

Tabela 6. Razlike koordinata P_DGOR@MontePOS-P_DGOR@ETRF2000

Na lokaciji City kvarta u Podgorici, kao reprezentativno nepovoljna lokacija za GNSS mjerenje dobijeni su rezultati RTK mjerenja i prikazani u Tabeli 7. Lokacija se nalazi na po 3km rastojanja od Uprave za nekretnine i Univerziteta Donja Gorica. Vrijeme inicijalizacije tokom određivanja sa MontePOS mreže iznosi oko 5min sa prosječnim brojem satelita 5. Tokom određivanja sa MontePN mreže prosječno vrijeme inicijalizacije iznosi <60s sa prosječnim brojem satelita 11.

MontePOS				MontePN		
east	north	elevation		east	north	elevation
354786.041	4700169.198	81.974		354787.010	4700168.416	82.171
354786.041	4700169.205	81.964		354787.001	4700168.425	82.160
354786.024	4700169.220	81.953		354787.002	4700168.420	82.164
354787.159	4700168.582	82.246		354786.990	4700168.420	82.159
354787.160	4700168.581	82.262		354787.009	4700168.418	82.157
354787.158	4700168.581	82.256		354787.001	4700168.415	82.141
354787.151	4700168.590	82.223		354787.014	4700168.409	82.124
354787.151	4700168.588	82.236		354787.016	4700168.413	82.131
354787.156	4700168.585	82.259		354787.014	4700168.416	82.164
354787.156	4700168.583	82.261		354787.007	4700168.426	82.164
354787.148	4700168.586	82.257		354787.000	4700168.423	82.153

Tabela 7. Rezultai mjerenja City kvarta Podgorica- izabrana kao nepovoljna lokacija za GNSS mjerenja

DISKUSIJA REZULTATA

Budući da MontePN mreža za sada ima samo jednu permanentnu stanicu, nije moguća primjena mrežnih koncepata poput VRS, FKP ili MAX. Radi konzistentnog poređanja vršena su mjerenja u ***Single base*** režimu rada.

Vektori mjerenja korišćenjem MontePOS servisa ne prelaze 22km, dok je maksimalna dužina vektora i do 50km. Iako svi rezultati imaju preciznost u okviru RTK deklarisane (3-5cm), na svim lokacijama standardna devijacija određivanja MontePN servisa manja je u odnosu na određivanje pomoću MontePOS servisa (Tabela 5).

Kod određivanja pomoću MontePOS servisa preciznost opada pri nešto dužim baznim linijama (>15km), dok se kod MontePN servisa preciznost održava na ispod 15mm čak i kod baznih linija dužina i do 50km. Vrijeme potrebno za rješavanje celobrojne fazne neodređenosti, tj. perioda inicijalizacije, manje je od 10s prilikom korišćenja MontePN servisa i bolje na svim lokacijama u odnosu na korišćenje MontePOS servisa. Pri nešto dužim baznim linijama (~22km) inicijalizacija koriščenjem MontePOS servisa traje i do 60s.

Nakon svođenja koordinata određenih korišćenjem MontePN servisa sa ETRF2000 datuma na datum MontePOS mreže, razlike koordinata poređenjem oba servisa uvek su bolje od 15mm po položaju i 25mm po visini, prosječno(Tabela 8). Dostupnost MontePN servisa tokom mjerenja je 100%, dok za prvu lokaciju MontePOS servis nije bio dostupan.

Za uslove povoljne za GNSS mjerenja, oba servisa daju visokoprecizne rezultate određivanja sa centimetarskom tačnošću u domenu deklarisanih vrednosti, s tim da se može zaključiti da korišćenjem servisa sa dodatnim konstalacijama značajno utiče na povećanje preciznosti i tačnosti, ali i na znatno brži period inicijalizacije. Takođe, servisi sa dodatnim konstalacijama uspešno određuju fiksan položaj i do 50km dužine bazne linije.

U gradskim uslovima, urbanim kanjonima i uslovima ne baš povoljnim za GNSS mjerenja, kako zbog smanjenog broja vidljivih satelita, tako i zbog višestruke refleksije signala, značajano je bolja pouzdanost korišćenjem servisa sa svim konstalacijama.

Prilikom mjerenja sa MontePOS servisom, prva tri mjerenja određena su sa pogrešnim fiksiranjem fazne neodređenosti usled nepovoljnih uslova što je rezultiralo relativno dobrom preciznošću, ali vrlo slabom tačnošću (Tabela 8). Nakon uklanjanja ovih mjerenja kao grubih grešaka, izvedeni su zaključci o tačnosti i preciznosti. Period inicijalizacije bez dodatnih konstalacije traje i do 5min. Kod određivanja u nepovoljnim uslovima primjenom MontePN servisa, nisu uočena pogrešna fiksiranja i period inicijalizacije ne premašuje 60s.

