

Izmjera detaljnih točaka u kampusu Sveučilišta Sjever primjenom RTK tehnologije

Kalabrić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:909703>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 009/GIG/2024

Izmjera detaljnih točaka u kampusu Sveučilišta Sjever primjenom RTK tehnologije

Luka Kalabrić, 0336050939



Sveučilište Sjever

Odjel za geodeziju i geomatiku

Završni rad br. 009/GIG/2024

Izmjera detaljnih točaka u kampusu Sveučilišta Sjever primjenom RTK tehnologije

Student

Luka Kalabrić, 0336050939

Mentor

izv. prof. dr. sc. Danko Markovinović

Varaždin, studeni 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Geodezija i geomatika

STUDIJ Sveučilišni prijediplomski studij geodezije i geomatike

PRISTUPNIK Luka Kalabrić

MATIČNI BROJ 0336050939

DATUM 24.09.2024.

KOLEGIJ Navigacijski sustavi i integrirani senzori

NASLOV RADA Izmjera detaljnih točaka u kampusu Sveučilišta Sjever primjenom RTK tehnologije

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Measurement of detailed points in the campus of the University North using RTK technology

MENTOR Danko Markovinović

ZVANJE Izv. prof. dr. sc.

ČLANOVI POVJERENSTVA

- Doc. dr. sc. Nikola Kranjčić, predsjednik povjerenstva
- Izv. prof. dr. sc. Danko Markovinović, mentor
- Doc. dr. sc. Hrvoje Matijević, član
- Prof. dr. sc. Vlado Cetl, zamjenski član
-

Zadatak završnog rada

BROJ 009/GIG/2024

OPIS

Zadatak završnog rada je određivanje detaljnih točaka pomoću RTK metode GNSS pozicioniranja na pilot lokaciji Sveučilišta Sjever u Varaždinu. U završnom radu treba dati prikaz GNSS sustava (GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou) te sustava EGNOS). U nastavku je potrebno opisati satelitsko pozicioniranje, kroz metode, servise i primjenu. Dodatno je potrebno opisati CROPOS sustav i servise koje ovaj sustav pruža.

U praktičnom dijelu završnog rada primjenom RTK tehnologije treba izmjeriti karakteristične detaljne točke u kampusu Sveučilišta Sjever te dati prikaz kvalitete i točnosti određenih točaka. Pored numeričkih pokazatelja, opažane točke je potrebno prikazati i grafički.

ZADATAK URUČEN 08.04.2024.



Sveučilište
SjeverSVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Izmjena detaljnih
Ja, Luka Kolabrić (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Tezisa u kampusu Sveučilišta Sjever prigodom RTK Tehnologije (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Luka Kolabrić
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Predgovor

Želio bih se zahvaliti svim profesorima na Odjelu za geodeziju i geomatiku tijekom mog trogodišnjeg studiranja na prenesenom znanju, iskustvu i kvalitetnom radu s ostalim kolegama. Posebno se zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Danku Markovinoviću na stručnoj pomoći, prijedlozima i strpljenju pri izradu završnog rada i njegova predavanja uvijek su mi bili zadovoljstvo. Zahvaljujem svim kolegama, prijateljima i rodbini za podršku i motivaciju. Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji na velikoj pomoći, trudu, motivaciji i vjeri od početka mog školovanja i zahvaljujem svom bratu koji je bio uz mene tijekom mog studiranja.

Sažetak

Zadatak ovog završnog rada je određivanje detaljnih točaka pilot lokacije Sveučilišta Sjever u Varaždinu pomoću RTK metode GNSS pozicioniranja. U projektnom zadatku se daje prikaz o GNSS sustavu te satelitskom pozicioniranju, svemirskom, kontrolnom i korisničkom segmentu, pogreške u satelitskom pozicioniranju te detaljno o glavnim satelitskim sustavima; GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou. Također se daje prikaz o EGNOS-u kao europski regionalni satelitski sustav za poboljšavanje signala, EGNOS usluge, arhitekturu EGNOS-a te prednosti pri korištenju EGNOS-a. U Hrvatskoj se koristi mreža referentnih GNSS stanica takozvanog CROPOS za određivanje položaja u realnom vremenu te se koriste brojne CROPOS usluge s odgovornom administracijom i strogo održavanje CROPOS-a. Mjerenje točaka pomoću GPS kao što se koristi za *Google Maps* mogu biti relativno neprecizne, pa se koristi RTK metoda GNSS pozicioniranja za određivanje detaljnih točaka u realnom vremenu s relativno visokom točnošću. Na lokaciji Sveučilišta Sjever u Varaždinu izmjereno je ukupno 959 točaka unutar 3 dana u HTRS96/TM projekciji pomoću *Trimble TSC7* kontrolera i *Trimble R12* GNSS prijamnika s RTK metodom GNSS pozicioniranja, zatim je izvršeno *importiranje* točaka po koordinatama u *AutoCAD* programu, pri kojem je zatim nacrtan, uspoređujući sa slikama i skicama, tlocrt situacije Sveučilišta Sjever u Varaždinu.

Ključne riječi: GNSS, satelitsko pozicioniranje, GPS, EGNOS, CROPOS, RTK

Summary

The task of this final dissertation is to determine the detailed points of the pilot location of the University North in Varaždin using the RTK method of GNSS positioning. The project assignment provides an account of the GNSS systems and satellite positioning, the space, control and user segments, errors in satellite positioning and in detail about the main satellite systems; GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou. It also provides an overview of EGNOS as a European regional satellite system for signal enhancement, EGNOS services, EGNOS architecture and the benefits of using EGNOS. In Croatia, a network of reference GNSS stations is used called CROPOS is used to determine the position in real time, and numerous CROPOS services are used with responsible administration and strict maintenance of CROPOS. Point measurements using GPS as used for Google Maps can be relatively imprecise, so the RTK method of GNSS positioning is used to determine detailed points in real time with relatively high accuracy. At University North in Varaždin location, a total of 959 points were measured within 3 days in the HTRS96/TM projection using the Trimble TSC7 controller and the Trimble R12 GNSS receiver with the RTK method of GNSS positioning, then the coordinates of the points were imported by coordinates into the AUTOCAD program, where then drawn, with a comparison with pictures and sketches, a plan of the situation of the University North in Varaždin.

Keywords: GNSS, satellite positioning, GPS, EGNOS, CROPOS, RTK

Popis korištenih kratica

GPS	Globalni pozicijski sustav
GLONASS	<i>GL</i> Obal <i>NA</i> avigation <i>S</i> atellite <i>S</i> ystem (Rusija)
GNSS	Globalni navigacijski satelitski sustav
QZSS	Kvazi-zenitni satelitski sustav (<i>Quasi-Zenith Satellite System</i>)
IRNSS	Indijski regionalni satelitski sustav (<i>Indian Regional Navigation Satellite System</i>)
RTK	Kinematika u realnom vremenu (<i>Real-Time Kinematics</i>)
SBAS	Satelitski sustav proširenja
PPP	Precizno pozicioniranje točaka
PPK	Kinematika naknadne obrade (<i>Post-processing Kinematics</i>)
LEO	Niski orbit Zemlje (<i>Low Earth Orbit</i>)
MEO	Srednji orbit Zemlje (<i>Medium Earth Orbit</i>)
GEO	Geosinkroni orbit Zemlje (<i>Geosynchronous Earth Orbit</i>)
IGSO	Nagnuti geosinkroni orbit (<i>Inclined Geosynchronous Orbit</i>)
IGS	Međunarodni GNSS Servis
PRN	<i>Pseudorandom Noise</i>
DOP	<i>Dilution of Precision</i>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
UTC	Koordinirano svjetsko vrijeme (<i>Coordinated Universal Time</i>)
MOPS	Minimalni standard operativnih performansi (<i>Minimal Operational Performance Standard</i>)
SARPS	Standard i preporučene prakse (<i>Standard and Recommended Practices</i>)
OS	Otvorena usluga (<i>Open Service</i>)
SoL	<i>Safety of Life</i>
EDAS	<i>EGNOS Data Access Service</i>
RIMS	Stanice za praćenje integriteta dometa
MCC	Kontrolni centar misije
NLES	Navigacijske kopnene zemaljske postaje
PACF	Procjena učinka i povjere (<i>Performance assessment and checkout facility</i>)
ASQF	Kvalifikacije za specifičnu aplikaciju (<i>Application Specific Qualification Facility</i>)
CROPOS	<i>CRO</i> atian <i>PO</i> sitioning <i>S</i> ystem
RTCM	Radiotehnička komisija za pomorske usluge (<i>Radio Technical Commission for Maritime Services</i>)
RINEX	Format razmjene neovisan o prijemniku (<i>Receiver Independent Exchange Format</i>)
VRS	Virtualna referentna stanica
GPRS	Opća paketna radio usluga (<i>General Packet Radio Service</i>)
UMTS	Univerzalni mobilni telekomunikacijski sustav
NTRIP	Umreženi prijenos RTCM-a putem internetskog protokola (<i>Networked Transport of RTCM via Internet Protocol</i>)
FTP	Protokol za prijenos datoteka (<i>File Transfer Protocol</i>)
DPS	Diferencijalni pozicijski servis
VPPS	Visoko-precizni pozicijski servis
GPPS	Geodetski precizni pozicijski servis
NMEA	Nacionalna udruga brodske elektronike (<i>National Marine Electronics Association</i>)
GGA	<i>GPS Fix Data</i>
UNIN	Sveučilište Sjever
DOF	Digitalni ortofoto

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	GNSS tehnologija	2
2.1.	Segmenti GNSS-a	2
2.2.	Vrste GNSS satelita.....	3
2.2.1.	Globalni pozicijski sustav.....	5
2.2.2.	GLobal NAVigation Satellite System.....	6
2.2.3.	Galileo.....	6
2.2.4.	BeiDou	7
2.3.	Pogreške opažanja GNSS sustava	7
3.	EGNOS (<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>)	11
3.1.	EGNOS usluge	12
3.2.	Arhitektura EGNOS-a	13
3.3.	Primjene i prednosti EGNOS-a	14
4.	CROPOS (<i>CROatian POSitioning System</i>).....	15
4.1.	Usluge CROPOS sustava	16
4.2.	Administracija i održavanje CROPOS sustava	17
5.	RTK metoda GNSS pozicioniranja.....	18
5.1.	Usporedba RTK metode i GNSS pozicioniranja.....	19
5.2.	Posebne specifikacije za korištenje RTK	19
5.3.	Primjene RTK metode.....	20
6.	Terenska izmjera pilot lokacije Sveučilišta Sjever	21
6.1.	Oprema korištena kod mjerenja	21
6.2.	Određivanje plan snimanja	23
6.3.	Obavljanje snimanja	23
6.3.1.	Prvi dan snimanja	23
6.3.2.	Drugi dan snimanja.....	24
6.3.3.	Treći dan snimanja.....	27
6.4.	Obrada podataka.....	29
7.	Prikaz rezultata.....	31
8.	Zaključak.....	57
9.	Literatura.....	58

1. Uvod

U današnje vrijeme ljudi sve više koriste tehnologije i aplikacije koje se odnose na određivanje pozicije kao što su *Google Maps*, *Open Street Map* i slično. Takve aplikacije koriste GNSS sustavi kao što su GPS (Globalni pozicijski sustav), Galileo, GLONASS (*GLO*bal *NA*avigation *Sa*tellite *Sy*stem), BeiDou, da bi mogli izračunati poziciju točaka ili objekata [1]. No, kako je od satelita velika udaljenost od Zemlje, neizbježno je naići na pogreške u izračunavanju udaljenosti, te rezultira nepreciznim ili čak krivim pozicijama točke koja se mjeri. Time se sve više javlja upotreba za preciznije i točnije mjerenje točaka, integracija s ostalim sustavima koje poboljšavaju točnosti mjerenja i bolje, sofisticiranije načine uklanjanja pogrešaka mjerenja.

Osnova GNSS-a i njegovih tehnologija je korištenje radio valova za komunikaciju i praćenje pozicije. Ove osnove su bile primijenjene u svemiru kada je lansiran prvi satelit *Sputnik 1* u nižu orbitu, i time, zbog političke klime, izazvalo svemirsku utrku između SSSR-a i SAD-a. Američki znanstvenici su pratili *Sputnikove* radijske pulseve pomoću *Dopplerovog* efekta, iz kojeg su stvorili Mornarički navigacijski satelitski sustav, odnosno *Transit*. Kako su bila potrebna preciznija mjerenja, američka mornarica razvila je satelit *Timation* koji bi emitirao točnu vremensku referencu signala za određivanje udaljenost. Ovaj novi pristup satelitskom pozicioniranju bio je preteča Sjedinjenih Američkih Država koje su razvile GPS, lansiranog 1973. godine. Sovjetski savez je iz *Sputnika* stvorio svoj satelitski navigacijski sustav *Parus* 1974. godine [3].

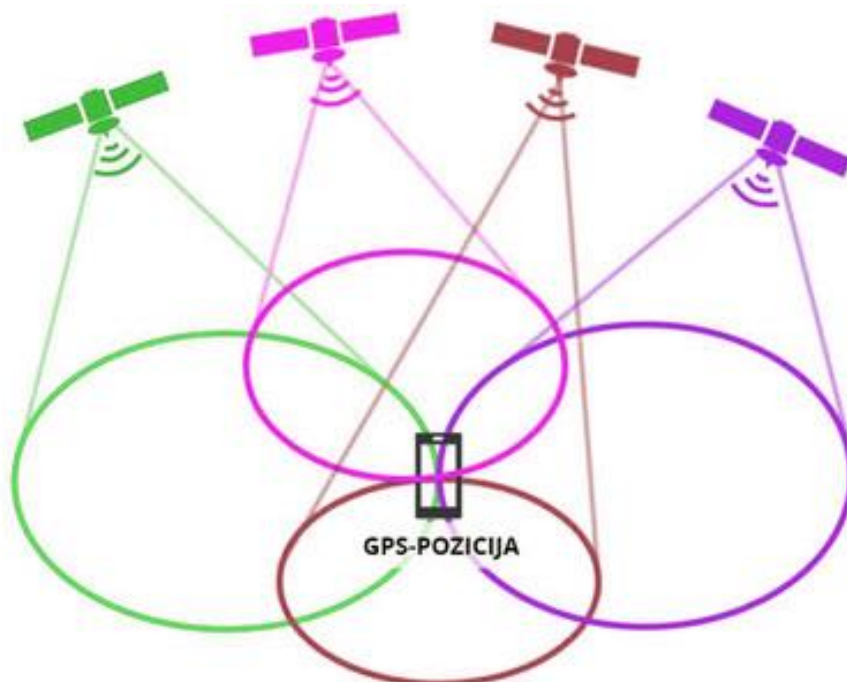
Nakon katastrofe leta *Korean Airlines*-a izazvane navigacijskom pogreškom, koji je uletio u sovjetski zračni prostor, GPS je bio određen tako da bude dostupan svima i svugdje. Time su svi navigacijski satelitski signali bili globalno dostupni i za civilne, komercijalne i vladine inicijative [3].

Za mjerenje detaljnih točaka ćemo koristiti RTK tehnologije koje nude visoku točnost mjerenja točaka.

2. GNSS tehnologija

GNSS (Globalni navigacijski satelitski sustav) je mreža satelita koji se kreće oko Zemlje u vrlo specifičnim putanjama. Sateliti šalju podatke o stanju orbita i vremena koje treba da signal odašilje do Zemlje te da se reflektira nazad u satelit. Ovi podaci se koriste za navigaciju i mjerenje lokacije. Za globalnu pokrivenost potrebno je od 18 do 30 satelita [1]. Da bi izmjerili trodimenzionalnu lokaciju bilo kojeg objekta na Zemlji, potrebno je imati najmanje četiri satelita. Lokacija se mjeri pomoću trilateracije.

Trilateracija je metoda koja mjeri udaljenost iz različitih točaka, u ovom slučaju različitih satelita koje se preklapaju, da bi precizno izmjerili lokaciju na Zemlji. Signal iz jednog satelita pruža opću lokaciju o točki oko kružnice koja pokriva 35% Zemljine površine. Ako postoji drugi satelit, onda se preklapa dio prvog satelita, što znači da se točka koju tražimo nalazi na jednoj od presjeka dviju kružnica. Korištenjem trećeg satelita određuje se lokacija točke pomoću presjeka svih kružnica koje se preklapaju jedna s drugom. Četvrti satelit se koristi za određivanje visina točke. Dodavanjem više satelita se uklanjaju greške i daje preciznije mjerenje [1]. Slika 1 prikazuje primjer trilateracije pomoću četiri satelita.



Slika 1 Trilateracija pomoću četiri satelita [2]

2.1. Segmenti GNSS-a

GNSS sateliti se sastoju od triju segmenata; to su svemirski, kontrolni i korisnički segmenti.

Svemirski segment se sastoji od konstelacija satelita koji se nalaze od 20,000 km do 37,000 km iznad Zemlje i emitiraju signale s podacima kao što su vrijeme, orbit i *zdravlje* satelita. Postoje četiri glavna sustava satelita, a to su GPS (Globalni pozicionirajući servis), GLONASS (*GLOBAL Navigation Satellite System*), Galileo i BeiDou i zatim dva regionalna sustava, QZSS (Kvazi-zenitni satelitski sustav) i IRNSS (Indijski regionalni satelitski sustav) [3].

Kontrolni segment je mreža glavnih kontrolnih stanica za učitavanje podataka i nadzora smještenih diljem svijeta. Ove postaje primaju signal satelita i uspoređuju poziciju satelita s modelima orbita koji pokazuju gdje bi trebao biti. Operateri na ovim postajama mogu kontrolirati položaj satelita kako bi ispravili ili promijenili njihove orbitalne putanje, na primjer ako je satelit zalutao ili ga je potrebno pomaknuti. Ovaj proces, kao i praćenje ispravnosti satelita, osigurava osnovnu točnost GNSS pozicioniranja [3]. Kontrolne stanice primaju signale iz GNSS satelita i koriste mjernu tehniku za precizno izračunavanje udaljenosti do vidljivih satelita i pogrešaka GNSS signala. Podaci iz kontrolne stanice koriste se za različita rješenja za ispravljanje pogrešaka kao što su [1]:

- **Kinematika u stvarnom vremenu (RTK)** – razlikovanje mjerenja od GNSS prijarnika do dva ili više satelita i od kontrolne stanice do istih satelita.
- **Satelitski sustav proširenja (SBAS)** – mreža zemaljskih referentnih postaja koje pružaju korekcije pogrešaka putem geostacionarnih satelita, na temelju satelitskog promatranja s više referentnih lokacija.
- **Precizno pozicioniranje točke (PPP)** – mreža zemaljskih referentnih postaja opremljenih visoko-preciznim GNSS antenama koje kontinuirano prate GNSS signale i emisije.
- **Kinematika naknadne obrade (PPK)** – softver ili mrežne usluge koje obrađuju nekorrigirane navigacijske podatke.