	MontePOS			MontePN					
Lokacija	e	n	u	e	n	u	de	dn	du
1(0km)	-	-	-	351936.951	4697831.742	69.693	-	-	-
2(10km)	350809.664	4707635.871	89.654	350809.663	4707635.863	89.704	0.001	0.008	-0.050
3(20km)	342631.803	4715468.975	87.726	342631.795	4715468.960	87.792	0.008	0.015	-0.066
4(30km)	336996.115	4723728.327	97.707	336996.121	4723728.327	97.709	-0.006	0.000	-0.002
5(40km)	336155.796	4734417.827	658.826	336155.800	4734417.824	658.876	-0.004	0.003	-0.050
6(50km)	330212.667	4742280.901	662.854	330212.677	4742280.913	662.849	-0.010	-0.012	0.005
URB	354787.155	4700168.585	82.250	354787.154	4700168.577	82.235	0.001	0.008	0.015

Tabela 8.Koordinate mjerenja i tačnost

ZAKLJUČAK EKSPERIMENTA

Evropski Galileo GNSS sistem u 2020. godini trebalo je da postane potpuno operativan. U odnosu na ostale sisteme, Galileo donosi pozicionu tačnost i do decimetarskog nivoa. Mada razvoj novih metoda poput PPP omogućuje tačnost sve bližu RTK metodi, period konvergencije rješenja je problem.

Ocjenom grešaka poput troposferskog kašnjenja, grešaka časovnika i kombinovanih efemerida brzina konvergencije može biti poboljšana. Za ove potrebe postojeće mreže GNSS permanentnih stanica mogu imati veliki značaj. Uz EPN, veliki broj zemalja u Evropi ima potpuno operativne mreže GNSS permanentnih stanica koji pored GPS/GLONASS sistema podržavaju i druge sisteme poput Galileo i Compass. RT, kao još uvek dominantna metoda, zastupljena je u premjeru i drugim oblastima primjene gde se traži visoka preciznost.

Studija analizira performanse Galileo enabled sistema u relativnom pozicioniranju, njegovu tačnost i period konvergencije do fiksnog rješenja, u poređenju sa sistemima bez Galilea.

Na osnovu analize rezultata terenskih mjerenja, može se izvesti zaključak da Galileo sistem ne samo doprinosi tačnosti i smanjenju perioda konvergencije rješenja, već i da omogućava precizno pozicioniranje u nepovoljnim uslovima poput urbanih kanjona, klisura i sl.

Dobijeni rezultati pokazuju (na nivou eksperimenta) da MontePN servis daje značajno bolje i pouzdanije rezultate od MontePOS servisa. Pri ovome treba posebno imati u vidu da je trenutno u Crnoj Gori aktivna samo jedna CORS stanica i da bi pokrivanjem čitave teritorije Crne Gore sa njima, ovaj servis bio dostupan svim korisnicima ove tehnologije sa datastrimovima u realnom vremenu. Posebno ukoliiko bi se sistem proširio sa postavljanjem još 4 ili 5 stanica.

Integracijom ovih permanentnih stanica u *EPN* sistem postiže se značajna potvrda kvaliteta MontePN mreže u smislu pouzdanosti podataka koji se dostavljaju krajnjim korisnicima sistema.

Ključne reči: MontePN, GNSS, Galileo, RTK, performanse, tačnost, period inicijalizacije

PRIMJENA GNSS

GNSS tehnologija mijenja način na koji živimo, radimo i krećemo se. Bilo da se krećemo kopnom, morem ili vazduhom, kroz udaljena područja ili u urbanima sredinama, ova tehnologija je prisutna. Naime, u mobilnim telefonima imamo prijemnike za globalno pozicioniranje, kao standardnu opremu, te imamo pristup preciznim informacijama o pozicioniranju.

Prijemnici Globalnog navigacionog satelitskog sistema (GNSS), koji koriste GPS, GLONASS, Galileo ili Beidou sistem, koriste se u mnogim aplikacijama. Zbog raznovrsnosti korišćenja, postoje razne podjele korisničkih zahtjeva u zavisnosti od potrebe dostupnosti, tačnosti, kontinuiteta, integriteta ili robusnosti. Odavde i podjela aplikacija na potrošačke aplikacije za masovno tržište, upravljanje radnom snagom, voznim parkom, saobraćajem, imovinom, aplikacije s naglaskom na pouzdanost ili sigurnost, aplikacije visoke preciznosti, vremenske aplikacije kao što su finansijske, provajderske, energetske usluge (https://www.gsc-europa.eu/gnss-market-applications/gnss-users). Ovdje ćemo navesti neke od primjera aplikacija GNSS tehnologija, a neke od njih bi bilo dobro da se razviju i u Crnoj Gori.

Jedna od široko korišćenih aplikacija je primjena GNSS tehnologija u **navigaciji**. Automobili mogu biti opremljeni GNSS prijemnicima koji omogućavaju prikaz pokretnih mapa i informacija o lokaciji, brzini, pravcu i obližnjim ulicama i tačkama interesa. Avionski navigacioni sistemi obično prikazuju „pokretnu mapu“ i često su povezani sa autopilotom za navigaciju na ruti. GNSS prijemnici u pilotskoj kabini pojavljuju se u avionima opšte avijacije svih veličina. Piloti koriste GNSS snimače leta za evidentiranje GNSS podataka potvrđujući njihovu rutu, a mogu koristiti GNSS za određivanje staza do tačaka kao što su alternativni aerodromi. Slično, čamci i brodovi mogu da koriste GNSS za navigaciju svim svetskim jezerima, morima i okeanima. Pomorske GNSS jedinice uključuju funkcije korisne na vodi, kao što su funkcije „čovek preko palube“ (MOB) koje omogućavaju trenutno označavanje mesta na kojem je osoba pala preko broda, što pojednostavljuje napore za spasavanje. GNSS takođe može poboljšati bezbednost saobraćaja putem omogućavanja automatskog identifikacionog sistema. Planinari, alpinisti, biciklisti, rekreativci, koriste ove tehnologije u svojim aktivnostima pod vedrim nebom.

Mašine za rad mogu da koristi GNSS, npr., u građevinarstvu, rudarstvu i preciznoj poljoprivredi. Lopatice i kašike građevinske opreme kontrolišu se automatski u sistemima za mašinsko vođenje zasnovanim na GNSS-u. Poljoprivredna oprema može da koristi GNSS za automatsko upravljanje ili za vizuelizaciju na ekranu vozača. Ovim se kontrolišu operacije međurednih usjeva i prskanja. Takođe, berači mogu da kreiraju mape prinosa neobrađenih oranica (https://www.orbcomm.com/en/industries/heavy-equipment).

Premjer i mapiranje: GNSS prijemnici mogu se koristiti za pozicioniranje markera **premjera**, zgrada i izgradnje puteva. Koristeći konstalacije sa satelita iz GPS, GLONASS, Galileo i Beidou sistema greške u pozicioniranju veličine su do jednog centimetra. **Mapiranje** i **GIS** aplikacije se ne oslanjaju na GNSS kao jedino sredstvo za prikupljane podataka, ali široko rasprostranjena GNSS tehnologija omogućila je jeftine procese sakupljanja podataka koji su učinili GIS tehnologije opšte upotrebljivim. U **geofizici i geologiji** visoko precizna mjerenja naprezanja zemljine kore mogu se izvršiti diferencijalnim GNSS-om pronalaženjem relativnog pomjeranja između GNSS senzora. Više prijemnika koji se nalaze na području koje se aktivno deformišu (poput vulkana, zone rasjeda, klizišta) mogu se koristiti za pronalaženje naprezanja i kretanja tla. Razvoj jeftinih GNSS senzora omogućio je razvoj sistema kontinuiranog praćenja kretanja koja su povezana sa prirodnim procesima, poput klizišta, sa sve većom tačnošću i mogućnošću blagovremenog djelovanja (Notti D. and all, 2020).

Dok **arheolozi** istražuju neko nalazište, oni obično prave trodimenzionalnu mapu nalazišta, detaljno opisujući gde se nalazi svaki artefakt. Za manja područja, za dobijanje trodimenzionalnih tačaka koristi se elektronski uređaj za merenje udaljenosti. Međutim, ovakvi sistemi imaju značajna ograničenja jer zahtjevaju jasnu liniju lokacije. Kinematički (RTK) sistemi u stvarnom vremenu GPS/GNSS) mogu pružiti brza i tačna mjerenja tačaka na širokom području bez mnogih ograničenja starijih tehnologija. Ova tehnologija je postala jeftina, te dostupna i većem broju korisnika. Primjer korišćenja višepojasnog RTK GNSS prijemnik sa centimetrskom preciznošću Emlid Reach RS prikazan je u radu (Augustin C. Hall, 2019).

Procjena atmosferskih parametara iz GNSS posmatranja i naknadna upotreba parametara u meteorologiji je **GNSS meteorologija**. Raspodjela vodene pare u troposferi je vrlo neujednačena i vrlo je osjetljiva na vremenske i prostorne promjene. Vremenska prognoza zahtjeva tačne vremenske i prostorne informacije o polju atmosferske vlažnosti. Informacije o atmosferskoj vodenoj pari prikupljene tradicionalnim meteorološkim metodama posmatranja imaju nižu vremensko-prostornu rezoluciju i veće troškove posmatranja. GNSS tehnologije imaju nižu cijenu od tradicionalnih metoda meteorološkog osmatranja, a pritom omogućavaju dobijanje informacija o atmosferskoj vodenoj pari visokog kvaliteta i praćenje vremenskih uslova u realnom vremenu. Poseban naglasak se, u novije vrijeme, stavlja na primjenu Multi-GNSS (GPS / Beidou / Glonass / Galileo) meteorologije. Sa progušćavanjem GNSS mreža na zemlji ova tehnologija postaje važno tehničko sredstvo za praćenje ukupne i vertikalne raspodjele atmosferske vodene pare, uz mjerenje gornjeg vjetra i praćenje klimatskih promjena i imaće važnu ulogu u srednjim i malim vremenskim analizama, numeričkoj prognozi vremena, katastrofalnoj meteorološkoj službi i globalnom praćenju klimatskih promjena. (Qiuying G., 2018)