Korisnički segment uključuju opremu koja prima satelitske signale s podacima o poziciji na temelju vremena i orbitalne lokacije najmanje četiri satelita. Ovaj segment uključuje korisničke antene za prepoznavanje i primanje signala dobre kvalitete, kao i visoko-precizne prijarnike i mehanizme za pozicioniranje koji obrađuju signale i rješavaju potencijalne pogreške u određivanju vremena [3].

2.2. Vrste GNSS satelita

GNSS sustav je opći pojam za bilo koji satelitski sustav koje šalje podatke potrebne za navigaciju. U tablici 1 uspoređuje se 4 globalna satelitskih sustava [3]. Sateliti su obično postavljeni po određenim visinama, od kojeg su [4]:

- Niski orbit Zemlje (LEO) – nalazi se u orbitalnim visinama od 160 do 2000 km. Takvi sateliti se kreću oko Zemlje između 90 minuta i 2 sata. Obično se primjenjuju za misije daljinskog istraživanja kao što su promatranje i izviđanje Zemlje. 55% svih operativnih satelita se nalaze u niskim orbitama.
- Srednji orbit Zemlje (MEO) – nalazi se u orbitalnim visinama od 2000 km do 36000 km. Takvi sateliti se kreću oko Zemlje svakih 12 sati. Satelitski sustavi kao što su GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou su postavljeni u srednjim orbitama od otprilike 20 000 km. 20% svih operativnih satelita se nalaze u srednjim orbitama.
- Geosinkroni orbit Zemlje (GEO) – nalazi se u orbitalnim visinama od 35 786 km. Takvi sateliti su sinkronizirani s orbitom Zemlje, odnosno kreću se oko Zemlje svakih 24 sata. Većina GEO satelita su geostacionarni, odnosno njihov orbit se nalazi direktno iznad Zemljinog ekvatora te promatranjem s površine Zemlje nalaze se u istom položaju na nebu u bilo kojem trenutku. U iznimnim slučajevima geosinkroni orbiti nisu direktno iznad ekvatora i zovu se nagnuti geosinkroni orbiti (IGSO). 35% svih operativnih satelita se nalaze u geosinkronim orbitama.

Tablica 1 Usporedba globalnih satelitskih sustava [3]

Satelit	Država operatera	Visina orbita [km]	Frekvencija [MHz]	Sateliti u orbitu od 2024
GPS	SAD	20 180	L1 (1575,42), L2 (1227,60) i L5 (1176,45)	31
GLONASS	Rusija	19 130	L1 (1602,0), L2 (1246,0) i L3 (1202,025)	24
Galileo	Europska Unija	23 222	E1 (1575,42), E5a (1176,45), E5b (1207,14) i E6 (1278,75)	30
BeiDou	Kina	21 528 (MEO), 35 768 (GEO i IGSO)	E1 (1575,42), E2 (1561,098), E5b (1207,14) i E6 (1268,52)	46

2.2.1. Globalni pozicijski sustav

GPS (Globalni pozicijski sustav) je prvi satelitski sustav koji je uspostavljen u svemiru, s prvim satelitom lansiranim 1973. godine. GPS upravlja svemirskim snagama SAD-a, odjelom Oružanih snaga SAD-a [3]. Postao je dostupan za globalnu upotrebu 1994. godine. Napravljen je zbog vojne potrebe za navigaciju [5]. Karakteristika GPS sustava je da su sateliti aktivni, a korisnici pasivni. GPS sustav osigurava visoku točnost i sigurnost od pokušaja ometanja i prijevare. GPS koristi L pojas, jedan od radio-frekvencijskih pojava zbog sljedećih razloga [5]:

- Ionosferske pogreške su značajnije na nižim frekvencijama
- Pojednostavljenje konstrukcije antene
- Smanjeni utjecaj vremenskih prilika na širenje GPS signala

GPS segmenti su:

- Svemirski segment – sastoji se od šest orbitalnih ravnina na gotovo kružnim orbitama s nadmorskom visinom od 20 180 km iznad površine Zemlje, nagnut na 55° u odnosu na ekvator i s orbitalnim periodima od otprilike 11 sati i 58 minuta (polu zvjezdanog dana) [7]. Raspored od 24 satelita osigurava da su od 5 do 8 satelita vidljiva iz bilo koje točke na Zemlji [8].
- Kontrolni segment – sastoji se od sustava stanica za praćenje smještenih diljem svijeta i nadzornih stanica [8].
- Korisnički segment – mogu biti GPS prijammnici kao u mobitelima, autima i avionima i primaju signale iz satelita [8].

Kategorije GPS-a su Blok I, Blok II, Blok IIR (R za nadopunu) i Blok IIA (A za napredni), a planirana je i daljnja kategorija Blok IIF [7].

GPS satelit sadrži sljedeće komponente:

- Precizan atomski sat – sateliti imaju rubidijske satove koji sinkroniziraju sve signale koje prenosi satelit
- Radio odašiljači – antene satelita su cijelo vrijeme usmjerene prema Zemlji
- Komunikacijski kanali – prima podatke koje sadrže informacije o orbitama, korekcijama sata i *zdravlju* satelita, iz GPS kontrolnog centra
- Solarni paneli – proizvode energiju koja je potrebna za opremu. Usmjereni su prema Suncu, a ako prolazi kroz Zemljinu sjenu, onda se pokreću na baterije
- Raketni motori – za kontrolu položaja i orbite

2.2.2. *GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM*

GLONASS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM) je prvi put razvijen u Sovjetskom Savezu kako bi se natjecao s GPS-om tijekom 70-ih godina 20. stoljeća, a trenutno njime upravlja Državna korporacija za svemirske aktivnosti *Roscosmos*, odjel ruske vlade. Prvi navigacijski sovjetski satelit *Kosmos-192* je lansiran 1967. godine. Razvoj GLONASS satelita je započeo s eksperimentalnim vojnim komunikacijskim sustavima 1976. godine. Postoje 5 verzija GLONASS-a od kojih su [5][6]:

1. GLONASS (1982.) – prva generacija GLONASS satelita, postala potpuno operativna 1995. godine
2. GLONASS-M (2003.) – druga generacija GLONASS satelita s produženim vijekom trajanja od 7 godina nakon prve generacije
3. GLONASS-K (2011.) – treća generacija GLONASS satelita s vijekom trajanja od 10 – 12 godina i nude dodatni navigacijski signal L-pojasa. Masa GLONASS-K satelita je 935 kg.
4. GLONASS-K2 (2015.) – poboljšana verzija GLONASS-K satelita s novijim formatima
5. GLONASS-KM (2025.) – trenutno u fazi istraživanja

Svemirski segment GLONASS-a se sastoji od 24 satelita, jednako raspoređenih u 3 orbite odvojene 120° u odnosu na ekvator. Visina orbita satelita je oko 19 130 km iznad površine Zemlje. To rezultira orbitalnim periodom od 11 sati 15 minuta i 44 sekundi, što odgovara 8/17 zvjezdanog dana [7].

GLONASS također ima potpomognutu verziju (A-GLONASS). Uglavnom je isti kao GLONASS, ali ima više značajki isključivo za pametne telefone kao što je navigacija u prometu i podataka prometa u stvarnom vremenu. A-GLONASS koristi obližnje bazne stanice za brzo zaključavanje točne lokacije i poboljšava performanse u setovima čipova koji dolaze s podrškom za GLONASS [5].

2.2.3. *Galileo*

Galileo je noviji satelitski sustav koji je prvi put lansiran 2011. i pruža vrlo precizne, zajamčene usluge globalnog pozicioniranja pod civilnom kontrolom [7]. Njime u Europskoj uniji upravlja Europska agencija za globalne navigacijske satelitske sustave [1]. Pružanje usluga započela je u prosincu 2016. godine. Prijamnici *Galileo* prate položaj satelitskih sustava u tzv. *GALILEO referentni sustav* koristeći satelitsku tehnologiju i triangulacijske pristupe [5]. Pruža autonomne usluge navigacije i pozicioniranja. Također je i interoperabilan s druga dva globalna satelitska

navigacijska sustava; GPS i GLONASS. Pruža točnost pozicioniranja u stvarnom vremenu u metrima, te jamči dostupnost usluge u svim, osim u najekstremnijim okolnostima. Primjenjuje se u radnjama u kojima je sigurnost ključna, kao što su vožnja vlakova, navođenje automobila i slijetanje zrakoplova [7].

Galileo segmenti su [7]:

- Svemirski segment – sastoji se od 30 srednjih Zemljinih orbita (MEO) satelita (27 i 3 aktivna rezervna satelita), ravnomjerno i pravilno raspoređenih u tri ravnine orbite. Orbitalna visina satelita je 23 222 km i nagnut je 56° u odnosu na ekvator.
- Zemaljski segment – Zemaljski segment se sastoji od 12-15 referentnih stanica, 5 stanica za *up-link* i dva kontrolna centra. Uključuje i 16-20 monitorskih stanica, tri *up-link* stanice za podatke o integritetu i dvije središnje stanice za proračune integriteta.
- Korisnički segment – Sastoji se od korisničkih prijamnika koje primaju *Galileo* signale koje ispunjavaju *Galileo* usluge.

2.2.4. BeiDou

BeiDou je prvi put lansiran 2000. godine u Kini od strane Kineske nacionalne svemirske uprave (CNSA) [1]. Sastoji se od 3 satelitska sustava; BeiDou-1, BeiDou-2 i BeiDou-3 [5]:

1. BeiDou-1 sastojao se od tri satelita koji su nudili ograničene navigacijske usluge i pokrivenost. Uglavnom su ga koristili korisnici u Kini i susjednim regijama. BeiDou-1 je stavljen izvan upotrebe krajem 2012.
2. BeiDou-2 (COMPASS) je druga generacija sustava. Počeo je s radom u prosincu 2011. s djelomičnom konstelacijom od 10 satelita. Od kraja 2012. godine pruža usluge korisnicima u azijsko-pacifičkoj regiji.
3. BeiDou-3 pruža potpunu globalnu pokrivenost za navigaciju, i interoperabilan je sa GLONASS-om, Galileom i GPS-om. Sastoji se od satelita u tri različite orbite, uključujući 24 MEO satelita, 3 IGSO satelita i 3 GEO satelita. BeiDou-3 sustav je bio potpuno operativan u srpnju 2020.

2.3. Pogreške opažanja GNSS sustava

Tijekom korištenja GNSS sustava pojavljuju se pogreške kao što su pogreške povezane sa satelitima, pogreške koje utječu na širenje signala, pogreške u prepoznavanju i umjetne pogreške. Važno je prepoznati izvore pogrešaka koje se odnose na pojedinačna mjerenja *pseudoudaljenosti* sa svakog satelita i da se time određuje položaj, brzinu i vrijeme. Pogreške se računaju na način

da GNSS prijamnik kontinuirano bilježi položaj tijekom 24 sata. Rezultat tog izračuna prijmnika jest 144 koordinate koje se nalaze u krugu ili elipsi pri kojem polumjer ovisi o GNSS prijmniku. Da bi mogli svesti pogreške povezane s prijmnnicima na najmanju moguću mjeru, moramo znati izvore GNSS pogrešaka.

Udaljenost između svakog satelita, određena pomoću PRN (*Pseudorandom Noise*) kodova i prijmnika, je poznata kao *pseudoudaljenost*. *Pseudoudaljenosti* se moraju ispraviti za pogreške kao što su pogreška satelitskog sata, troposferska pogreška, pogreške efemerida (položaj orbita), ionosferske pogreške i slično da bi mogli dobiti precizno navigacijsko rješenje.

Pogreške mogu biti povezane sa satelitima (pogreška u satelitskom satu, pogreška satelitske orbite, geometrija satelita, DOP vrijednosti i njihove razlike i pogreške u visini), pogreške koje utječu na širenje signala (atmosferski, ionosferski učinci, fizički utjecaj kao što su odraz i refrakcija, pogreška ionosfere i troposfere, buka prijmnika i multipath), pogreške u prepoznavanju (greška sata prijmnika, elektronika prijmnika, položaj faznog centra, subjektivni čimbenici) i umjetne pogreške (namjerne pogreške, nenamjerne i namjerne smetnje kao što su ometanje i lažiranje).

Tablica 2 prikazuje vrste pogreške, objašnjenja, točnost i način izbjegavanja pogreške [1][7].

Tablica 2 Vrsta pogreške [1][7]

Vrsta pogreške	Točnost	Opis
Ionosferska pogreška	± 5 m	Kašnjenje širenja signala zato što je gornja atmosfera prepuna elektrona uzrokovanih ionizirajućim sunčevim zračenjem koje može izazvati refrakciju radiovalove.
Pogreške efemeride (orbita)	$\pm 2,5$ m	Kao i kod satelitskih satova, male pogreške u položaju orbite satelita postaju mnogo veće kada se koriste za izračun položaja na Zemlji. GNSS prijmnici inače kompenziraju orbitalne pogreške, a u kontrolnim centrima se izračunavaju pomake orbita i priprema korekcije u digitalnim zapisima (efemeride)
Pogreške satelitskih satova	± 2 m	Zbog nestabilnosti satova na prijmnnicima, male pogreške vremena u preciznim satelitskim satovima mogu izazvati velike pogreške udaljenosti na Zemlji. Može se modelirati koeficijentima a koji se prenose u navigacijskim porukama s obzirom na referentno vrijeme t_0 (npr. GPS): $\partial^S = a_0 + a_1(t - t_0) + a_2(t - t_0)^2 \quad (3)$
<i>Multipath</i>	± 1 m	Uzrokovano je višestrukim refleksijama signala na prijmniku iz satelita zbog višestrukih putova kojima signal stiže do odredišta. Smanjuje se tako da se izbjegavaju

		mjesta s površinama refleksije (zgrade, automobili, drveće itd...) i koristi se odgovarajući dizajn antene.
Troposferska pogreška	$\pm 0,5$ m	Kašnjenje širenja signala zato što su niži slojevi atmosfere mnogo gušći od ostalih atmosferskih slojeva i može također izazvati refrakciju radiovalove.
Buka prijammika	$\pm 0,3$ m	Šum signala izazvan hardverom i softverom GNSS prijammika utječe na točnost dobivenog signala.

Idealan raspored satelita je jedan satelit izravno iznad glave i tri druga satelita jednako raspoređena bliže horizontu i iznad kuta maske te takav raspored rezultira smanjeni DOP (Dilution of Precision). Optimalan raspored je što manji DOP. Viši DOP uzrokuje neprecizno mjerenje, te u nekim slučajevima, kao što je prikazano u tablici 3, potrebno je odbaciti mjerenja.

DOP opisuje jačine trenutne trodimenzionalne satelitske konfiguracije odnosno geometrije o točnosti podataka prikupljenih od strane GNSS prijammika u vrijeme primanja signala. Sastoji se od 5 komponenti, a to su horizontalna preciznost (HDOP), vertikalna preciznost (VDOP), položajna preciznost (PDOP), vremenska preciznost (TDOP) i geometrijska preciznost (GDOP) [9].

HDOP je učinak DOP-a na vrijednost horizontalnog položaja – što je više dobro vidljivih satelita nisko na nebu, to je bolji HDOP i horizontalni položaj (širina i duljina).

VDOP je učinak DOP-a na vrijednost visinske komponente – što je više dobro vidljivih satelita nisko na nebu, to je bolji VDOP i visinska komponenta (h).

PDOP je učinak DOP-a koja utječe na točnost pozicioniranja u smislu duljine, širine i visine. Izračunava se pomoću formule za apsolutnu udaljenost:

$$PDOP = \sqrt{HDOP^2 + VDOP^2} \quad (4)$$

TDOP je učinak DOP-a koja utječe na točnost vremenskog pozicioniranja. Razmatra učinak pogrešaka mjerenja vremena na točnost pozicioniranja.

GDOP predstavlja faktor povećanja vektora udaljenosti između prijammika i satelita uzrokovan greškama GNSS u određivanju dometa. Uzima u obzir utjecaj geometrijske distribucije svih vidljivih satelita na točnost pozicioniranja. Izračunava se pomoću formule za apsolutnu udaljenost:

$$GDOP = \sqrt{PDOP^2 + TDOP^2} \quad (5)$$

Tablica 3 prikazuje DOP vrijednost s odgovarajućim ocjenama.

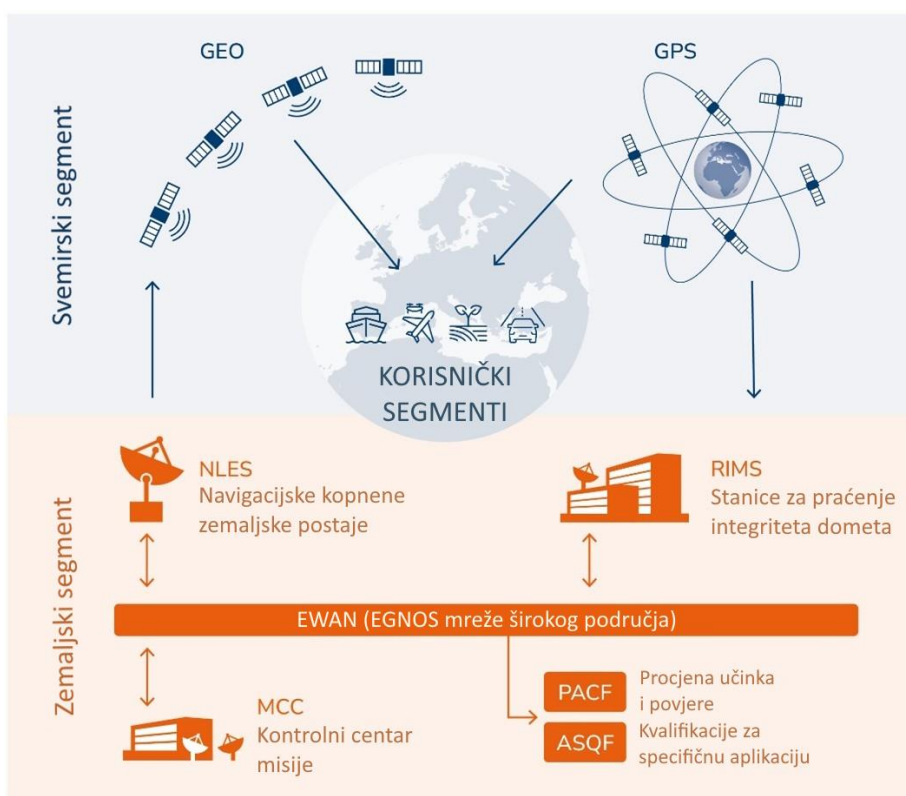
Tablica 3 DOP vrijednosti [9]

DOP vrijednost	Ocjena	Opis
1	Idealno	Najviša moguća razina pouzdanosti
1 - 2	Izvršno	Mjerenja položaja se smatraju dovoljno točnima osim za one najzahtjevnije
2 - 5	Dobro	Minimum prikladan za dobivanje točne pozicije
5 - 10	Umjereno	Mora se izvršavati popravke kvalitete mjerenja
10 - 20	Slabo	Niska razina povjerenja – mjerenja se moraju odbaciti ili koristiti samo za vrlo grubu procjenu lokacije
> 20	Loše	Mjerenja mogu biti netočna za čak 300 metara i treba ih odbaciti

Da bi se postigao optimalan DOP, prije nego što počnemo mjeriti, utvrđujemo položaj i *zdravlje* satelita preko stranice koja se koristi za planiranje GNSS mjerenja kao što je *GNSS Planning* [10]. Ta stranica izračunava položaj satelita u odnosu na Zemlju unutar određenog vremena mjerenja i određuje dostupnost satelita koji se nalaze iznad tog mjesta mjerenja u određenom vremenu kao i ostalih satelita koji se nalaze na horizontu. Stranica također nudi grafove koji određuju broj satelita, DOP vrijednosti i preglednost satelita, *Sky Plot* koji određuje satelite koji se nalaze na preglednom nebu s površine Zemlje te kartu svijeta koja određuje položaj dostupnih satelita.

3. EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*)

EGNOS je europski regionalni satelitski sustav za poboljšavanje signala. Za proizvodnju korisničkog položaja putem prijarnika GNSS-a potrebno je u svakom trenutku utvrditi položaj i sinkronizaciju sata svakog satelita GNSS-a. SBAS poboljšava točnost i pouzdanost pozicioniranja GNSS-a ispravljanjem pogrešaka u mjerenju signala i pružanjem informacija o integritetu [11]. EGNOS se koristi za poboljšavanje performansi globalnih navigacijskih satelitskih sustava (GNSS). Postavljen je kako bi pružio navigacijske usluge sigurnosti života korisnicima u zrakoplovstvu, pomorstvu i kopnu [12]. Slika 2 prikazuje arhitekturu EGNOS-a.



Slika 2 Arhitektura EGNOS-a [11]

EGNOS radi na način tako da Zemaljske postaje, koje se nalaze po cijeloj Europi, dobivaju signale iz GPS-a, koji se zatim prikupljaju i obrađuju putem središnjeg računala. U tim računalima se izračunavaju diferencijalne korekcije i poruke integriteta. Te se poruke zatim prenose korisnicima diljem Europe putem skupa od tri geostacionarna satelita. Kao rezultat toga, EGNOS poboljšava točnost informacija o GNSS pozicioniranju, dok istovremeno pruža i ključnu poruku o integritetu koja korisniku omogućuje iznimno pouzdano jamstvo za preostale pogreške u pozicioniranju (horizontalne i vertikalne). Također pruža i preciznu sinkronizaciju s UTC (Koordinirano svjetsko vrijeme) vremenom [11].

EGNOS povećava grubo prikupljene civilne signale pružajući ispravke i informacije o integritetu GPS signala na širokom području usredotočenom na Europu i također je potpuno interoperabilan s ostalim postojećim SBAS sustavima. EGNOS poruke se emitiraju preko dva geostacionarna satelita u skladu s važećim standardima kao što su Minimalni standard operativnih performansi (MOPS) i Standard i preporučene prakse (SARPS) [12].

EGNOS infrastruktura se sastoji od:

- mreža od 40 stanica za mjerenje udaljenosti i integriteta (*RIMS*)
- 6 navigacijskih kopnenih zemaljskih postaja (*NLES*)
- 2 kontrolna centra misije
- Centar za koordinaciju operacija i centar za usluge
- Transponderi signala na 3 geostacionarna satelita kojima upravljaju davatelji usluga SATCOM.

3.1. EGNOS usluge

EGNOS pruža tri usluge:

- **Otvorena usluga** (OS) poboljšava dostiznu točnost pozicioniranja ispravljanjem različitih izvora pogrešaka koji utječu na GPS signale. Ispravci koje prenosi EGNOS pomažu ublažiti izvore grešaka koje se odnose na satelitske satove, efemeride i učinke ionosfere. Također detektira izobličenja koja utječu na GPS signale i sprječava korisnike u praćenju nezdravih i pogrešnih signala [12].
- **Usluga *Safety of Life*** (SoL) pruža najstrožu razinu performansi signala u svemiru svim zajednicama korisnika *Safety of Life*. Glavni cilj EGNOS SoL-a je podržati operacije civilnog zrakoplovstva. Koristi se u širokom rasponu drugih domena primjena (npr. pomorski, željeznički, cestovni...) [12].
- **EGNOS *Data Access Service*** (EDAS) namijenjena je korisnicima koji zahtijevaju poboljšane performanse za komercijalnu i profesionalnu upotrebu. EDAS je usluga zemaljskih podataka EGNOS-a i nudi zemaljski pristup podacima EGNOS-a u stvarnom vremenu i u povijesnom protokolu prijenosa podataka (FTP) arhivi ovlaštenih korisnika. EDAS je jedinstvena pristupna točka za podatke prikupljene i generirane EGNOS zemaljskom infrastrukturom distribuiranom diljem Europe i Sjeverne Afrike. Pružatelji aplikacija mogu se povezati s *EGNOS Data Serverom* i koristiti EGNOS proizvode za pružanje usluga visoke preciznosti svojim korisnicima [12].

Sustav EGNOS-a treba biti dizajniran za zaštitu života s iznimno zahtjevnim integritetom u stvarnom vremenu [13].

3.2. Arhitektura EGNOS-a

Kao kod satelitskih sustava, EGNOS se sastoji od 4 funkcionalna segmenta [12]:

1. **Zemaljski segment** – sastoji se od mreže od 38 stanica za praćenje integriteta dometa, 2 kontrolna centra misije, 2 navigacijske kopnene zemaljske postaje i EGNOS mreže širokog područja, koja pruža komunikacijsku mrežu za sve komponente zemaljskog segmenta.
 - Glavna funkcija **RIMS**-a (stanica za praćenje integriteta dometa) je prikupljanje mjerenja s GPS satelita i slanje tih neobrađenih podataka svake sekunde središnjim objektima za obradu svakog kontrolnog centra misije
 - **MCC** (kontrolni centar misije) primaju informacije iz RIMS-a i generiraju ispravne poruke za poboljšanje točnosti satelitskog signala i informativne poruke o statusu satelita.
 - **NLES** (navigacijska kopnena zemaljska postaja) šalje EGNOS poruku primljenu iz MCC-a na GEO satelite zbog emitiranja korisnicima i osiguravanja sinkronizacije s GPS signalom.
2. **Segment podrške** – zajedno sa stanicama, sustav ima druge instalacije za zemaljsku podršku uključene u planiranje operacija sustava i procjenu performansi, PACF (*Performance Assessment and Checkout Facility*) i ASQF (*Application Specific Qualification Facility*) kojima upravlja pružatelj usluga EGNOS.
 - **PACF** pruža podršku upravljanju EGNOS-om u obliku analize performansi, rješavanje problema i operativnih postupaka kao i nadogradnje specifikacija i validacija te pružanja podrške održavanju.
 - **ASQF** osigurava civilnom zrakoplovstvu i zrakoplovnim certifikacijskim tijelima alate za kvalifikaciju, provjeru valjanosti i certificiranje različitih EGNOS aplikacija.
3. **Svemirski segment** – sastoji se od najmanje tri geostacionarna satelita koji emitiraju informacije o integritetu za GPS satelite u frekvencijskom pojasu L1 (1575,42 MHz). Ova konfiguracija svemirskog segmenta pruža visoku razinu redundantnosti u cijelom području usluge u slučaju kvara na geostacionarnoj satelitskoj vezi. Operacijama EGNOS-a upravlja se na takav način da u bilo kojem trenutku, najmanje dva GEO satelita emitiraju operativni signal.

4. **Korisnički segment** – sastoji se od EGNOS prijamnika koji svojim korisnicima omogućuju točno izračunavanje pozicije. Za primanje signala EGNOS-a krajnji korisnik mora koristiti prijamnik kompatibilan s EGNOS-om.

3.3. Primjene i prednosti EGNOS-a

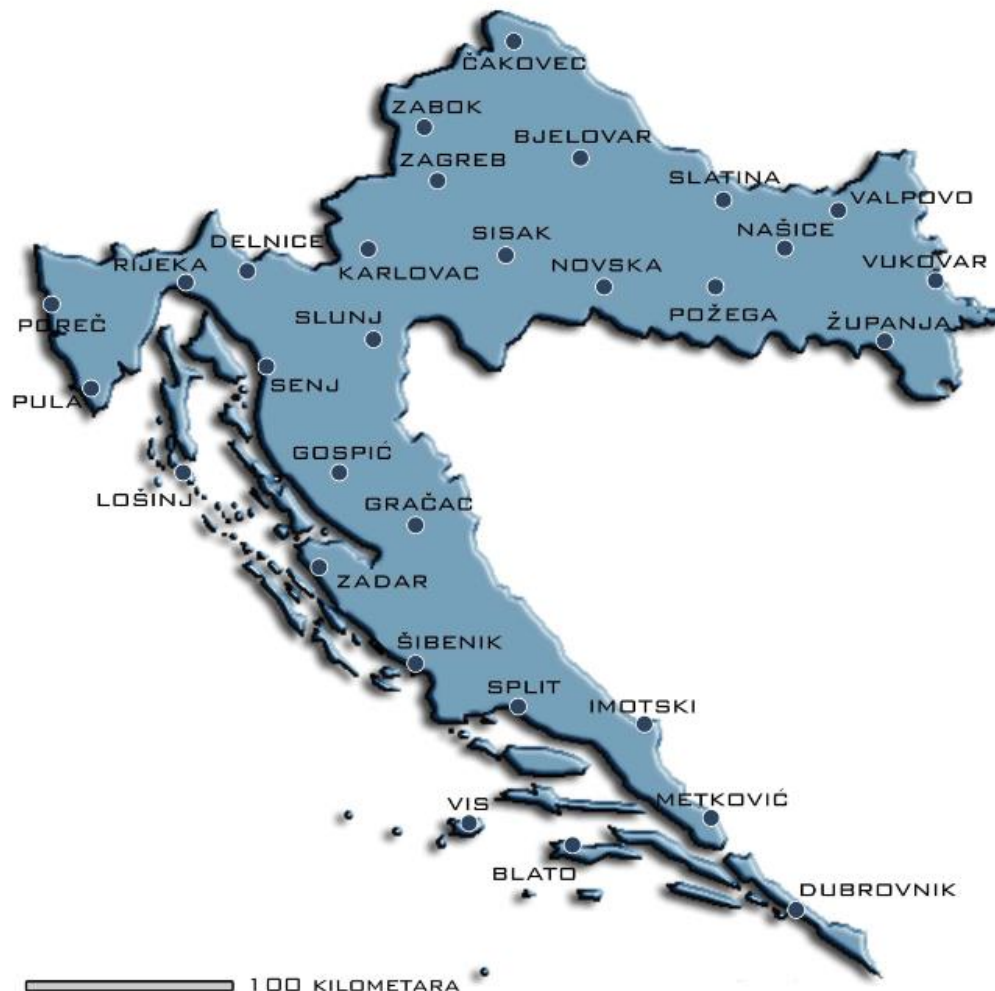
EGNOS je ključan za aplikacije u kojima su točnost i integritet kritični kao kod zrakoplovstva u kojem je povećana sigurnost i dostupnost zračnih luka općenito, a posebno malih i regionalnih zračnih luka i aerodroma. EGNOS pomaže pilotima da se bolje pozicioniraju za slijetanje tijekom teških vremenskih uvjeta kao što je magla, oluja i drugo. Pomorski korisnici također koriste EGNOS za pomorsku navigaciju. EGNOS se koristi na cestama, željeznicama, u geodeziji, kartiranju, uslugama temeljene na lokaciji i poljoprivredi [11].

Prednosti korištenja EGNOS-a jesu: poboljšana točnost, informacije o integritetu, šira pokrivenost, besplatno korištenje i podržavanje sigurnosnih aplikacija [14].

4. CROPOS (*CRO*atian *PO*sitioning System)

CROPOS sustav je državna mreža referentnih GNSS stanica koji omogućava određivanje položaja u realnom vremenu, s točnošću od 2 cm u horizontalnom smislu i 4 cm u vertikalnom smislu [15] u cijelom području Republike Hrvatske.

U okviru CROPOS sustava postavljeno je 33 referentnih GNSS stanica na međusobnoj udaljenosti od 70 km kao što je prikazano na slici 3. Takav raspored CROPOS sustava omogućava prekrivanje cijelog područja Republike Hrvatske, prikupljanje podataka mjerenja i kontinuirano slanje u kontrolni centar. U kontrolnom centru se podaci mjerenja provjeravaju, obrađuju te se obavlja izjednačenje mjerenja i računanje korekcijskih parametara koji su dostupni korisnicima na terenu putem mobilnog interneta (GPRS/GSM) i standardiziranog NTRIP protokola [15]. Korekcijski parametri se koriste za mjerenja različitih razina točnosti u realnom vremenu [16].



Slika 3 Raspored referentnih GNSS stanica [15]

Od uspostave CROPOS sustava, jednog od glavnih servisa Državne geodetske uprave Republike Hrvatske, ostvaruje se kontinuirani porast korisnika i prometa podataka u smislu mjerenja i evidentiranja promjena u geoprostoru. Svakodnevno se brzo, pouzdano i efikasno prikuplja veliki broj 3D podataka za koje su zainteresirani javni i privatni sektori. Cilj Državne geodetske uprave je unaprjeđivanje pouzdanosti rada sustava i omogućavanje što jednostavnije primjene u svakodnevnom radu [15].

CROPOS sustav sastoji se od sljedećih komponenti [15]:

1. 33 referentnih GNSS stanica čiji je zadatak prikupljanje podataka mjerenja i njihovo slanje u kontrolni centar
2. Kontrolni centar u kojem se obavlja upravljanje i nadzor rada sustava:
 - Prikupljanje, analiza, obrada i izjednačenja podataka mjerenja, računanje korekcijskih parametara
 - Povezivanje svih komponenti sustava
 - Distribucija RTCM (*Radio Technical Commission for Maritime Services*) i RTCM VRS (RTCM Virtualna referentna stanica) korekcijskih podataka u realnom vremenu te RINEX (Format razmjene neovisan o prijammiku) i RINEX VRS (RINEX Virtualna referentna stanica) podataka mjerenja za naknadnu obradu

U kontrolnom centru postoji ukupno 7 računalnih i 1 komunikacijski server te svaki ima svoju zadaću. Svaka aplikacija sustava instalirana je najmanje na dva servera kako bi dalje radilo i u slučaju prekida rada jednog od servera [15].

4.1. Usluge CROPOS sustava

CROPOS sustav korisnicima pruža tri usluge koje se međusobno razlikuju po metodi rješenja, točnosti, načinu prijenosa podataka i formatu podataka [15]:

- **DPS** (diferencijalni pozicijski servis u realnom vremenu) – namijenjen za primjenu u geoinformacijskim sustavima, upravljanju prometom, preciznoj navigaciji, zaštiti okoliša, poljoprivredi, šumarstvu i slično.
- **VPPS** (visokoprecizni pozicijski servis u realnom vremenu) – namijenjen za primjenu u državnoj izmjeri, katastru, inženjerskoj geodeziji, izmjeri državne granice, hidrografiji i slično.
- **GPPS** (geodetski precizni pozicijski servis) – namijenjen za primjenu u osnovnim geodetskim radovima, znanstvenim i geodinamičkim istraživanjima i slično.

Usporedba točnosti usluge prikazani su u tablici 4.

Tablica 4 Usluge CROPOS sustava [15]

Usluga	Metoda rješenja	Točnost	Prijenos podataka	Format podataka
DPS	Umreženo rješenje kodnih mjerenja u realnom vremenu	$\pm 0,3$ m do $\pm 0,5$ m	<i>Wireless Internet</i> (GPRS, UMTS), NTRIP Protokol	RTCM 2.3
VPPS	Umreženo rješenje faznih mjerenja u realnom vremenu	± 2 cm (2D) - ± 4 cm (3D)	<i>Wireless Internet</i> (GPRS, UMTS), NTRIP Protokol, GSM	RTCM 2.3, RTCM 3.1
GPPS	<i>Post-processing</i> (naknadna obrada)	$< \pm 1$ cm	<i>Internet</i> (FTP, e-mail)	RINEX RINEX VRS

Dostupnost servisa CROPOS sustava ovisi o raspoloživosti i pouzdanosti internetskog signala, time je potreban pouzdan internetski signal kako bi se korisnik mogao spojiti na CROPOS sustav, a potreban je i prijem signala satelita kao kod drugih GNSS mjerenja.

4.2. Administracija i održavanje CROPOS sustava

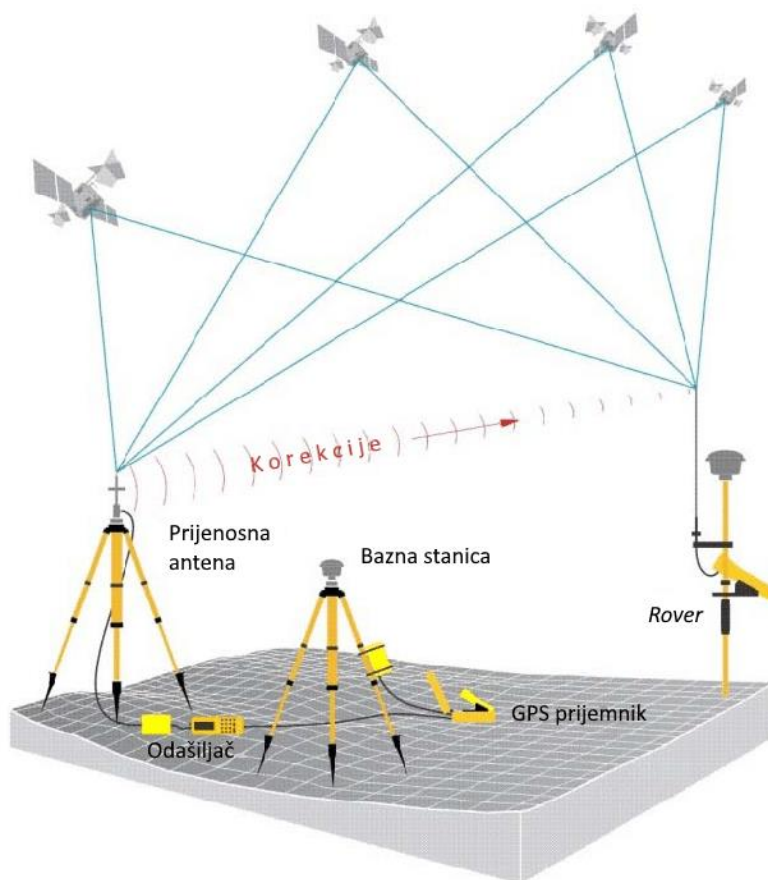
Za administraciju i održavanje rada CROPOS sustava zadužen je Odjel osnovnih geodetskih radova u Sektoru za državnu izmjeru Državne geodetske uprave. Poslovi administracije i održavanja uključuju [15]:

1. Praćenje rada sustava,
2. Uklanjanje mogućih problema u radu sustava,
3. Nadogradnja sustava (instalacija novih verzija aplikacija sustava i firmware-a mjerne opreme),
4. Sigurnosna pohrana podataka,
5. Registracija korisnika,
6. Podrška korisnicima,
7. Obračun troškova korištenja sustava (registracija, mjesečno, godišnje),
8. Izrada izvješća o korištenju sustava,
9. Povezivanje i razmjena podataka GNSS stanica sa susjednim zemljama.