Nabrojaćemo još neke od primjena ovih tehnologija i dati kratak opis (G. Manoj Someswar,2013):

- **Precizna referenca vremena** - Mnogi sistemi koji moraju biti tačno sinhronizovani koriste GNSS kao izvor tačnog vremena (NTP (Netvork Time Protocol), seizmološki senzori, Time division multiple access (TDMA) komunikacione mreže…).
- **Mobilne satelitske komunikacije** - Sistemi satelitske komunikacije koriste usmjerenu antenu čiji kontroleri sadrže GNSS prijemnik (kod brodova, vozova,…)
- **Hitne usluge i usluge zasnovane na lokaciji** - Službe za vanredne situacije mogu koristiti GNSS funkciju za lociranje ljudi i stvari
- **Igre zasnovane na lokaciji** - Geocaching je sport na otvorenom koji podrazumijeva traženje skrivenih objekata sa zadatom geografskom dužinom i širinom.
- **GNSS compass**.
- **Sistemi za praćenje.**
- **Fotografsko geokodiranje.**
- **Marketing** - Kompanije za istraživanje tržišta kombinuju GIS sisteme i istraživanje zasnovano na anketama kako bi odlučile gde će otvoriti nove filijale
- **Socijalne mreže** – Traženje prijatelja na prilagođenim mapama nekoj kompaniji kako bi korisnici dobijali informacije kada je stranka unutar nekog dometa

Kako primjena GNSS tehnologija stalno raste, to svake dvije godine evropska GNSS agencija objavljuje tržišne i korisničke izvještaje (https://www.gsc-europa.eu/electronic-library/gnss-market-and-user-reports). Postoji nepregledan broj mogućnosti njihovog korišćenja, a vremenom će broj aplikacija rasti u skladu sa domišljatošću i tržištem. U prilog ovog zaključka o primjeni GNSS tehnologija u svakodnevnom životu je pokrepljena i pojavom Interneta stvari (**IoT**) koja će znatno povećati broj usluga i aplikacija koje zahtevaju informacije o pozicioniranju. Interesantno je pitanje čovjeka koji je jedan od direktora u Syntony

GNSS, "Zašto bi postavljao senzore na nepokretnim stvarima, kao što su frižider, sijalica? Pa one se ne kreću." (https://insidegnss.com/low-power-gnss-in-the-cloud-for-iot/). No, ubrzo je shvatio da ako možete da pozicionirate sijalice ulične rasvjete i imate informacije o vremenu instaliranja i radu, postajete bolji u održavanju, možete planirati intervencije, optimizovati vrijeme rada timova na terenu. IoT senzori za pozicioniranje obično dobijaju i dostavljaju svoj položaj centralnom čvoru, gde njime dalje upravlja i analizira ga korisnik. Iako su zahtjevi jeftinih IoT senzora strogi u pogledu potrošnje energije i većeg vijeka trajanja baterije, ove tehnologije su već dostigle svoje granice. Teorijski i eksperimentalni rezultati pokazuju izvodljivost GNSS pristupa zasnovanog na oblaku u energetskoj efikasnosti, performansama i ekonomskom pogledu (https://insidegnss.com/gnss-iot-positioning-from-conventional-sensors-to-a-cloud-based-solution/).

REFERENCE

Aljinović, B., Prelogović, E. & Skoko, D., 1987. Novi podaci o dubinskoj geološkoj građi i seizmotektonskim aktivnim zonama u Jugoslaviji.. *Geol. vjesnik,* Issue 40, pp. 225-263.

Altamimi Z. (2017), EUREF Technical Note 1: Relationship and Transformation between the International and the European Terrestrial Reference Systems, http://etrs89.ensg.ign.fr/pub/EUREF-TN-1.pdf.

Andrzej Araszkiewicz, Damian Kiliszek, (2019): Comparison of the regional solutions using GPS and Galileo data, EUREF Symposium, Talin, Estonia, 2019.

AUSPOS GPS Processing Report, 07.05.2019., AUSPOS OnlineGPS Processing Service, Geoscience Australia.

Bruyninx C. et al. (2012), Enhancement of the EUREF Permanent Network Services and Products, "Geodesy for Planet Earth", IAG Symposia Series, Vol. 136, pp. 27-35, DOI:10.1007/978-3-642-20338-1_4).