5. RTK metoda GNSS pozicioniranja

Većina aplikacija za određivanje položaja poput onog koji se koristi na mobitelu određuje naš položaj s nekoliko metara točnosti. Takva točnost je pregruba za npr. mjerenje zemljišta, pa se koriste GPS tehnologije visoke preciznosti koje koriste RTK metodu pozicioniranja za aplikacije koja zahtijevaju precizna mjerenja.

RTK metoda GNSS pozicioniranja je tehnika koja se koristi u satelitskim sustavima za pozicioniranje te pružanju vrlo preciznih informacija o pozicioniranju u stvarnom vremenu [17]. RTK (*Real-Time Kinematics*) eliminira pogreške u najvećoj mogućoj mjeri kako bi pružio točnije i poboljšane podatke o položaju s točnostima u centimetrima [18].



Slika 4 RTK metoda GNSS pozicioniranja [19]

Za RTK potrebna su dva GNSS prijemnika, od kojih je prva statična *bazna stanica*, a drugi dinamični *rover*. Dok oba prijemnika istovremeno promatraju iste satelite, bazna stanica postavlja se na točku s poznatim koordinatama (reper ili točka koja je već izmjerena). Uzimajući u obzir poznate koordinate i primajući satelitske signale, baza prenosi podatke o ispravcima pogreške na rover koji se kreće [18]. Bazna stanica u ovom slučaju ovog zadatka može biti CROPOS baza preko NTRIP tehnologije na kojem je potrebna mobilna internetska veza. Udaljenost se izračunava

određivanjem broja ciklusa nositelja između satelita i rovera, zatim množenjem tog broja s valnom duljinom nositelja [20].

5.1. Usporedba RTK metode i GNSS pozicioniranja

Glavna razlika između RTK metode GNSS pozicioniranja i GNSS pozicioniranja je razina točnosti i način rada za dobivanje informacija o položaju [18]:

1. **Točnost:** Standardno GNSS pozicioniranje obično pruža točnost položaja u rasponu od nekoliko metara. RTK metoda GNSS pozicioniranja u razliku od standardnog pozicioniranja pruža centimetarsku točnost.
2. **Metodologija:** Standardno GNSS pozicioniranje izračunava položaj korisnika mjerenjem vremena koje je potrebno signalima da putuju od satelita do prijemnika. Točnost ove metode utječu na pogreške satelitskog sata, atmosferska kašnjenja i *multipath* pogreške. RTK metoda GNSS pozicioniranja povećava točnost GNSS pozicioniranja korištenjem mreže fiksnih referentnih postaja s poznatim položajima koje kontinuirano prate satelitske signale i računaju ispravke za navedene pogreške. Ove korekcije se koristi u stvarnom vremenu kako bi poboljšao točnost položaja.

RTK metoda GNSS pozicioniranja također nudi još prednosti koje ga čine idealnim za širok raspon aplikacija. To uključuje [21]:

- **Dugo trajanje baterije** – može raditi duže vrijeme bez potrebe za ponovnim punjenjem
- **Robusnost** – dizajnirani su da budu robusni i pouzdani, posebno na neravnim terenima i drugim zahtjevnim uvjetima
- **Niska cijena** – GNSS RTK su jeftinije u odnosu na ostale GNSS sustave visoke točnosti

Ovi sustavi se moraju oslanjati na stabilnu signalizaciju antene s satelitima, koju mogu poremetiti visoke zgrade ili druge prepreke. Također zahtijevaju stabilnu podatkovnu vezu između rovera i bazne stanice [21].

5.2. Posebne specifikacije za korištenje RTK

Da bi se moglo mjeriti pomoću RTK metode, potrebno je imati posebne hardverske i softverske komponente kako bi omogućili mogućnost visoko-preciznog pozicioniranja [18]:

1. **Hardver:**
 - a. GNSS prijatelj – za obradu satelitskih signala i podatke o korekciji. Mogu biti jedno-frekventni ili dvo-frekventni

- b. Antena – za primanje satelitskih signala s minimalnim smetnjama i *multipath* pogreškama
 - c. Bazna stanica – potrebna je fiksna referentna stanica s poznatom pozicijom ili pristup postojećoj mreži referentnih stanica
 - d. Podatkovna komunikacija – za prijenos signala na rover (mobilni) prijemnik u stvarnom vremenu.
2. **Softver:**
- a. RTK obrada – za obradu GNSS mjerenja i podataka korekcije
 - b. Bilježenje i analiza podataka

5.3. Primjene RTK metode

RTK tehnologija se koristi u širokom rasponu primjena, od izmjere i kartiranja do poljoprivrede i građevinarstva. Neke od najčešćih primjena su [21]:

1. **Mjerenje i kartiranje:** RTK se koristi u aplikacijama geodezije i kartiranja zbog svoje visoke točnosti i sposobnosti u realnom vremenu. Često se koristi za izradu detaljnih karata zemljišta, zgrada i drugih struktura.
2. **Poljoprivreda:** RTK se posebno koristi za preciznu poljoprivredu. Može se koristiti za precizno mapiranje polja, mjerenje prinosa usjeva i navođenje traktora i druge opreme. To omogućuje poljoprivrednicima optimizaciju svojih prinosa usjeva i smanjenje troškova korištenja gnojiva.
3. **Građevinarstvo:** RTK se koristi u građevinskim projektima kako bi se osiguralo građenje zgrada i ostalih struktura prema preciznim specifikacijama. Često se koristi za navođenje teških strojeva, poput bagera i buldožera, kao i za preglede gradilišta i inspekcije zgrada.
4. **Autonomna vozila:** RTK se koristi u dronovima i samo vozećim automobilima, za pružanje navigacijskih podataka u stvarnom vremenu. Ovim vozilima omogućuje točnu i sigurnu navigaciju.
5. **Potruga i spašavanje:** RTK se koristi u operacijama potrage i spašavanja, posebno za praćenje i lociranje ljudi u divljini ili u drugim izazovnim okruženjima.

6. Terenska izmjera pilot lokacije Sveučilišta Sjever

Za zadatak primjenjujemo GNSS RTK tehnologije za snimanje detaljnih točaka unutar područja Sveučilišta Sjever u Varaždinu prikazano na slici 5.



Slika 5 Snimak područja Sveučilišta Sjever preuzeto iz Geoportala [23]

6.1. Oprema korištena kod mjerenja

Za obavljanje mjerenja, odnosno snimanja točaka GNSS RTK tehnologijom, potrebni su: GNSS prijamnik (gljiva), kontroler za prikupljanje podataka, štamp namijenjen za prijamnik i držač za kontroler koji se učvršćuje na štamp za samopotrebljivost. U ovom slučaju koristi se *Trimble TSC7* kontroler (Slika 6) i *Trimble R12* GNSS prijamnik (Slika 7). Za prijamnik tijekom snimanja potrebna je ultra visoka frekvencijska radio antena, dvije baterije i adapter za brzo otpuštanje koji se učvršćuje na štamp namijenjen za prijamnik [22].



Slika 6 Trimble TSC7 kontroler



Slika 7 Trimble R12 GNSS prijammnik, punjač, baterije, antena, adapter [22]

6.2. Određivanje plan snimanja

U tablici 5 prikazuje se planiranje dana mjerenja s opisanim područjem mjerenja za određeni dan, odnosno koji objekti su planirani za snimanje:

Tablica 5 Plan snimanja

Dan snimanja	Opis
1.	Zgrada UNIN-3, parkiralište ispred zgrade, stepenice, pješačka staza, zelenilo
2.	Spomenik ispred zgrade UNIN-3, zgrada UNIN-1, parkiralište ispred zgrade UNIN-1, otoci parkirališta, pješačka staza
3.	Zgrada UNIN-2, ostalo parkiralište ispred zgrade UNIN-2, otoci parkirališta
4.	Rasvjeta, stabla, ostalo

6.3. Obavljanje snimanja

Za mjerenje detaljnih točaka koristimo *Trimble TSC7* kontroler i *Trimble R12* GNSS prijamnik. Mjerenje se obavlja aplikacijom *Trimble Access*, verzija 22.10. Korišten je držač za kontroler za lakšu uporabu. Tijekom uporabe kontrolera i prijavnika potrebno je ostati prijavljen na CROPOS bazi jer nam ona služi kao bazna stanica koja je potrebna pri korištenju RTK tehnologija. Mjerenja se obavljaju tako da se snima topografska točka iz 2,000 metra neispravljene visine antene do dna adaptera za brzo otpuštanje. Također je postavljeno prije početka snimanja da se mjerenja ponavljaju 5 puta pri kojem se izračuna prosječna vrijednost ukupnih mjerenja za jednu točku.

6.3.1. Prvi dan snimanja

Za snimanja dana 04.06.2024 od 10:30 do 13:30 izmjerene su 192 točke. Snimljena su područja oko zgrade UNIN-3 uključujući stepenice i nagib za invalidska kolica (Slika 8), pješačka staza i parkiralište. Na stražnjoj strani zgrade su se pojavili problemi s preciznošću točaka pa se nisu uspjele snimiti. Ponovljeno je snimanje tog dijela zgrade sljedećeg dana snimanja i točke 249, 852, 853 i 854 su snimljene (Slika 18), no ponovno su nastavili problemi s velikim PDOP-om kao što je prikazano u tablici 7.



Slika 8 Stepenice i nagib za invalidna kolica kod UNIN-3 (slikano 04.06.2024)

6.3.2. Drugi dan snimanja

Za snimanja dana 26.06.2024 od 10:00 do 14:00 izmjereno je 416 točaka. Snimljeni su spomenik Jalkovečkim žrtvama iz Drugog svjetskog rata ispred zgrade UNIN-3 (Slika 9), područje oko zgrade UNIN-1 uključujući stepenice u UNIN-1 i nagib za invalidska kolica, pješačka staza, Kip majke hraniteljice (Slika 10), parkirališta ispred zgrade UNIN-1 uključujući i otoke parkirališta te parkirna mjesta kod UNIN-3. Pojavio se problem kod snimanja pješačke staze ispred UNIN-1 zbog parkiranog automobila (Slika 11), te kontejnera pri snimanju dijela parkirališta.



Slika 9 Spomenik Jalkovečkim žrtvama iz Drugog svjetskog rata (slikano 26.06.2024)



Slika 10 Kip majke hraniteljice (slikano 26.06.2024)



Slika 11 Smetnje parkiranog automobila (slikano 26.06.2024)

6.3.3. Treći dan snimanja

Za snimanja dana 03.07.2024 od 9:00 do 13:00 izmjereno je 351 točka. Snimljena su područja oko zgrade UNIN-2 uključujući stepenice ispred UNIN-2 i nagib za invalidska kolica, pješačka staza, parkiralište ispred UNIN-2 uključujući i otok parkirališta, te rasvjeta, zastave i vodovi. Pojavio se problem kod snimanja rasvjete na pješačkoj stazi ispred UNIN-3 zbog prekrivenosti stablom (Slika 12).



Slika 12 Rasyjeta prekrivena stablom koja se nije uspjela snimiti (slikano 03.07.2024)

6.4. Obrada podataka

Nakon izmjere točkaka, obavlja se *export* podataka na *Trimble* kontroleru i zatim se *exportirani* podaci prebacuju na računalo. Nakon prebacivanja podataka na računalo, dobivaju se potrebne datoteke za detalje o izmjeranim točkama. Tekstna datoteka *.txt* prikazuje broj točkaka, koordinate svih 959 točkaka i preciznost svake točke kao što je prikazano u tablici 8. Datoteke *.lst* i *.csv* prikazuju samo broj točkaka i koordinate svih točkaka. Datoteka *.html* je zapisnik mjerenja i prikazuje svaku točku s detaljnijim opisima kao što su vrsta antene, broj referentne točke, vrijeme mjerenja, duljina mjerenja i drugo. Zatim je potrebno *importirati* točke u programu *AutoCAD* tako da se dobije vizualan položaj svih točkaka i zatim crtamo obilježja kao što su zgrade, stepenice, parkirališta, rasvjeta i ostalo. Koristi se *.lst* datoteka za prebacivanje točkaka u *AutoCAD* s LISP skriptom koja automatski pokreće funkcije za *importiranje* točkaka po koordinatama iz datoteke te dodatno ispisuje pored njih brojeve točkaka i visine u metrima [24].

Nakon *importiranja* točkaka, dobiva se prikaz točkaka kao na slici 13 pri kojem ih je potrebno spojiti. No, prikaz točkaka na *AutoCAD* može biti dosta nepregledan, pa je potrebno koristiti skicu mjerenja ili slike s pripadajućim točkama za usporedbu u *AutoCAD* programu za lakše spajanje točkaka.



Slika 13 Prikaz točkaka nakon prebacivanja na program *AutoCAD*

Slika 14 prikazuje preklap točaka s DOF-om (Digitalnim ortofotom) u mjerilu 1:5000 preuzete iz Geoportala 2023. godine [23] napravljen u programu QGIS. Bliži pogled točaka i objašnjenja o bojama točaka se nalaze u 7. poglavlju (Prikaz rezultata).



Slika 14 Preklap izmjerenih točaka s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine (QGIS) [23]

7. Prikaz rezultata

Nakon obavljenih mjerenja pilot lokacije Sveučilišta Sjever unutar 3 dana, snimljeno je ukupno 959 točaka. Mora se napomenuti da mjerenje zidova zgrade UNIN-1, UNIN-2 i UNIN-3 nisu potpuno uspješno obavljani zbog prevelikog PDOP-a na nekim mjestima, na primjer, točka 249 kod UNIN-3 ima PDOP od 4,6; točka 274 kod UNIN-1 ima PDOP od 3,0 i točka 847 kod UNIN-2 ima PDOP od 3,4 kao što je prikazano u tablici 6 oduzeto iz .htm datoteke. Ostale točke obično imaju PDOP od 1 do 2, dok mjerenja viša od 5 PDOP-a se inače zanemaruju.

Tablica 6 Vrijednosti PDOP-a za točke 249, 274 i 847. uzeto iz .htm datoteke

Point	249	ΔX	9046.057	ΔY	-6283.703	ΔZ	-6593.259	Code	
Antenna height	2.000	Method	Network RTK	Type	Topo point	Search class	Normal		
QC 1		Type	Uncorrected	Tilt distance	0.004	Hz Prec (DRMS)	0.028	Vt Prec (1 sigma)	0.027
		PDOP	4.6	GDOP	7.6	HDOP	3.3	VDOP	3.3
QC 2		Base data age	1.7999999523163	Satellites	11	Positions used	6		
		VCV xx (m ²)	0.000141	VCV xy (m ²)	0.000027	VCV xz (m ²)	-0.000060		
				VCV yy (m ²)	0.000166	VCV yz (m ²)	0.000304		
						VCV zz (m ²)	0.001175		
Point	274	ΔX	9101.662	ΔY	-6297.395	ΔZ	-6640.814	Code	
Antenna height	2.000	Method	Network RTK	Type	Topo point	Search class	Normal		
QC 1		Type	Uncorrected	Tilt distance	0.009	Hz Prec (DRMS)	0.025	Vt Prec (1 sigma)	0.021
		PDOP	3.0	GDOP	4.2	HDOP	2.4	VDOP	1.9
QC 2		Base data age	1.7999999523163	Satellites	11	Positions used	6		
		VCV xx (m ²)	0.000180	VCV xy (m ²)	0.000121	VCV xz (m ²)	-0.000084		
				VCV yy (m ²)	0.000125	VCV yz (m ²)	-0.000043		
						VCV zz (m ²)	0.000770		
Point	847	ΔX	9159.468	ΔY	-6373.672	ΔZ	-6673.201	Code	
Antenna height	2.000	Method	Network RTK	Type	Topo point	Search class	Normal		
QC 1		Type	Uncorrected	Tilt distance	0.067	Hz Prec (DRMS)	0.016	Vt Prec (1 sigma)	0.023
		PDOP	3.4	GDOP	5.3	HDOP	2.1	VDOP	2.6
QC 2		Base data age	1.7999999523163	Satellites	9	Positions used	6		
		VCV xx (m ²)	0.000514	VCV xy (m ²)	0.000251	VCV xz (m ²)	0.000166		
				VCV yy (m ²)	0.000159	VCV yz (m ²)	0.000079		
						VCV zz (m ²)	0.000135		

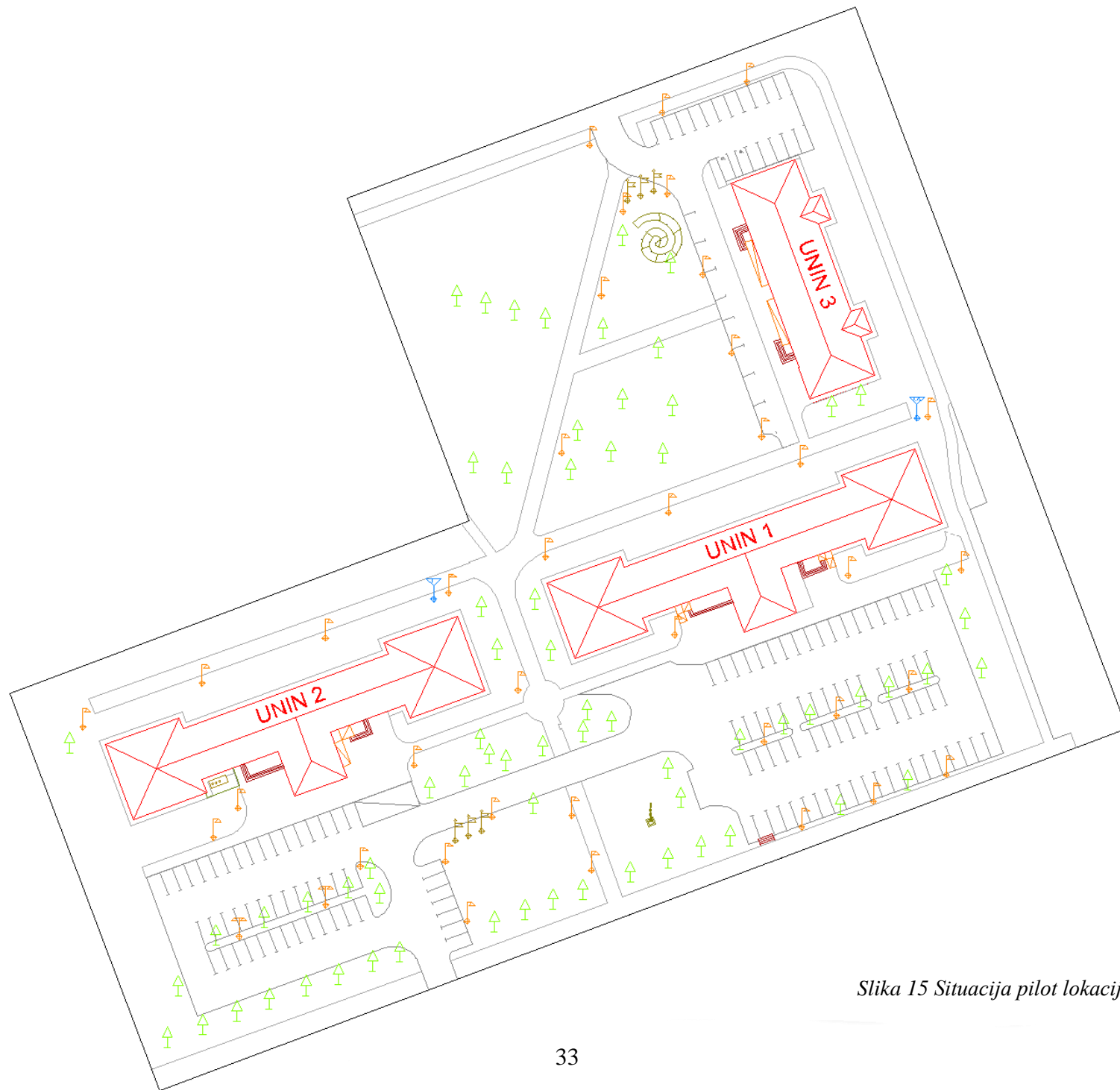
Dodatno tome, na stražnjoj strani zgrade UNIN-3 uspjela se snimiti točka 853 i pogotovo točka 854 koja ima PDOP od 6,6, no ostala su upozorenja da je loša preciznost mjerenja kao što je prikazano u tablici 7. To nam pokazuje da su mjerenja blizu ciljne vrijednosti s velikom varijabilnošću između njih.

Tablica 7 Snimljene točke 853 i 854 s upozorenjima o lošim preciznostima mjerenja uzeto iz .htm datoteke

Point	853	ΔX	9058.898	ΔY	-6271.619	ΔZ	-6608.338	Code	
Antenna height	2.000	Method	Network RTK	Type	Topo point	Search class	Normal		
QC 1		Type	Uncorrected	Tilt distance	0.025	Hz Prec (DRMS)	0.020	Vt Prec (1 sigma)	0.027
		PDOP	4.3	GDOP	7.2	HDOP	2.2	VDOP	3.7
		Base data age	1.7999999523163	Satellites	13	Positions used	5		
QC 2		VCV xx (m ²)	0.000268	VCV xy (m ²)	0.000248	VCV xz (m ²)	0.000221		
				VCV yy (m ²)	0.000452	VCV yz (m ²)	0.000386		
						VCV zz (m ²)	0.000426		
Warnings (853)		Poor precision							
Point	854	ΔX	9048.971	ΔY	-6280.957	ΔZ	-6596.601	Code	
Antenna height	2.000	Method	Network RTK	Type	Topo point	Search class	Normal		
QC 1		Type	Uncorrected	Tilt distance	0.010	Hz Prec (DRMS)	0.026	Vt Prec (1 sigma)	0.033
		PDOP	6.6	GDOP	12.0	HDOP	4.1	VDOP	5.1
		Base data age	1.7999999523163	Satellites	11	Positions used	5		
QC 2		VCV xx (m ²)	0.000274	VCV xy (m ²)	0.000382	VCV xz (m ²)	0.000328		
				VCV yy (m ²)	0.000849	VCV yz (m ²)	0.000629		
						VCV zz (m ²)	0.000632		
Warnings (854)		Poor precision							

U ovakvim slučajevima, zidovi su izmjereni samo jednom točkom (npr. točka 274), pri kojem su u *AutoCAD* programu uzete kopije linija parkirališta koje su paralelne s zidovima zgrade i zalijepljene na tu točku. Za ostala neuspješna mjerenja su također kopirani dijelovi zgrade koji su uspješno izmjereni ili približno procijenjeni prema slikama ili skicama kao što su stabla i sl. Moguće je, da uzimanjem paralelne linije za obuhvat zgrade, narušava točnost položaja zgrade i da su mjerenja zgrade pregruba. To je zbog razloga što, za uspješnost obavljanja mjerenja pomoću RTK metode, zidovi narušavaju stabilniju signalizaciju antene.

Na slici 15 se prikazuje situacija pilot lokacije Sveučilišta Sjever nacrtanih iz 959 točaka izmjerenih pomoću *Trimble TSC7* kontrolera i *Trimble R12* GNSS prijammnika. Projekcija situacije je HTRS96/TM.



Slika 15 Situacija pilot lokacije Sveučilišta Sjever

U tablici 8 prikazuju se koordinate i preciznost svih izmjerenih točaka: Točke s PDOP vrijednostima od $\geq 3,0$ su prikazane žutom bojom, dok su točke s PDOP vrijednostima od $\geq 4,0$ prikazane crvenom bojom. Prosječna vrijednost PDOP-a svih izmjerenih točaka je 1,54. Prosječna vrijednost horizontalne preciznosti je 0,0088 metara, a vertikalna preciznost 0,0110 metara. Maksimalna vrijednost PDOP-a koja se uspjela snimiti je 6,6 (točka 854).

Tablica 8 Koordinate i preciznost izmjerenih točaka

Br. točaka	KOORDINATE			PRECIZNOST		
	E (Easting) [m]	N (Northing) [m]	Elevacija [m]	Horizontalna preciznost [m]	Vertikalna preciznost [m]	PDOP
1	486697,977	5129072,024	217,215	0,006	0,007	1,3
2	486697,936	5129071,694	217,225	0,006	0,007	1,5
3	486697,914	5129071,354	217,241	0,006	0,007	1,3
4	486697,900	5129071,002	217,243	0,006	0,007	1,3
5	486697,953	5129070,651	217,245	0,006	0,007	1,5
6	486698,030	5129070,302	217,250	0,006	0,008	1,4
7	486716,642	5129019,749	217,269	0,009	0,012	1,5
8	486713,340	5129018,546	217,313	0,008	0,013	1,7
9	486713,043	5129019,499	217,329	0,008	0,011	1,5
10	486712,857	5129019,859	217,335	0,008	0,010	1,5
11	486712,680	5129020,135	217,349	0,007	0,009	1,4
12	486712,504	5129020,384	217,360	0,006	0,010	1,5
13	486712,291	5129020,629	217,325	0,007	0,010	1,4
14	486712,028	5129020,838	217,347	0,007	0,008	1,3
15	486711,739	5129021,010	217,336	0,006	0,009	1,4
16	486711,458	5129021,127	217,347	0,007	0,009	1,4
17	486711,158	5129021,247	217,346	0,007	0,009	1,4
18	486710,847	5129021,335	217,358	0,007	0,008	1,2
19	486710,525	5129021,363	217,370	0,007	0,009	1,5
20	486710,196	5129021,378	217,383	0,007	0,009	1,2
21	486709,893	5129021,345	217,379	0,007	0,010	1,2
22	486709,748	5129021,285	217,386	0,006	0,010	1,3
23	486701,569	5129043,582	217,399	0,006	0,010	1,4
24	486700,455	5129046,563	217,380	0,007	0,010	1,4
25	486693,491	5129065,517	217,360	0,006	0,008	1,2
26	486693,202	5129066,131	217,358	0,006	0,008	1,3
27	486692,916	5129066,556	217,366	0,007	0,008	1,3
28	486692,598	5129066,967	217,370	0,007	0,009	1,3
29	486692,291	5129067,370	217,357	0,006	0,009	1,2
30	486691,914	5129067,745	217,360	0,007	0,009	1,2
31	486691,541	5129068,103	217,351	0,006	0,008	1,2
32	486691,165	5129068,445	217,351	0,007	0,009	1,2
33	486690,746	5129068,760	217,340	0,007	0,009	1,2

34	486689,846	5129069,265	217,340	0,008	0,010	1,3
35	486688,905	5129069,679	217,331	0,007	0,010	1,3
36	486687,960	5129070,019	217,311	0,008	0,010	1,2
37	486686,993	5129070,351	217,303	0,007	0,010	1,3
38	486686,027	5129070,627	217,287	0,007	0,010	1,2
39	486685,054	5129070,913	217,284	0,007	0,008	1,2
40	486684,099	5129071,217	217,280	0,008	0,011	1,2
41	486683,139	5129071,576	217,278	0,007	0,009	1,2
42	486682,244	5129072,025	217,257	0,007	0,009	1,2
43	486681,388	5129072,542	217,231	0,007	0,010	1,2
44	486680,541	5129073,106	217,234	0,008	0,011	1,2
45	486680,376	5129073,234	217,226	0,008	0,011	1,2
46	486679,995	5129073,577	217,227	0,008	0,011	1,2
47	486679,639	5129073,934	217,227	0,007	0,010	1,2
48	486679,327	5129074,301	217,211	0,008	0,010	1,2
49	486679,017	5129074,701	217,205	0,008	0,010	1,2
50	486678,720	5129075,076	217,203	0,008	0,010	1,2
51	486678,456	5129075,483	217,198	0,008	0,009	1,2
52	486677,955	5129076,360	217,185	0,008	0,009	1,2
53	486677,511	5129077,277	217,177	0,007	0,010	1,2
54	486677,187	5129078,234	217,149	0,007	0,009	1,2
55	486682,622	5129080,287	217,173	0,007	0,009	1,3
56	486682,880	5129079,734	217,163	0,007	0,009	1,3
57	486683,113	5129079,277	217,172	0,007	0,008	1,3
58	486683,398	5129078,856	217,171	0,007	0,008	1,2
59	486683,707	5129078,474	217,182	0,007	0,008	1,3
60	486684,077	5129078,128	217,177	0,007	0,008	1,3
61	486684,477	5129077,790	217,191	0,006	0,008	1,2
62	486684,908	5129077,502	217,190	0,006	0,008	1,2
63	486685,316	5129077,256	217,203	0,006	0,008	1,2
64	486685,759	5129077,031	217,209	0,006	0,007	1,2
65	486686,393	5129076,808	217,221	0,006	0,007	1,2
66	486686,880	5129076,658	217,234	0,006	0,008	1,2
67	486687,376	5129076,617	217,247	0,006	0,007	1,2
68	486687,904	5129076,628	217,255	0,005	0,007	1,2
69	486688,164	5129076,685	217,279	0,006	0,008	1,2
70	486688,420	5129076,786	217,298	0,006	0,007	1,2
71	486688,634	5129076,954	217,307	0,005	0,007	1,2
72	486688,832	5129077,116	217,304	0,006	0,007	1,2
73	486688,990	5129077,310	217,308	0,005	0,007	1,3
74	486689,108	5129077,570	217,318	0,006	0,007	1,1
75	486689,153	5129077,843	217,332	0,006	0,007	1,1
76	486689,156	5129078,123	217,345	0,006	0,007	1,1
77	486687,829	5129081,472	217,420	0,006	0,007	1,1
78	486713,620	5129091,095	217,428	0,006	0,006	1,1
79	486719,525	5129076,278	217,291	0,005	0,008	1,4

80	486702,324	5129069,890	217,271	0,006	0,007	1,5
81	486700,553	5129074,621	217,157	0,006	0,007	1,3
82	486699,617	5129074,182	217,156	0,006	0,007	1,3
83	486699,057	5129073,791	217,153	0,006	0,007	1,5
84	486698,819	5129073,526	217,162	0,006	0,007	1,3
85	486698,588	5129073,258	217,175	0,006	0,007	1,3
86	486698,412	5129072,988	217,183	0,005	0,007	1,3
87	486698,214	5129072,685	217,204	0,006	0,007	1,3
88	486698,067	5129072,372	217,205	0,005	0,007	1,3
89	486703,472	5129069,623	217,335	0,008	0,014	1,6
90	486706,347	5129061,836	217,299	0,012	0,014	2,4
91	486703,790	5129060,820	217,299	0,011	0,014	2,2
92	486705,350	5129056,550	217,272	0,011	0,014	1,9
93	486706,576	5129056,978	217,283	0,015	0,017	2,0
94	486709,319	5129049,713	217,272	0,013	0,017	2,0
95	486710,680	5129050,206	217,286	0,012	0,013	1,8
96	486711,665	5129047,536	217,301	0,012	0,013	2,0
97	486710,292	5129047,027	217,292	0,016	0,018	2,1
98	486712,991	5129039,613	217,314	0,010	0,013	2,1
99	486711,757	5129039,170	217,267	0,010	0,014	1,9
100	486713,329	5129034,884	217,276	0,012	0,015	1,7
101	486715,929	5129035,798	217,322	0,016	0,016	2,1
102	486716,573	5129034,146	217,331	0,021	0,024	2,1
103	486716,481	5129034,105	217,338	0,020	0,022	2,1
104	486718,692	5129028,060	217,377	0,012	0,019	2,2
105	486731,126	5129032,558	217,423	0,023	0,024	2,0
106	486715,813	5129074,163	217,305	0,009	0,011	2,0
107	486706,495	5129061,503	217,440	0,015	0,016	2,8
108	486704,285	5129060,542	217,196	0,026	0,028	2,4
109	486705,534	5129056,957	217,396	0,010	0,015	1,8
110	486706,460	5129057,305	217,405	0,013	0,016	2,0
111	486706,338	5129057,603	217,551	0,014	0,016	2,2
112	486705,787	5129057,392	217,444	0,024	0,037	2,3
113	486704,608	5129060,378	217,592	0,014	0,019	1,9
114	486706,603	5129061,186	217,504	0,023	0,026	2,2
115	486684,114	5129070,993	217,360	0,008	0,009	1,4
116	486683,893	5129070,889	217,370	0,007	0,009	1,2
117	486683,686	5129070,750	217,388	0,007	0,008	1,2
118	486683,473	5129070,613	217,395	0,007	0,008	1,2
119	486683,295	5129070,457	217,379	0,007	0,008	1,3
120	486683,115	5129070,264	217,391	0,007	0,008	1,3
121	486682,966	5129070,092	217,390	0,006	0,008	1,2
122	486682,820	5129069,893	217,406	0,007	0,008	1,2
123	486682,705	5129069,672	217,410	0,007	0,007	1,3
124	486682,582	5129069,463	217,419	0,005	0,007	1,2
125	486674,123	5129036,719	217,405	0,010	0,015	1,4

126	486673,130	5129032,894	217,409	0,009	0,012	1,4
127	486665,340	5129002,641	217,151	0,009	0,013	1,4
128	486661,968	5129002,340	217,196	0,017	0,023	1,4
129	486679,567	5129070,590	217,391	0,009	0,011	1,3
130	486679,674	5129071,061	217,375	0,008	0,010	1,3
131	486679,717	5129071,565	217,355	0,008	0,010	1,2
132	486679,687	5129072,052	217,363	0,008	0,009	1,3
133	486679,627	5129072,530	217,343	0,008	0,009	1,3
134	486679,565	5129073,026	217,319	0,007	0,009	1,2
135	486679,366	5129073,943	217,350	0,008	0,009	1,3
136	486665,294	5129002,516	217,195	0,008	0,008	1,3
137	486665,300	5129002,408	217,212	0,008	0,008	1,3
138	486665,365	5129002,297	217,203	0,008	0,009	1,3
139	486665,419	5129002,182	217,222	0,008	0,009	1,3
140	486665,531	5129002,092	217,204	0,008	0,009	1,3
141	486665,589	5129002,040	217,216	0,008	0,009	1,3
142	486665,768	5129001,876	217,183	0,009	0,009	1,3
143	486665,985	5129001,764	217,203	0,007	0,009	1,3
144	486666,213	5129001,682	217,200	0,008	0,009	1,3
145	486666,463	5129001,634	217,199	0,009	0,010	1,3
146	486666,656	5129001,662	217,194	0,009	0,008	1,3
147	486713,255	5129018,618	217,332	0,007	0,009	1,3
148	486718,443	5129020,515	217,308	0,008	0,011	1,3
149	486737,242	5129027,302	217,349	0,010	0,013	1,5
150	486738,260	5129024,335	217,347	0,012	0,018	1,5
151	486667,300	5128998,479	217,207	0,013	0,017	1,3
152	486666,873	5128998,258	217,198	0,010	0,011	1,3
153	486666,416	5128998,038	217,213	0,011	0,011	1,3
154	486666,021	5128997,730	217,183	0,015	0,014	1,3
155	486665,630	5128997,449	217,223	0,015	0,014	1,3
156	486665,213	5128997,196	217,268	0,020	0,023	1,2
157	486664,440	5128996,565	217,254	0,013	0,014	1,2
158	486664,074	5128996,229	217,265	0,019	0,021	1,2
159	486663,697	5128995,876	217,217	0,020	0,023	1,2
160	486663,351	5128995,564	217,251	0,013	0,015	1,2
161	486663,009	5128995,168	217,221	0,010	0,012	1,3
162	486662,740	5128994,742	217,228	0,011	0,012	1,2
163	486662,483	5128994,311	217,225	0,012	0,014	1,2
164	486662,268	5128993,900	217,235	0,011	0,011	1,3
165	486662,053	5128993,349	217,199	0,015	0,014	1,3
166	486661,913	5128992,893	217,203	0,013	0,011	1,2
167	486661,860	5128992,417	217,224	0,013	0,013	1,3
168	486661,831	5128991,934	217,204	0,016	0,014	1,3
169	486661,783	5129001,952	217,179	0,012	0,016	1,2
170	486661,638	5129001,596	217,201	0,010	0,017	1,2
171	486661,419	5129001,204	217,241	0,011	0,015	1,2