Bruyninx, C., Altamimi, Z., Caporali, A., Kenyeres, A, Legrand, J, Lidberg, M. (2018): Guidelines for EUREF Densifications, IAG sub-commission for the European Reference Frame – EUREF.

Caporali, J. Zurutuza and M. Bertocco, (2019): The Analysis of the Italian GNSS Network at the University of Padova: ETRS89 densification and Scientific GNSS Backbone Network, EUREF Symposium, Talin, Estonia, 2019.

Dragičević, I. i dr., 2010. Dinaridi: evolucija i recentni geotektonski odnosi (Bosna i Hercegovina, Hrvatska). U: *Vodič ekskurzije. 4. Hrvatski geološki kongres.* Zagreb: Hrvatski geološki institut, pp. 27-28.

GNSS DATA PROCESSING, Volume I: Fundamentals and Algorithms; European GNSS Agency (GSA), 2013; pp-1-238

GNSS DATA PROCESSING, Volume II: Laboratory Exercises; ; European GNSS Agency (GSA), 2013; pp-1-344

GNSS market Report, Issue 4, European GNSS Agency (GSA),2015, pp-1-84.

GNSS User Technology Report, Editors special on Space Data for Europe, Issue 3, 2020 European GNSS Agency (GSA); pp-1-108

Kenyeres, A. (2010): Categorization of permanent GNSS reference stations, EUREF Permanent GNSS Network.

Siejka, Z. (2018): Validation of the Accuracy and Convergence Time of Real Time Kinematic Results Using a Single Galileo Navigation System, Sensors, Sensors (Basel). 2018 Aug; 18(8): 2412.

Towards Horizon Europe : European GNSS downstream Research & Innovation, priorities and consultation results; European-GNSS-Agency; 2020; pp-1 -12

Notti D. and all (2020): Low-Cost GNSS Solution for Continuous Monitoring of Slope Instabilities Applied to Madonna Del Sasso Sanctuary (NW Italy), MDPI, 2020 Jan.

Austin C. Hill ad all: A New Era in Spatial Data Recording: Low-Cost GNSS, Advances in Archaeological Practice 7(2), 2019 May.

Qiuying Guo , Xuxiang Wu and Wengang Sang: Review of the Research Status and Progress of Ground-Based GNSS Meteorology, Proceedings of the International Workshop on Environment and Geoscience (IWEG 2018), pages 199-206 ISBN: 978-989-758-342-1

G. Manoj Someswar and all: Global Navigation Satellite Systems and Their Applications, International Journal of Software and Web Sciences (IJSWS), 12-326, 2013.

POPIS KORIŠTENIH URL-OVA

https://ec.europa.eu/growth/sectors/space_en

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52018SC0327

http://www.oxts.com/what-is-gnss

https://www.gsa.europa.eu/r-d/gnss-r-d-programmes/fundamental-elements

http://montepn.udg.edu.me/?page_id=28

https://www.epncb.oma.be/networkdata/stationmaps.php

http://montepn.udg.edu.me/

https://www.esa.int/

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6111738/

http://www.nekretnine.co.me/mne/

http://epncb.eu/_productsservices/timeseries/index.php?station=DGOR00MNE&update&type=ITRS

http://epncb.eu/_productsservices/timeseries/index.php?station=DGOR00MNE&update&type=ETRS89

https://www.gsc-europa.eu/gnss-market-applications/gnss-users

https://www.gsc-europa.eu/electronic-library/gnss-market-and-user-reports

https://www.orbcomm.com/en/industries/heavy-equipment

https://insidegnss.com/low-power-gnss-in-the-cloud-for-iot/

https://insidegnss.com/gnss-iot-positioning-from-conventional-sensors-to-a-cloud-based-solution/

SKRAĆENICE/LIST OF ACRONYMS (www.gsa.europa.eu/library/glossary)

ASCII	American Standard Code for Information Interchange
AHRC	Altitude Heading Referece System
ARTEMIS	Advanced Relay and Technology Mission Satellite
ARTES	Advanced Research in TElecommunication Systems
ASE	Agence Spatiale Europeneenne Space Agency (ESA)
BSDR	Baseline System Design review
BRNA	Berlina RIMS
C1	C-band uplink frequency (C1=6,4 GHz)
C2	C-band downlinkfrequency (C2=3,6 GHz)
CCB	Change Configuration Board or Configuration Control Board
CCIT	Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique or International Telephone and Telegraph Consultative Committee
CNMS	Communication Network Management System
CRD	Comment Response Documents (at EASA)
CSU	Channel Service Unit
SW	Continuous Wave
DCU	Display & Control Unit
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH (D)
DME	Distance Measuring Equipment
DOP	Dilution Of Precision
DPU	Data Processing Unit
DRMS	Distance Root Mean Square
DSPU	Digital Signal Processing Unit
EUSPA	European Space Programme Agency
EASA	European Aviation Safety Agency
ECSS	European Co-operation for Space Standardisation
EDAS	EGNOSData Access System
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ETRS89	European Terrestrial Reference System
EL	Elevation
ESA	European Space Agency
ESTEC	European Space Research and Technology Centre (Noordwijk)
FANS	Future Air Navigation Systems
GOVSATCOM	Government Satellite Communications
G-SBAS	Geostationary-Satellite Based Augmentation Systems
G/S	Ground Segment
GEO	Geostationary Earth Orbit or INMARSAT Geostationary satellite
GIVE	Grid Ionospheric Vertical Error
GLONAS	Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema or Global Navigation Satellite System
GNOS	Geostationary Navigation Overlay Service
GNSS	Global Navigation Satellite System
GNSS-1	GNSS First Generation
GPS	Global Positioning System
GRS	Geostationary Ranging Stations or Geostationary Ranging System
GSA	European GNSS Agency
GSM	Global System for Mobile communications
GUI	Graphical User Interface