172	486661,160	5129000,863	217,212	0,010	0,012	1,2
173	486660,886	5129000,531	217,217	0,008	0,011	1,2
174	486660,607	5129000,203	217,224	0,009	0,010	1,2
175	486660,315	5128999,898	217,196	0,009	0,010	1,2
176	486660,049	5128999,658	217,213	0,008	0,009	1,2
177	486659,862	5128999,457	217,198	0,007	0,009	1,2
178	486659,477	5128999,176	217,195	0,008	0,009	1,2
179	486659,109	5128998,983	217,218	0,009	0,009	1,1
180	486658,174	5128998,565	217,196	0,008	0,009	1,1
181	486661,795	5128991,362	217,212	0,010	0,011	1,4
182	486661,812	5128990,890	217,210	0,010	0,010	1,2
183	486661,880	5128989,867	217,253	0,012	0,014	1,2
184	486661,955	5128989,381	217,184	0,011	0,017	1,3
185	486653,960	5128993,487	217,193	0,010	0,011	1,1
186	486654,134	5128993,455	217,205	0,010	0,010	1,3
187	486654,391	5128993,377	217,204	0,009	0,009	1,5
188	486654,847	5128993,125	217,178	0,012	0,013	1,2
189	486655,265	5128992,950	217,191	0,016	0,016	1,3
190	486655,702	5128992,684	217,162	0,019	0,018	1,3
191	486656,088	5128992,448	217,189	0,021	0,020	1,2
192	486656,411	5128992,188	217,206	0,024	0,022	1,4
193	486691,088	5129067,551	217,515	0,008	0,011	1,6
194	486706,229	5129057,925	217,744	0,015	0,015	1,8
195	486705,926	5129057,829	217,751	0,012	0,013	1,8
196	486705,039	5129060,205	217,750	0,013	0,013	1,8
197	486705,488	5129060,023	217,895	0,013	0,016	2,3
198	486713,078	5129039,287	217,458	0,014	0,015	1,9
199	486712,176	5129038,922	217,475	0,018	0,019	1,9
200	486713,478	5129035,273	217,475	0,027	0,029	1,9
201	486713,672	5129035,698	217,649	0,011	0,015	1,8
202	486712,574	5129038,726	217,622	0,012	0,015	1,8
203	486713,148	5129038,963	217,592	0,011	0,014	1,9
204	486713,279	5129038,668	217,746	0,010	0,012	1,9
205	486713,001	5129038,556	217,737	0,010	0,012	1,8
206	486713,885	5129036,144	217,748	0,009	0,012	1,9
207	486715,546	5129036,701	217,742	0,023	0,022	1,9
208	486714,113	5129036,542	217,909	0,011	0,011	1,9
209	486713,400	5129038,301	217,921	0,011	0,011	1,9
210	486706,109	5129058,270	217,871	0,014	0,016	1,8
211	486684,551	5129062,032	217,501	0,012	0,016	1,7
212	486685,443	5129061,085	217,512	0,010	0,015	1,4
213	486686,989	5129063,576	217,607	0,008	0,011	1,2
214	486687,511	5129062,361	217,615	0,008	0,011	1,2
215	486689,624	5129063,923	217,593	0,008	0,010	1,2
216	486689,675	5129062,515	217,600	0,008	0,010	1,2
217	486692,175	5129062,914	217,541	0,007	0,009	1,3

218	486691,156	5129061,724	217,633	0,007	0,009	1,2
219	486693,673	5129060,883	217,520	0,008	0,010	1,3
220	486692,460	5129059,947	217,607	0,011	0,015	1,4
221	486694,002	5129057,857	217,498	0,008	0,011	1,3
222	486692,610	5129058,189	217,550	0,008	0,013	1,3
223	486692,908	5129055,760	217,452	0,011	0,021	1,5
224	486691,910	5129056,759	217,574	0,012	0,021	1,6
225	486691,063	5129054,632	217,481	0,011	0,021	1,7
226	486690,707	5129055,961	217,479	0,012	0,023	1,5
227	486688,834	5129054,408	217,416	0,008	0,015	1,5
228	486687,078	5129055,418	217,452	0,008	0,014	1,5
229	486686,174	5129056,934	217,472	0,008	0,013	1,3
230	486686,200	5129058,752	217,495	0,009	0,012	1,2
231	486687,048	5129060,271	217,549	0,011	0,016	1,3
232	486689,342	5129061,019	217,627	0,009	0,013	1,2
233	486691,146	5129059,476	217,600	0,013	0,021	1,4
234	486691,106	5129058,213	217,566	0,010	0,015	1,5
235	486690,466	5129057,446	217,516	0,011	0,016	1,4
236	486689,520	5129057,235	217,489	0,011	0,016	1,5
237	486688,798	5129057,639	217,570	0,010	0,014	1,5
238	486688,835	5129058,207	217,525	0,011	0,016	1,3
239	486689,198	5129058,460	217,514	0,009	0,013	1,4
240	486689,695	5129058,490	217,522	0,009	0,013	1,7
241	486689,837	5129058,695	217,474	0,008	0,013	1,5
242	486689,852	5129058,971	217,493	0,010	0,013	1,5
243	486689,195	5129059,643	217,476	0,009	0,012	1,2
244	486688,191	5129059,316	217,474	0,009	0,013	1,2
245	486687,614	5129058,374	217,505	0,008	0,013	1,3
246	486687,565	5129057,526	217,522	0,008	0,012	1,3
247	486688,082	5129056,456	217,530	0,007	0,012	1,2
248	486689,261	5129055,940	217,542	0,009	0,014	1,7
249	486720,795	5129067,516	217,319	0,028	0,027	4,6
250	486717,057	5129024,474	217,312	0,009	0,015	1,6
251	486717,021	5129024,715	217,315	0,009	0,013	1,5
252	486717,030	5129024,944	217,348	0,009	0,014	1,6
253	486717,104	5129025,194	217,348	0,007	0,012	1,6
254	486717,173	5129025,418	217,328	0,007	0,012	1,5
255	486717,267	5129025,662	217,341	0,007	0,012	1,5
256	486717,387	5129025,894	217,351	0,007	0,013	1,5
257	486717,515	5129026,111	217,377	0,007	0,012	1,5
258	486717,665	5129026,328	217,364	0,007	0,012	1,5
259	486717,804	5129026,503	217,378	0,007	0,013	1,8
260	486717,952	5129026,639	217,376	0,008	0,013	1,5
261	486718,182	5129026,785	217,381	0,009	0,014	1,8
262	486718,627	5129026,992	217,360	0,008	0,013	1,8
263	486719,251	5129027,251	217,368	0,008	0,014	1,6

264	486699,234	5129073,703	217,167	0,006	0,007	1,3
265	486701,088	5129068,699	217,267	0,008	0,010	1,3
266	486702,392	5129069,168	217,331	0,007	0,008	1,4
267	486652,944	5128996,642	217,201	0,007	0,008	1,5
268	486652,974	5128996,402	217,207	0,007	0,008	1,5
269	486653,927	5128993,559	217,183	0,007	0,011	1,5
270	486580,621	5128967,456	217,269	0,008	0,007	1,5
271	486579,567	5128970,276	217,258	0,008	0,010	1,5
272	486667,957	5128992,631	217,119	0,011	0,011	1,5
273	486682,105	5128997,696	217,110	0,014	0,010	2,4
274	486691,878	5128998,932	217,145	0,025	0,021	3,0
275	486724,725	5129013,390	217,180	0,026	0,021	3,3
276	486738,889	5129018,503	217,159	0,018	0,025	1,7
277	486744,159	5129004,030	217,220	0,024	0,018	3,4
278	486730,022	5128998,960	217,112	0,014	0,018	3,3
279	486723,652	5128995,662	217,204	0,010	0,016	2,0
280	486724,213	5128993,849	217,206	0,011	0,017	1,7
281	486724,394	5128993,484	217,178	0,009	0,013	1,7
282	486724,691	5128993,132	217,200	0,009	0,013	1,7
283	486725,031	5128992,920	217,170	0,009	0,012	1,7
284	486725,415	5128992,728	217,160	0,010	0,012	1,6
285	486725,773	5128992,607	217,166	0,009	0,012	1,6
286	486726,211	5128992,554	217,162	0,008	0,011	1,5
287	486726,612	5128992,585	217,171	0,008	0,011	1,6
288	486727,017	5128992,686	217,165	0,008	0,011	1,6
289	486743,367	5128998,655	217,392	0,008	0,013	1,7
290	486743,749	5128998,824	217,359	0,009	0,014	1,7
291	486744,088	5128999,040	217,393	0,009	0,014	2,4
292	486744,366	5128999,374	217,412	0,010	0,013	2,4
293	486744,575	5128999,743	217,421	0,008	0,013	2,4
294	486744,739	5129000,145	217,398	0,009	0,014	1,7
295	486744,885	5129000,531	217,403	0,009	0,014	2,4
296	486744,944	5129000,979	217,350	0,010	0,014	3,2
297	486744,952	5129001,396	217,354	0,010	0,015	2,3
298	486744,852	5129001,832	217,301	0,010	0,014	3,2
299	486744,603	5129002,511	217,317	0,013	0,015	3,2
300	486747,743	5129001,472	217,339	0,010	0,015	3,2
301	486749,151	5128997,377	217,262	0,007	0,009	1,3
302	486742,538	5128994,915	217,259	0,007	0,009	1,4
303	486743,200	5128993,242	217,279	0,006	0,008	1,4
304	486743,079	5128993,163	217,183	0,006	0,009	1,4
305	486707,743	5128980,493	217,183	0,007	0,008	1,2
306	486694,312	5128976,966	217,172	0,007	0,007	1,2
307	486716,076	5128986,801	217,261	0,015	0,012	2,7
308	486719,221	5128987,992	217,163	0,012	0,011	1,7
309	486705,885	5128983,084	217,349	0,010	0,014	1,6

310	486717,336	5128993,469	217,171	0,012	0,013	2,5
311	486717,264	5128993,478	217,212	0,013	0,013	2,5
312	486716,895	5128994,533	217,264	0,022	0,024	2,6
313	486722,033	5128995,224	217,176	0,014	0,016	2,6
314	486721,431	5128997,026	217,201	0,022	0,022	3,4
315	486721,907	5128997,194	217,230	0,019	0,018	2,6
316	486722,529	5128995,367	217,197	0,015	0,015	2,4
317	486721,658	5128995,368	217,437	0,014	0,015	2,4
318	486717,448	5128993,862	217,435	0,025	0,027	2,5
319	486717,127	5128994,825	217,449	0,025	0,023	3,4
320	486717,618	5128994,282	217,589	0,016	0,017	2,6
321	486721,321	5128995,546	217,599	0,014	0,016	1,9
322	486720,944	5128996,722	217,686	0,016	0,016	2,6
323	486720,634	5128996,646	217,819	0,017	0,017	2,6
324	486720,936	5128995,747	217,745	0,020	0,022	2,6
325	486717,832	5128994,649	217,748	0,017	0,018	2,6
326	486755,946	5128959,718	217,263	0,008	0,008	1,2
327	486711,573	5128943,890	217,207	0,007	0,008	1,2
328	486711,421	5128944,227	217,212	0,007	0,007	1,2
329	486708,668	5128943,201	217,191	0,007	0,007	1,1
330	486708,788	5128942,908	217,191	0,007	0,007	1,1
331	486706,637	5128942,124	217,135	0,006	0,007	1,1
332	486708,927	5128942,560	217,364	0,006	0,007	1,1
333	486709,043	5128942,229	217,431	0,006	0,007	1,1
334	486709,163	5128941,934	217,574	0,006	0,007	1,1
335	486711,674	5128943,569	217,391	0,005	0,007	1,1
336	486711,782	5128943,273	217,481	0,005	0,007	1,1
337	486711,921	5128942,952	217,550	0,006	0,007	1,1
338	486704,941	5128947,516	217,205	0,005	0,007	1,1
339	486704,704	5128947,991	217,196	0,006	0,006	1,1
340	486704,373	5128948,409	217,192	0,006	0,006	1,1
341	486704,020	5128948,699	217,257	0,005	0,006	1,1
342	486703,573	5128949,022	217,232	0,006	0,006	1,1
343	486703,071	5128949,285	217,226	0,006	0,006	1,0
344	486702,564	5128949,436	217,231	0,006	0,006	1,0
345	486702,084	5128949,562	217,229	0,005	0,006	1,0
346	486701,534	5128949,596	217,313	0,006	0,006	1,0
347	486701,013	5128949,569	217,302	0,006	0,006	1,0
348	486700,496	5128949,679	217,228	0,006	0,006	1,0
349	486699,984	5128949,671	217,246	0,005	0,006	1,0
350	486699,452	5128949,594	217,239	0,006	0,006	1,0
351	486698,833	5128949,436	217,282	0,006	0,006	1,0
352	486698,427	5128949,314	217,286	0,006	0,006	1,0
353	486697,493	5128948,973	217,319	0,006	0,006	1,0
354	486696,113	5128956,723	217,392	0,006	0,006	1,1
355	486696,576	5128956,918	217,378	0,006	0,006	1,1

356	486695,883	5128957,388	217,389	0,006	0,006	1,1
357	486695,730	5128957,717	217,377	0,006	0,006	1,2
358	486695,326	5128958,282	217,346	0,006	0,006	1,2
359	486694,846	5128958,789	217,347	0,006	0,006	1,1
360	486694,295	5128959,249	217,344	0,006	0,006	1,1
361	486693,998	5128959,449	217,357	0,006	0,006	1,2
362	486693,682	5128959,622	217,349	0,006	0,006	1,2
363	486693,384	5128959,769	217,359	0,006	0,006	1,3
364	486693,061	5128959,924	217,359	0,006	0,006	1,2
365	486692,727	5128960,033	217,346	0,005	0,006	1,3
366	486692,379	5128960,110	217,339	0,006	0,006	1,2
367	486692,029	5128960,163	217,327	0,006	0,006	1,3
368	486691,675	5128960,197	217,315	0,006	0,006	1,2
369	486691,323	5128960,200	217,325	0,005	0,006	1,3
370	486690,975	5128960,158	217,321	0,006	0,006	1,3
371	486690,625	5128960,113	217,310	0,006	0,006	1,3
372	486690,263	5128960,057	217,331	0,006	0,006	1,3
373	486689,949	5128959,954	217,324	0,005	0,006	1,3
374	486674,504	5128954,393	217,234	0,006	0,007	1,2
375	486671,509	5128953,304	217,232	0,006	0,007	1,2
376	486679,558	5128930,935	217,722	0,007	0,007	1,2
377	486682,536	5128932,042	217,672	0,007	0,009	1,3
378	486687,465	5128945,521	217,805	0,006	0,008	1,1
379	486688,894	5128946,063	217,825	0,007	0,010	1,1
380	486688,394	5128947,502	217,799	0,007	0,007	1,1
381	486686,958	5128946,984	217,803	0,006	0,006	1,1
382	486687,283	5128946,831	218,201	0,006	0,006	1,1
383	486688,227	5128947,200	218,198	0,006	0,006	1,1
384	486688,586	5128946,209	218,182	0,006	0,006	1,1
385	486687,613	5128945,848	218,199	0,006	0,006	1,1
386	486672,477	5128960,053	217,151	0,006	0,007	1,3
387	486669,480	5128958,960	217,109	0,006	0,007	1,2
388	486666,979	5128965,879	217,216	0,007	0,008	1,2
389	486666,807	5128965,901	217,221	0,007	0,008	1,3
390	486666,539	5128965,929	217,207	0,008	0,009	1,4
391	486666,235	5128966,015	217,223	0,007	0,008	1,5
392	486666,044	5128966,051	217,218	0,007	0,009	1,3
393	486665,799	5128966,159	217,223	0,008	0,009	1,5
394	486665,550	5128966,266	217,231	0,008	0,009	1,5
395	486665,320	5128966,388	217,208	0,008	0,010	1,6
396	486665,090	5128966,525	217,238	0,008	0,010	1,5
397	486664,872	5128966,679	217,233	0,008	0,009	1,3
398	486664,679	5128966,850	217,223	0,008	0,010	1,5
399	486664,486	5128967,023	217,214	0,009	0,010	1,5
400	486664,291	5128967,225	217,242	0,009	0,010	1,5
401	486664,112	5128967,405	217,262	0,012	0,014	1,3

402	486664,007	5128967,544	217,256	0,009	0,011	1,5
403	486670,847	5128964,541	217,211	0,008	0,009	1,3
404	486670,502	5128964,396	217,195	0,008	0,009	1,3
405	486670,159	5128965,293	217,205	0,008	0,009	1,2
406	486670,538	5128965,429	217,205	0,007	0,007	1,2
407	486669,962	5128966,948	217,219	0,008	0,010	1,4
408	486670,077	5128967,076	217,224	0,007	0,008	1,2
409	486670,247	5128967,278	217,238	0,008	0,010	1,5
410	486670,482	5128967,538	217,214	0,008	0,009	1,5
411	486670,592	5128967,713	217,204	0,007	0,009	1,3
412	486670,712	5128967,913	217,214	0,007	0,009	1,2
413	486670,833	5128968,150	217,182	0,008	0,010	1,5
414	486670,944	5128968,369	217,176	0,007	0,009	1,5
415	486671,042	5128968,632	217,185	0,006	0,009	1,5
416	486671,108	5128968,886	217,201	0,007	0,009	1,5
417	486671,162	5128969,161	217,211	0,006	0,008	1,5
418	486671,189	5128969,398	217,211	0,008	0,009	1,5
419	486671,215	5128969,682	217,223	0,007	0,009	1,2
420	486671,209	5128969,948	217,211	0,007	0,008	1,5
421	486671,208	5128970,042	217,233	0,007	0,008	1,5
422	486691,714	5128977,449	217,188	0,005	0,007	1,6
423	486656,760	5128991,845	217,178	0,009	0,009	1,5
424	486657,021	5128991,558	217,189	0,009	0,009	1,5
425	486657,285	5128991,230	217,186	0,011	0,010	1,4
426	486657,510	5128990,923	217,187	0,011	0,011	1,4
427	486657,722	5128990,550	217,212	0,014	0,014	1,4
428	486657,945	5128990,198	217,216	0,015	0,015	1,4
429	486658,136	5128989,883	217,182	0,022	0,022	1,3
430	486658,343	5128989,556	217,210	0,014	0,014	1,7
431	486658,500	5128989,142	217,161	0,015	0,019	1,6
432	486658,670	5128988,769	217,184	0,019	0,025	1,4
433	486667,533	5128973,826	217,108	0,017	0,025	2,0
434	486667,647	5128973,805	217,154	0,012	0,018	1,6
435	486668,054	5128973,763	217,179	0,023	0,031	1,5
436	486668,406	5128973,661	217,179	0,020	0,030	1,7
437	486668,671	5128973,587	217,183	0,015	0,024	2,1
438	486668,890	5128973,486	217,195	0,017	0,027	2,2
439	486669,149	5128973,370	217,213	0,017	0,027	2,0
440	486669,386	5128973,234	217,218	0,014	0,022	2,1
441	486669,611	5128973,083	217,190	0,010	0,017	1,9
442	486669,810	5128972,914	217,171	0,012	0,019	1,5
443	486670,001	5128972,728	217,172	0,012	0,019	1,4
444	486670,177	5128972,552	217,207	0,012	0,018	1,5
445	486670,350	5128972,343	217,202	0,010	0,014	1,5
446	486670,516	5128972,117	217,188	0,011	0,015	1,5
447	486664,489	5128972,726	217,233	0,009	0,014	1,5

448	486664,408	5128972,627	217,268	0,010	0,015	1,4
449	486664,244	5128972,440	217,270	0,011	0,015	1,8
450	486664,092	5128972,241	217,275	0,010	0,016	1,9
451	486664,012	5128972,099	217,322	0,012	0,019	1,9
452	486663,796	5128971,782	217,295	0,011	0,015	1,4
453	486663,698	5128971,569	217,299	0,011	0,016	1,4
454	486663,577	5128971,318	217,280	0,011	0,017	2,1
455	486663,485	5128971,049	217,284	0,011	0,018	1,8
456	486663,420	5128970,817	217,291	0,013	0,020	1,5
457	486663,367	5128970,623	217,286	0,012	0,019	1,8
458	486663,323	5128970,392	217,279	0,012	0,020	1,9
459	486663,317	5128970,157	217,285	0,014	0,025	1,5
460	486663,292	5128969,746	217,273	0,010	0,015	1,5
461	486663,320	5128969,582	217,292	0,010	0,015	1,5
462	486642,026	5128961,882	217,121	0,008	0,011	1,6
463	486642,743	5128959,834	217,057	0,007	0,010	1,5
464	486692,441	5128980,064	217,300	0,009	0,011	1,7
465	486692,694	5128980,208	217,341	0,007	0,011	1,5
466	486692,891	5128980,399	217,351	0,007	0,011	1,6
467	486693,123	5128980,693	217,349	0,008	0,011	1,5
468	486693,327	5128981,020	217,382	0,008	0,012	1,6
469	486693,535	5128981,438	217,372	0,008	0,012	2,0
470	486693,662	5128981,776	217,373	0,008	0,013	2,3
471	486693,771	5128982,246	217,383	0,008	0,013	1,8
472	486693,873	5128982,761	217,404	0,010	0,013	2,0
473	486693,904	5128982,999	217,376	0,009	0,015	2,3
474	486693,916	5128983,390	217,410	0,009	0,014	2,0
475	486693,828	5128983,945	217,423	0,009	0,014	2,2
476	486693,782	5128984,193	217,436	0,009	0,014	2,1
477	486693,564	5128984,861	217,439	0,010	0,015	1,8
478	486694,896	5128985,315	217,438	0,011	0,016	2,8
479	486694,348	5128986,974	217,406	0,013	0,019	2,5
480	486695,203	5128987,275	217,420	0,013	0,017	2,2
481	486695,689	5128985,897	217,437	0,016	0,028	2,6
482	486695,492	5128987,384	217,618	0,015	0,021	2,8
483	486695,884	5128986,293	217,650	0,021	0,036	2,2
484	486695,792	5128987,480	217,843	0,015	0,021	2,5
485	486696,085	5128986,702	217,855	0,018	0,035	2,3
486	486687,372	5128983,282	217,207	0,018	0,030	2,6
487	486673,293	5128978,104	217,171	0,017	0,028	2,9
488	486675,461	5128971,585	217,224	0,008	0,010	1,4
489	486675,605	5128971,062	217,253	0,008	0,010	1,4
490	486679,930	5128971,103	217,216	0,007	0,010	1,5
491	486680,332	5128971,037	217,223	0,008	0,010	1,4
492	486680,735	5128970,946	217,225	0,008	0,009	1,5
493	486681,155	5128970,836	217,225	0,006	0,009	1,5

494	486681,543	5128970,677	217,214	0,006	0,009	1,5
495	486681,925	5128970,505	217,211	0,006	0,009	1,5
496	486682,280	5128970,318	217,200	0,006	0,008	1,5
497	486682,643	5128970,104	217,201	0,006	0,008	1,8
498	486682,981	5128969,858	217,193	0,006	0,008	1,5
499	486683,266	5128969,620	217,190	0,006	0,008	1,5
500	486683,547	5128969,260	217,177	0,006	0,009	1,5
501	486683,780	5128968,893	217,186	0,006	0,008	1,5
502	486683,940	5128968,511	217,179	0,007	0,008	1,5
503	486684,061	5128968,108	217,203	0,006	0,008	1,8
504	486684,089	5128967,661	217,206	0,006	0,009	1,8
505	486684,084	5128967,256	217,222	0,005	0,008	1,8
506	486684,043	5128966,830	217,220	0,006	0,009	1,9
507	486683,972	5128966,412	217,220	0,006	0,009	1,8
508	486683,884	5128966,036	217,225	0,008	0,009	1,8
509	486683,785	5128965,616	217,214	0,007	0,011	1,4
510	486683,630	5128965,226	217,245	0,007	0,010	1,8
511	486683,456	5128964,845	217,231	0,007	0,011	1,8
512	486683,219	5128964,490	217,208	0,009	0,014	1,5
513	486683,112	5128964,334	217,219	0,009	0,015	1,5
514	486682,872	5128964,082	217,232	0,010	0,016	1,9
515	486682,621	5128963,828	217,246	0,010	0,016	1,5
516	486682,339	5128963,609	217,231	0,012	0,021	1,9
517	486682,014	5128963,448	217,264	0,011	0,018	1,4
518	486645,776	5128944,079	216,943	0,006	0,008	1,7
519	486645,059	5128950,170	216,793	0,007	0,008	1,4
520	486743,254	5128973,277	217,391	0,008	0,009	1,3
521	486743,487	5128973,599	217,384	0,006	0,009	1,3
522	486743,580	5128973,968	217,396	0,007	0,009	1,4
523	486743,417	5128974,398	217,402	0,006	0,009	1,3
524	486743,109	5128974,650	217,390	0,006	0,008	1,3
525	486742,718	5128974,688	217,384	0,006	0,008	1,4
526	486732,563	5128969,465	217,350	0,007	0,008	1,3
527	486732,180	5128969,513	217,368	0,007	0,008	1,4
528	486731,863	5128969,831	217,371	0,005	0,008	1,3
529	486731,744	5128970,233	217,360	0,007	0,007	1,3
530	486731,821	5128970,598	217,360	0,005	0,007	1,3
531	486732,038	5128970,874	217,352	0,006	0,007	1,3
532	486729,631	5128970,011	217,335	0,006	0,009	1,5
533	486730,051	5128969,915	217,363	0,005	0,008	1,5
534	486730,384	5128969,654	217,366	0,007	0,008	1,5
535	486730,513	5128969,334	217,367	0,005	0,008	1,5
536	486730,480	5128968,939	217,364	0,005	0,008	1,7
537	486730,126	5128968,642	217,429	0,005	0,008	1,7
538	486717,620	5128964,138	217,377	0,005	0,008	1,7
539	486717,162	5128964,183	217,372	0,005	0,008	1,7

540	486716,890	5128964,411	217,382	0,007	0,008	1,4
541	486716,753	5128964,824	217,375	0,007	0,007	1,4
542	486716,797	5128965,175	217,357	0,005	0,007	1,7
543	486717,071	5128965,541	217,347	0,005	0,007	1,7
544	486714,944	5128963,202	217,381	0,007	0,007	1,4
545	486715,181	5128963,463	217,390	0,005	0,007	1,4
546	486715,287	5128963,900	217,384	0,005	0,007	1,4
547	486715,166	5128964,277	217,374	0,005	0,007	1,4
548	486714,822	5128964,529	217,372	0,005	0,007	1,4
549	486714,415	5128964,590	217,355	0,006	0,007	1,4
550	486704,444	5128959,404	217,375	0,005	0,007	1,7
551	486704,020	5128959,468	217,359	0,005	0,007	1,4
552	486703,700	5128959,707	217,367	0,006	0,007	1,4
553	486703,593	5128960,131	217,357	0,006	0,007	1,4
554	486703,616	5128960,526	217,377	0,007	0,007	1,7
555	486703,889	5128960,832	217,384	0,006	0,007	1,3
556	486694,248	5129063,395	217,345	0,007	0,009	1,3
557	486696,423	5129064,179	217,274	0,008	0,009	1,5
558	486698,440	5129058,690	217,290	0,009	0,013	1,6
559	486696,294	5129057,975	217,347	0,008	0,011	1,7
560	486698,335	5129052,466	217,367	0,008	0,014	2,0
561	486700,473	5129053,235	217,296	0,009	0,012	1,4
562	486702,437	5129047,838	217,308	0,009	0,012	1,4
563	486700,302	5129047,027	217,368	0,008	0,010	1,4
564	486701,754	5129043,084	217,359	0,008	0,010	1,5
565	486703,916	5129043,871	217,317	0,008	0,012	1,7
566	486705,873	5129038,505	217,302	0,008	0,011	1,6
567	486703,743	5129037,722	217,373	0,009	0,013	1,7
568	486707,873	5129033,073	217,306	0,009	0,011	1,5
569	486705,754	5129032,249	217,374	0,008	0,010	1,3
570	486709,906	5129027,615	217,329	0,007	0,010	1,6
571	486707,758	5129026,759	217,412	0,009	0,012	1,4
572	486712,144	5129021,473	217,347	0,007	0,010	1,2
573	486689,559	5129077,254	217,287	0,006	0,007	1,3
574	486691,918	5129078,133	217,302	0,006	0,007	1,3
575	486690,192	5129082,316	217,417	0,007	0,007	1,5
576	486692,549	5129083,215	217,426	0,005	0,007	1,5
577	486694,274	5129079,010	217,287	0,006	0,007	1,4
578	486696,614	5129079,883	217,276	0,005	0,007	1,2
579	486694,904	5129084,092	217,424	0,005	0,007	1,4
580	486697,228	5129084,951	217,422	0,006	0,007	1,2
581	486698,937	5129080,757	217,270	0,006	0,007	1,4
582	486701,278	5129081,640	217,254	0,005	0,007	1,4
583	486699,594	5129085,841	217,423	0,006	0,007	1,2
584	486701,932	5129086,705	217,418	0,005	0,007	1,2
585	486703,625	5129082,498	217,251	0,005	0,007	1,2

586	486705,948	5129083,381	217,256	0,006	0,007	1,1
587	486704,269	5129087,568	217,403	0,006	0,007	1,4
588	486706,599	5129088,453	217,422	0,006	0,007	1,4
589	486708,299	5129084,243	217,262	0,006	0,007	1,5
590	486710,643	5129085,121	217,275	0,007	0,007	1,2
591	486708,940	5129089,301	217,401	0,005	0,007	1,1
592	486711,288	5129090,203	217,435	0,005	0,006	1,3
593	486712,966	5129085,979	217,291	0,006	0,006	1,1
594	486714,899	5129086,718	217,309	0,005	0,006	1,1
595	486717,261	5129080,762	217,208	0,005	0,006	1,2
596	486715,348	5129080,060	217,168	0,007	0,006	1,3
597	486717,119	5129075,435	217,274	0,010	0,009	1,4
598	486714,781	5129074,565	217,237	0,010	0,009	1,6
599	486713,064	5129079,218	217,144	0,007	0,007	1,3
600	486710,739	5129078,333	217,118	0,007	0,008	1,2
601	486712,468	5129073,757	217,275	0,013	0,012	1,9
602	486710,139	5129072,854	217,257	0,018	0,015	2,3
603	486708,407	5129077,476	217,102	0,008	0,009	1,3
604	486706,095	5129076,609	217,085	0,008	0,010	1,3
605	486704,071	5129075,852	217,125	0,007	0,010	1,2
606	486702,620	5129075,304	217,140	0,007	0,009	1,4
607	486704,337	5129070,733	217,289	0,013	0,012	1,4
608	486701,001	5129074,719	217,149	0,006	0,007	1,4
609	486641,771	5128961,831	217,116	0,012	0,015	1,7
610	486641,518	5128961,785	217,119	0,011	0,014	1,6
611	486641,279	5128961,765	217,143	0,012	0,014	2,1
612	486641,009	5128961,785	217,137	0,013	0,018	1,7
613	486640,761	5128961,810	217,162	0,011	0,014	1,8
614	486640,524	5128961,879	217,160	0,013	0,018	1,8
615	486640,281	5128961,969	217,163	0,009	0,013	1,5
616	486640,038	5128962,062	217,148	0,010	0,014	1,9
617	486639,821	5128962,189	217,147	0,009	0,014	1,9
618	486639,608	5128962,336	217,144	0,009	0,013	1,9
619	486639,403	5128962,512	217,131	0,009	0,014	1,9
620	486639,201	5128962,682	217,136	0,009	0,013	1,9
621	486639,025	5128962,882	217,165	0,009	0,014	1,9
622	486638,887	5128963,063	217,153	0,009	0,014	1,9
623	486638,709	5128963,368	217,162	0,011	0,015	2,1
624	486638,570	5128963,615	217,187	0,011	0,016	1,9
625	486642,506	5128959,710	217,096	0,008	0,012	1,6
626	486642,279	5128959,587	217,088	0,008	0,011	1,7
627	486642,060	5128959,430	217,117	0,007	0,011	1,6
628	486641,887	5128959,256	217,089	0,007	0,010	1,7
629	486641,708	5128959,063	217,077	0,007	0,011	1,6
630	486641,552	5128958,864	217,087	0,007	0,010	1,6
631	486641,414	5128958,643	217,092	0,007	0,011	1,5

632	486641,295	5128958,409	217,094	0,007	0,011	1,6
633	486641,197	5128958,169	217,079	0,007	0,010	1,6
634	486641,122	5128957,941	217,090	0,007	0,011	1,6
635	486641,072	5128957,687	217,064	0,007	0,011	1,6
636	486641,051	5128957,418	217,065	0,007	0,011	1,5
637	486641,033	5128957,149	217,057	0,007	0,010	1,5
638	486641,043	5128956,904	217,057	0,007	0,010	1,5
639	486641,099	5128956,655	217,037	0,007	0,011	1,6
640	486641,155	5128956,407	217,066	0,007	0,011	1,7
641	486641,874	5128954,380	217,022	0,009	0,012	1,7
642	486641,758	5128954,337	217,036	0,009	0,014	1,7
643	486644,754	5128950,089	216,776	0,008	0,011	1,8
644	486644,522	5128950,015	216,782	0,008	0,012	1,8
645	486644,353	5128949,998	216,796	0,008	0,011	1,8
646	486644,181	5128949,969	216,760	0,008	0,012	1,8
647	486643,970	5128949,982	216,746	0,008	0,011	1,6
648	486643,789	5128950,033	216,749	0,007	0,011	1,6
649	486643,610	5128950,120	216,760	0,008	0,012	1,9
650	486643,429	5128950,214	216,742	0,007	0,011	1,9
651	486643,290	5128950,363	216,736	0,007	0,012	1,9
652	486643,184	5128950,519	216,770	0,007	0,012	1,9
653	486643,079	5128950,682	216,790	0,007	0,012	1,9
654	486691,909	5128977,378	217,198	0,010	0,014	1,4
655	486692,290	5128977,227	217,190	0,008	0,012	1,4
656	486692,675	5128977,062	217,184	0,007	0,011	1,4
657	486693,089	5128976,922	217,198	0,007	0,011	1,4
658	486693,500	5128976,856	217,187	0,007	0,010	1,4
659	486630,660	5128950,314	216,984	0,008	0,011	1,6
660	486632,461	5128945,576	216,810	0,007	0,011	1,7
661	486590,707	5128935,819	216,980	0,006	0,009	1,3
662	486590,552	5128935,788	217,055	0,006	0,009	1,4
663	486589,803	5128937,863	217,117	0,008	0,009	1,3
664	486607,434	5128944,314	217,055	0,006	0,009	1,4
665	486607,800	5128944,535	217,064	0,006	0,009	1,3
666	486607,967	5128944,665	217,077	0,006	0,009	1,3
667	486608,169	5128944,824	217,077	0,007	0,009	1,3
668	486608,297	5128944,942	217,060	0,007	0,009	1,3
669	486608,450	5128945,073	217,078	0,006	0,009	1,4
670	486608,612	5128945,233	217,094	0,007	0,009	1,4
671	486608,739	5128945,396	217,084	0,006	0,008	1,4
672	486608,896	5128945,584	217,106	0,006	0,008	1,3
673	486609,070	5128945,807	217,113	0,007	0,009	1,4
674	486609,222	5128946,036	217,118	0,006	0,008	1,4
675	486609,443	5128946,429	217,116	0,007	0,009	1,2
676	486609,621	5128946,801	217,120	0,007	0,008	1,3
677	486609,758	5128947,191	217,132	0,007	0,009	1,2

678	486609,848	5128947,510	217,124	0,007	0,009	1,4
679	486609,924	5128947,838	217,144	0,006	0,009	1,4
680	486609,957	5128948,171	217,129	0,007	0,008	1,3
681	486609,980	5128948,510	217,147	0,006	0,009	1,6
682	486609,977	5128948,837	217,166	0,007	0,008	1,4
683	486609,944	5128949,171	217,137	0,007	0,009	1,4
684	486609,889	5128949,517	217,165	0,007	0,010	1,8
685	486609,810	5128949,844	217,154	0,007	0,011	1,8
686	486608,545	5128953,416	217,256	0,009	0,014	2,2
687	486600,496	5128909,030	217,171	0,010	0,011	1,4
688	486636,675	5128922,211	217,147	0,008	0,009	1,5
689	486637,017	5128922,302	217,139	0,008	0,009	1,4
690	486637,356	5128922,393	217,147	0,008	0,009	1,4
691	486637,687	5128922,455	217,142	0,008	0,009	1,3
692	486638,048	5128922,499	217,144	0,008	0,008	1,3
693	486638,416	5128922,510	217,151	0,007	0,008	1,4
694	486638,783	5128922,498	217,155	0,007	0,008	1,4
695	486639,115	5128922,466	217,146	0,007	0,008	1,4
696	486639,461	5128922,410	217,141	0,007	0,008	1,4
697	486639,798	5128922,334	217,158	0,007	0,008	1,4
698	486640,142	5128922,237	217,167	0,007	0,008	1,3
699	486640,477	5128922,091	217,184	0,007	0,008	1,3
700	486640,765	5128921,948	217,171	0,008	0,008	1,3
701	486641,090	5128921,768	217,172	0,008	0,008	1,3
702	486641,403	5128921,551	217,179	0,008	0,008	1,2
703	486641,671	5128921,348	217,199	0,009	0,008	1,5
704	486641,962	5128921,093	217,207	0,008	0,007	1,2
705	486642,210	5128920,837	217,196	0,009	0,010	1,2
706	486642,422	5128920,572	217,192	0,008	0,008	1,3
707	486642,625	5128920,289	217,187	0,007	0,008	1,2
708	486642,817	5128919,995	217,202	0,007	0,008	1,2
709	486642,984	5128919,663	217,203	0,009	0,011	1,2
710	486643,114	5128919,348	217,203	0,008	0,011	1,3
711	486643,725	5128917,661	217,254	0,007	0,007	1,3
712	486645,435	5128943,952	216,946	0,007	0,007	1,3
713	486645,116	5128943,797	216,953	0,005	0,007	1,3
714	486644,795	5128943,636	216,947	0,005	0,007	1,3
715	486644,505	5128943,451	216,959	0,007	0,007	1,3
716	486644,214	5128943,242	216,973	0,006	0,007	1,2
717	486643,948	5128943,032	216,965	0,007	0,006	1,3
718	486643,684	5128942,766	216,966	0,005	0,006	1,3
719	486643,455	5128942,514	216,981	0,005	0,006	1,3
720	486643,230	5128942,234	216,992	0,007	0,006	1,3
721	486643,032	5128941,958	216,997	0,007	0,006	1,3
722	486642,849	5128941,646	217,006	0,006	0,006	1,2
723	486642,689	5128941,327	217,001	0,005	0,006	1,3