HPL	High Precision Landing or Horizontal Protection Level
I/S	Interference / Signal
ICAO	International Civil Aviation Organisation
IERS	International Earth Rotation Service
IGS	International GPS Service for Geodynalics
INMARSAT	International MARitime SATellite
ISNS	Inertial Navigation System
ISO	International Satellite Navigation System
ITRF	International Organization for Standardization
ICRF	International Terrestrial Reference Frame
ITU	International Celestial Reference Frame
JCB	International Time Unit
LAN	Joint Communications Board (ESA)
LADGPS	Local Area Network
L2	Local Area Differential GPS
L1	L2-GPS frequency (L1 = 1227,2 MHz)
MTSAT	L1-GPS frequency (L1 = 1575,42 MHz)
MCC	Multi Transport SATellite
NLES	Mission Control Centres
NASA	Navigation Land Earth Station
OHA	National Airspace System or National Air Space
PRN	Operating Hazard Analysis
R-GEO	Pseudo Random Noise
RAMS	Ranging via GEO satellites
RCVR	Reliability Availability, Maintainability and Safety
RMS	Receiver
RTK	Root Mean Square
RX	Receiver
SAN	Satellite Access Node
SGS	Soviet Geocentric System
SNAPS	Satellite Navigation Performance Analysis Software
SQL	Structure Query Language
UAV	System Testing
UTC	Unmanned Aerial Vehicle
VHF	Coordinated Universal Time
VMS	Very High Frequency
WGS-84	Vessel Monitoring System World Geodetic System
MNE	Montenegro
UTM	*Universal Transverse Mercator*
ITRF	International Terrestrical Reference Frame
VLBI	Very Long Baseline Interferometry,
SLR	Satellite Laser Ranging

Result

Project Info

Name	montepos2
Create time	2020-10-31 13:28:33
Surveyor	
Time zone	GMT+01:00
Template	None
Datum	cg
Environment	None
Weather	
Comment	

Datum information

Datum name	cg
Geoid model	No
Semi-major axis	6378137.000
Flattening	298.257223563000
Projection	UTM
Zone	34

Hemisphere	North
Projection Height	1.800

Horizontal Adjustment	No

Vertical Adjustment	No

Transformation type	No

Calibration Paired Points

None

Survey

Point with Base Station

ID	117
Name	Base:5M7
Code	
Message type	RTCM
Station type	Auto base
Coordinate type	WGS84SPACE
x	4737344.674
y	332101.529
h	702.646

B	42°46'12.91245"
L	18°56'51.97827"
H	702.646
Translation X	0.000
Translation Y	0.000
Translation Z	0.000

ID	118
Name	5M7
Code	
x	4723728.328
y	336996.128
h	97.669
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.600
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:10:51
B	42°38'55.54034"

ID	124
Name	5M13
Code	
x	4723728.334
y	336996.119
h	97.708
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.004
RMS	0.003
PDOP	1.597
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:14:05
B	42°38'55.54050"

L	19°00'41.32832"
H	97.669
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	2.000
Base	Base:5M7
To base X	-13616.345
To base Y	4894.599
To base Z	-604.977
To base distance	14481.988

L	19°00'41.32793"
H	97.708
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-13616.340
To base Y	4894.591
To base Z	-604.939
To base distance	14481.978

ID	125
Name	5M14
Code	
x	4723728.332
y	336996.121
h	97.705
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.002

ID	174
Name	6M3
Code	
x	4734417.832
y	336155.801
h	658.824
X precision	0.002
Y precision	0.002
H precision	0.004
RMS	0.003

PDOP	1.596
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:14:37
B	42°38'55.54046"
L	19°00'41.32803"
H	97.705
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-13616.341
To base Y	4894.593
To base Z	-604.941
To base distance	14481.980

PDOP	1.427
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:01:34
B	42°44'41.24089"
L	18°59'53.32484"
H	658.824
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.841
To base Y	4054.272
To base Z	-43.823
To base distance	5000.545

ID	175
Name	6M4
Code	
x	4734417.828
y	336155.798

ID	176
Name	6M5
Code	
x	4734417.827
y	336155.797

h	658.825
X precision	0.004
Y precision	0.004
H precision	0.007
RMS	0.006
PDOP	1.426
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:02:06
B	42°44'41.24075"
L	18°59'53.32472"
H	658.825
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.846
To base Y	4054.270
To base Z	-43.822
To base distance	5000.545

h	658.815
X precision	0.002
Y precision	0.002
H precision	0.004
RMS	0.003
PDOP	1.425
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:02:37
B	42°44'41.24072"
L	18°59'53.32468"
H	658.815
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.846
To base Y	4054.269
To base Z	-43.831
To base distance	5000.545

ID	182
Name	6M11
Code	
x	4734417.830
y	336155.793
h	658.834
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.002
PDOP	1.417
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:06:03
B	42°44'41.24080"
L	18°59'53.32450"
H	658.834
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7

ID	183
Name	6M12
Code	
x	4734417.827
y	336155.790
h	658.834
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.004
RMS	0.003
PDOP	1.416
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:06:35
B	42°44'41.24070"
L	18°59'53.32437"
H	658.834
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7

To base X	-2926.844
To base Y	4054.265
To base Z	-43.813
To base distance	5000.540

To base X	-2926.847
To base Y	4054.262
To base Z	-43.812
To base distance	5000.539

ID	184
Name	6M13
Code	
x	4734417.826
y	336155.792
h	658.839
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.002
PDOP	1.415
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:07:06
B	42°44'41.24068"
L	18°59'53.32446"
H	658.839

ID	185
Name	6M14
Code	
x	4734417.823
y	336155.792
h	658.835
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.413
SVs	5
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:07:37
B	42°44'41.24056"
L	18°59'53.32444"
H	658.835

AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.847
To base Y	4054.264
To base Z	-43.808
To base distance	5000.541

AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.851
To base Y	4054.263
To base Z	-43.812
To base distance	5000.543

ID	190
Name	6M19
Code	
x	4734417.814
y	336155.794
h	658.817
X precision	0.003
Y precision	0.003
H precision	0.008
RMS	0.006
PDOP	1.405
SVs	5

ID	191
Name	6M20
Code	
x	4734417.812
y	336155.793
h	658.817
X precision	0.005
Y precision	0.005
H precision	0.012
RMS	0.009
PDOP	1.403
SVs	5

Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:10:19
B	42°44'41.24027"
L	18°59'53.32455"
H	658.817
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.860
To base Y	4054.266
To base Z	-43.830
To base distance	5000.550

Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:10:50
B	42°44'41.24021"
L	18°59'53.32452"
H	658.817
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	-2926.862
To base Y	4054.265
To base Z	-43.829
To base distance	5000.551

ID	192
Name	7M1
Code	
x	4742280.896
y	330212.662
h	662.838
X precision	0.002

ID	193
Name	7M2
Code	
x	4742280.890
y	330212.660
h	662.846
X precision	0.003

Y precision	0.002
H precision	0.002
RMS	0.002
PDOP	1.556
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:43:03
B	42°48'51.33961"
L	18°55'23.56811"
H	662.838
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.222
To base Y	-1888.867
To base Z	-39.809
To base distance	5285.422

Y precision	0.003
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.559
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:43:35
B	42°48'51.33943"
L	18°55'23.56803"
H	662.846
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.216
To base Y	-1888.869
To base Z	-39.801
To base distance	5285.418

ID	194
Name	7M3

ID	200
Name	7M9

Code	
x	4742280.886
y	330212.660
h	662.853
X precision	0.003
Y precision	0.003
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.563
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:44:07
B	42°48'51.33928"
L	18°55'23.56807"
H	662.853
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.212
To base Y	-1888.868

Code	
x	4742280.894
y	330212.666
h	662.870
X precision	0.003
Y precision	0.003
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.589
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:47:18
B	42°48'51.33957"
L	18°55'23.56832"
H	662.870
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.220
To base Y	-1888.862

To base Z	-39.794
To base distance	5285.413

To base Z	-39.776
To base distance	5285.419

ID	201
Name	7M10
Code	
x	4742280.898
y	330212.666
h	662.860
X precision	0.002
Y precision	0.002
H precision	0.002
RMS	0.002
PDOP	1.593
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:47:50
B	42°48'51.33970"
L	18°55'23.56832"
H	662.860
AntennaHeight	2.000
Survey times	30

ID	209
Name	7M18
Code	
x	4742280.918
y	330212.671
h	662.838
X precision	0.004
Y precision	0.004
H precision	0.005
RMS	0.005
PDOP	1.629
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:52:05
B	42°48'51.34035"
L	18°55'23.56848"
H	662.838
AntennaHeight	2.000
Survey times	30

Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.225
To base Y	-1888.862
To base Z	-39.786
To base distance	5285.423

Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.245
To base Y	-1888.858
To base Z	-39.809
To base distance	5285.440

ID	210
Name	7M19
Code	
x	4742280.917
y	330212.672
h	662.838
X precision	0.004
Y precision	0.004
H precision	0.005
RMS	0.005
PDOP	1.633
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:52:36

ID	211
Name	7M20
Code	
x	4742280.922
y	330212.673
h	662.832
X precision	0.004
Y precision	0.004
H precision	0.005
RMS	0.005
PDOP	1.637
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 15:53:07

B	42°48'51.34030"
L	18°55'23.56856"
H	662.838
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.243
To base Y	-1888.856
To base Z	-39.809
To base distance	5285.438

B	42°48'51.34048"
L	18°55'23.56859"
H	662.832
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M7
To base X	4936.248
To base Y	-1888.855
To base Z	-39.815
To base distance	5285.443

ID	110
Name	Base:5M1
Code	
Message type	RTCM
Station type	Auto base
Coordinate type	WGS84SPACE
x	4737344.673
y	332101.526
h	702.646

B	42°46'12.91242"
L	18°56'51.97817"
H	702.646
Translation X	0.000
Translation Y	0.000
Translation Z	0.000

ID	111
Name	5M1
Code	
x	4723728.330
y	336996.114
h	97.710
X precision	0.002
Y precision	0.002
H precision	0.008
RMS	0.006
PDOP	1.690
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 12:58:38
B	42°38'55.54037"

ID	112
Name	5M2
Code	
x	4723728.328
y	336996.105
h	97.697
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.688
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 12:59:11
B	42°38'55.54031"

L	19°00'41.32770"
H	97.710
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M1
To base X	-13616.343
To base Y	4894.587
To base Z	-604.936
To base distance	14481.980

L	19°00'41.32734"
H	97.697
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M1
To base X	-13616.345
To base Y	4894.579
To base Z	-604.948
To base distance	14481.979

ID	113
Name	5M3
Code	
x	4723728.323
y	336996.113
h	97.700
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.004
RMS	0.003

ID	114
Name	5M4
Code	
x	4723728.292
y	336996.131
h	97.838
X precision	0.002
Y precision	0.002
H precision	0.005
RMS	0.004

PDOP	1.687
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 12:59:42
B	42°38'55.54015"
L	19°00'41.32766"
H	97.700
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	13.000
Base	Base:5M1
To base X	-13616.350
To base Y	4894.586
To base Z	-604.946
To base distance	14481.986

PDOP	1.682
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:01:07
B	42°38'55.53917"
L	19°00'41.32848"
H	97.838
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	13.000
Base	Base:5M1
To base X	-13616.381
To base Y	4894.604
To base Z	-604.808
To base distance	14482.015

ID	115
Name	5M5
Code	
x	4723728.321
y	336996.117

ID	116
Name	5M6
Code	
x	4723728.325
y	336996.119

h	97.680
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.003
PDOP	1.599
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:09:43
B	42°38'55.54010"
L	19°00'41.32786"
H	97.680
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M1
To base X	-13616.352
To base Y	4894.591
To base Z	-604.966
To base distance	14481.990

h	97.671
X precision	0.002
Y precision	0.002
H precision	0.005
RMS	0.004
PDOP	1.600
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:10:17
B	42°38'55.54021"
L	19°00'41.32795"
H	97.671
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M1
To base X	-13616.349
To base Y	4894.593
To base Z	-604.975
To base distance	14481.988

ID	119
Name	5M8
Code	
x	4723728.324
y	336996.120
h	97.667
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.004
RMS	0.003
PDOP	1.600
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:11:25
B	42°38'55.54017"
L	19°00'41.32800"
H	97.667
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M1

ID	120
Name	5M9
Code	
x	4723728.325
y	336996.115
h	97.694
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.003
RMS	0.002
PDOP	1.600
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:11:56
B	42°38'55.54021"
L	19°00'41.32775"
H	97.694
AntennaHeight	2.000
Survey times	30
Position type	Fixed
Diff delayed	1.000
Base	Base:5M1

To base X	-13616.350
To base Y	4894.594
To base Z	-604.979
To base distance	14481.990

To base X	-13616.348
To base Y	4894.588
To base Z	-604.952
To base distance	14481.986

ID	121
Name	5M10
Code	
x	4723728.336
y	336996.123
h	97.695
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.004
RMS	0.003
PDOP	1.599
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:12:27
B	42°38'55.54058"
L	19°00'41.32811"
H	97.695

ID	122
Name	5M11
Code	
x	4723728.333
y	336996.107
h	97.721
X precision	0.001
Y precision	0.001
H precision	0.004
RMS	0.003
PDOP	1.599
SVs	6
Elevation	15.0
Endtime	2020-11-01 13:13:00
B	42°38'55.54046"
L	19°00'41.32741"
H	97.721