724	486642,552	5128941,018	217,010	0,006	0,006	1,2
725	486642,446	5128940,679	217,005	0,007	0,006	1,3
726	486642,354	5128940,320	217,016	0,006	0,006	1,1
727	486642,273	5128939,992	217,032	0,006	0,006	1,3
728	486642,248	5128939,648	217,038	0,005	0,006	1,3
729	486642,224	5128939,278	217,047	0,007	0,006	1,3
730	486642,221	5128938,992	217,056	0,006	0,006	1,3
731	486642,269	5128938,799	217,078	0,007	0,007	1,1
732	486642,327	5128938,586	217,076	0,007	0,008	1,1
733	486642,442	5128938,432	217,070	0,008	0,010	1,1
734	486642,592	5128938,285	217,076	0,007	0,008	1,1
735	486642,737	5128938,168	217,092	0,007	0,007	1,1
736	486642,903	5128938,085	217,101	0,007	0,007	1,1
737	486643,086	5128938,028	217,085	0,007	0,008	1,1
738	486643,307	5128937,999	217,084	0,007	0,008	1,2
739	486643,502	5128938,001	217,088	0,007	0,008	1,2
740	486643,690	5128938,054	217,080	0,007	0,007	1,1
741	486647,360	5128939,412	217,123	0,007	0,007	1,2
742	486653,504	5128922,971	217,250	0,006	0,006	1,2
743	486649,838	5128921,627	217,197	0,007	0,007	1,2
744	486649,663	5128921,533	217,195	0,007	0,009	1,2
745	486649,514	5128921,405	217,207	0,007	0,008	1,3
746	486649,393	5128921,261	217,212	0,007	0,007	1,3
747	486649,290	5128921,090	217,223	0,006	0,007	1,3
748	486649,210	5128920,908	217,224	0,005	0,007	1,3
749	486649,172	5128920,711	217,224	0,006	0,007	1,3
750	486649,153	5128920,507	217,227	0,007	0,007	1,3
751	486649,177	5128920,320	217,220	0,007	0,007	1,3
752	486649,383	5128919,748	217,233	0,006	0,007	1,3
753	486650,575	5128916,579	217,306	0,005	0,006	1,3
754	486644,910	5128914,456	217,310	0,007	0,007	1,3
755	486634,203	5128928,799	217,004	0,006	0,007	1,2
756	486634,303	5128928,621	217,003	0,007	0,007	1,2
757	486634,421	5128928,482	217,005	0,007	0,008	1,2
758	486634,718	5128928,261	216,997	0,007	0,007	1,3
759	486634,908	5128928,196	217,004	0,007	0,007	1,3
760	486635,110	5128928,172	217,010	0,007	0,007	1,3
761	486635,308	5128928,193	217,000	0,007	0,007	1,2
762	486635,491	5128928,248	216,982	0,007	0,007	1,3
763	486635,848	5128928,447	217,002	0,006	0,006	1,2
764	486636,124	5128928,649	217,002	0,007	0,006	1,3
765	486636,401	5128928,893	216,998	0,007	0,006	1,3
766	486636,644	5128929,137	217,005	0,007	0,006	1,3
767	486636,865	5128929,407	217,015	0,006	0,006	1,3
768	486637,068	5128929,688	217,012	0,006	0,006	1,3
769	486637,251	5128930,002	217,011	0,006	0,006	1,2

770	486637,414	5128930,314	217,024	0,007	0,006	1,2
771	486637,561	5128930,643	217,049	0,006	0,006	1,2
772	486637,675	5128930,968	217,068	0,007	0,006	1,2
773	486637,768	5128931,310	217,073	0,007	0,006	1,3
774	486637,826	5128931,655	217,071	0,006	0,007	1,3
775	486637,860	5128932,003	217,069	0,007	0,007	1,2
776	486637,875	5128932,362	217,059	0,007	0,007	1,3
777	486637,856	5128932,730	217,057	0,007	0,007	1,3
778	486637,823	5128933,081	217,061	0,006	0,006	1,2
779	486637,770	5128933,426	217,070	0,006	0,006	1,2
780	486637,707	5128933,745	217,075	0,007	0,006	1,3
781	486637,611	5128934,100	217,072	0,007	0,006	1,3
782	486637,496	5128934,424	217,069	0,007	0,006	1,3
783	486637,141	5128935,370	217,071	0,007	0,006	1,3
784	486637,012	5128935,696	217,068	0,006	0,007	1,3
785	486636,868	5128936,020	217,076	0,007	0,007	1,4
786	486636,706	5128936,334	217,057	0,007	0,008	1,3
787	486636,530	5128936,624	217,052	0,007	0,007	1,3
788	486636,322	5128936,895	217,047	0,007	0,008	1,3
789	486636,096	5128937,166	217,032	0,007	0,008	1,3
790	486635,840	5128937,427	217,031	0,006	0,007	1,3
791	486635,578	5128937,667	217,017	0,007	0,007	1,3
792	486635,300	5128937,879	217,008	0,007	0,006	1,3
793	486635,021	5128938,065	217,007	0,006	0,006	1,3
794	486634,718	5128938,242	216,996	0,006	0,007	1,3
795	486634,393	5128938,402	216,990	0,006	0,006	1,3
796	486634,064	5128938,545	216,999	0,007	0,006	1,2
797	486633,741	5128938,661	217,011	0,006	0,007	1,3
798	486633,395	5128938,743	216,985	0,007	0,006	1,3
799	486633,059	5128938,812	216,990	0,006	0,007	1,2
800	486632,703	5128938,855	216,992	0,007	0,006	1,3
801	486632,340	5128938,864	216,983	0,006	0,006	1,3
802	486632,000	5128938,863	216,980	0,006	0,007	1,3
803	486631,657	5128938,808	216,970	0,006	0,006	1,3
804	486631,454	5128938,730	216,983	0,006	0,006	1,3
805	486631,298	5128938,631	216,988	0,006	0,007	1,3
806	486631,159	5128938,485	216,998	0,006	0,006	1,3
807	486631,074	5128938,317	217,002	0,007	0,007	1,3
808	486631,010	5128938,118	217,014	0,007	0,007	1,3
809	486630,996	5128937,928	217,021	0,007	0,006	1,3
810	486631,000	5128937,750	217,024	0,007	0,007	1,3
811	486631,036	5128937,550	217,032	0,007	0,006	1,2
812	486632,374	5128933,880	217,119	0,007	0,006	1,2
813	486602,538	5128923,113	217,122	0,006	0,007	1,2
814	486602,360	5128922,972	217,139	0,011	0,013	1,3
815	486602,200	5128922,847	217,117	0,008	0,009	1,2

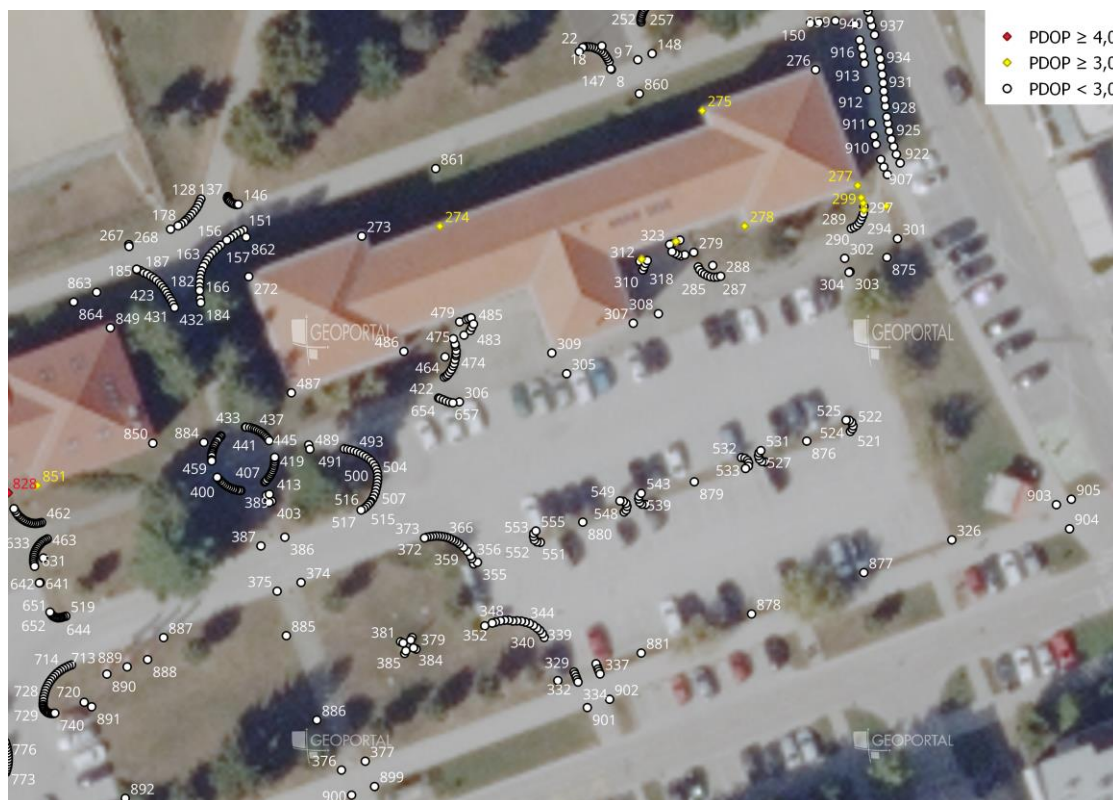
816	486602,113	5128922,715	217,101	0,007	0,007	1,2
817	486602,035	5128922,549	217,115	0,007	0,007	1,2
818	486602,004	5128922,366	217,124	0,007	0,007	1,2
819	486602,027	5128922,156	217,122	0,007	0,007	1,2
820	486602,093	5128921,994	217,122	0,006	0,007	1,2
821	486602,212	5128921,802	217,122	0,007	0,007	1,2
822	486602,354	5128921,709	217,112	0,007	0,007	1,2
823	486602,512	5128921,629	217,097	0,008	0,008	1,2
824	486602,688	5128921,601	217,107	0,006	0,007	1,2
825	486602,879	5128921,622	217,084	0,006	0,008	1,2
826	486603,031	5128921,647	217,069	0,007	0,008	1,2
827	486632,892	5128932,481	217,114	0,005	0,006	1,3
828	486637,890	5128965,599	217,189	0,024	0,028	4,6
829	486634,323	5128963,534	217,253	0,015	0,017	3,2
830	486630,119	5128961,925	217,341	0,016	0,022	2,3
831	486629,811	5128962,853	217,429	0,026	0,036	4,5
832	486630,133	5128962,951	217,499	0,023	0,032	3,5
833	486630,317	5128962,328	217,455	0,019	0,026	2,9
834	486633,928	5128963,693	217,442	0,019	0,024	3,2
835	486633,513	5128963,859	217,621	0,021	0,026	2,6
836	486630,524	5128962,785	217,554	0,025	0,034	2,8
837	486630,422	5128963,061	217,618	0,022	0,028	3,5
838	486630,648	5128963,114	217,797	0,023	0,029	3,5
839	486633,102	5128964,031	217,741	0,021	0,025	3,3
840	486630,114	5128957,711	217,330	0,016	0,023	2,0
841	486629,357	5128955,075	217,154	0,010	0,013	2,1
842	486619,264	5128951,433	217,141	0,010	0,015	2,0
843	486609,979	5128954,260	217,275	0,012	0,017	4,5
844	486610,154	5128954,657	217,428	0,012	0,018	4,5
845	486610,353	5128955,034	217,582	0,013	0,019	4,5
846	486610,535	5128955,407	217,747	0,012	0,018	4,5
847	486602,289	5128952,115	217,244	0,016	0,023	3,4
848	486588,146	5128946,977	217,253	0,012	0,020	2,4
849	486650,639	5128986,230	217,338	0,024	0,022	2,2
850	486655,954	5128971,805	217,328	0,012	0,016	2,0
851	486641,523	5128966,535	217,277	0,018	0,023	3,9
852	486730,607	5129040,838	217,427	0,023	0,033	3,6
853	486728,748	5129045,702	217,278	0,020	0,027	4,3
854	486722,604	5129062,638	217,369	0,026	0,033	6,6
855	486697,979	5129052,042	217,572	0,014	0,019	1,3
856	486703,564	5129036,883	217,539	0,020	0,021	2,0
857	486709,324	5129020,765	217,565	0,011	0,013	1,8
858	486739,318	5129024,407	217,293	0,009	0,014	1,8
859	486741,370	5129024,613	217,534	0,013	0,018	1,5
860	486716,834	5129015,508	217,363	0,013	0,016	1,6
861	486691,350	5129006,139	217,281	0,009	0,011	1,5

862	486667,633	5128997,566	217,179	0,010	0,010	1,4
863	486648,923	5128990,677	217,225	0,011	0,011	1,5
864	486646,051	5128989,461	217,169	0,010	0,009	1,3
865	486625,159	5128981,990	217,211	0,010	0,011	1,3
866	486601,396	5128973,241	217,246	0,011	0,013	2,0
867	486578,341	5128964,802	217,168	0,012	0,013	1,3
868	486678,404	5129047,950	217,415	0,007	0,010	1,3
869	486682,560	5129064,185	217,459	0,012	0,012	1,5
870	486683,418	5129066,325	217,489	0,008	0,011	1,4
871	486685,955	5129067,213	217,533	0,007	0,010	1,4
872	486688,511	5129068,165	217,570	0,007	0,010	1,3
873	486690,190	5129083,244	217,627	0,008	0,009	1,4
874	486706,486	5129089,169	217,609	0,008	0,009	1,6
875	486747,830	5128995,032	217,345	0,009	0,013	1,8
876	486737,786	5128972,067	217,467	0,007	0,009	1,3
877	486744,939	5128955,629	217,124	0,007	0,009	1,4
878	486730,886	5128950,455	217,288	0,007	0,009	1,5
879	486723,718	5128966,980	217,448	0,006	0,008	1,4
880	486709,757	5128961,937	217,465	0,006	0,008	1,4
881	486717,071	5128945,564	217,243	0,009	0,010	1,4
882	486726,026	5128994,027	217,229	0,008	0,015	2,0
883	486692,519	5128982,593	217,357	0,014	0,020	2,6
884	486662,337	5128971,903	217,301	0,013	0,017	2,6
885	486672,663	5128947,741	217,329	0,008	0,012	1,4
886	486676,479	5128937,194	217,433	0,008	0,009	1,3
887	486657,295	5128947,497	217,176	0,008	0,009	1,3
888	486655,296	5128944,755	217,196	0,008	0,011	1,3
889	486652,738	5128943,838	217,195	0,008	0,012	1,3
890	486650,203	5128942,933	217,202	0,007	0,008	1,3
891	486648,301	5128938,850	217,258	0,006	0,009	1,3
892	486652,503	5128927,409	217,339	0,007	0,010	1,3
893	486631,906	5128937,972	217,136	0,007	0,009	1,3
894	486625,222	5128930,523	217,206	0,007	0,009	1,5
895	486608,513	5128924,433	217,182	0,008	0,009	1,4
896	486603,565	5128943,489	217,149	0,007	0,009	1,8
897	486608,331	5128949,175	217,180	0,008	0,011	2,2
898	486642,244	5128957,455	217,096	0,008	0,011	1,8
899	486683,704	5128928,880	217,593	0,007	0,010	1,3
900	486680,827	5128927,804	217,654	0,006	0,009	1,3
901	486710,327	5128938,750	217,576	0,007	0,008	1,3
902	486713,115	5128939,784	217,600	0,006	0,008	1,1
903	486769,030	5128964,118	217,537	0,007	0,008	1,1
904	486770,679	5128961,099	217,494	0,007	0,008	1,2
905	486770,902	5128964,793	217,479	0,007	0,008	1,2
906	486747,879	5129005,401	217,694	0,007	0,009	1,3
907	486747,439	5129006,344	217,723	0,009	0,012	1,2

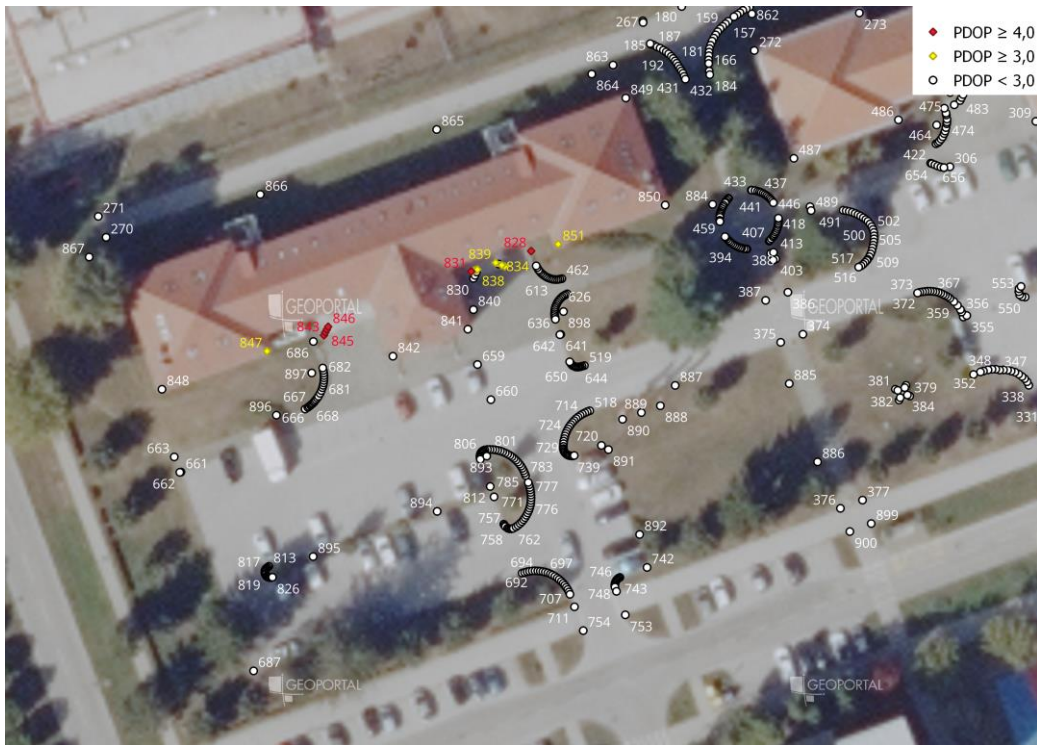
908	486747,054	5129007,274	217,757	0,009	0,011	1,4
909	486746,477	5129009,182	217,786	0,008	0,013	2,4
910	486746,225	5129010,239	217,792	0,009	0,013	1,6
911	486745,912	5129011,828	217,783	0,009	0,013	2,4
912	486745,411	5129015,976	217,765	0,008	0,011	1,6
913	486745,019	5129019,285	217,758	0,008	0,011	2,1
914	486744,867	5129020,279	217,779	0,008	0,010	1,9
915	486744,660	5129021,235	217,764	0,007	0,012	1,9
916	486744,413	5129022,208	217,763	0,007	0,010	1,6
917	486743,840	5129024,165	217,743	0,008	0,009	1,6
918	486743,127	5129027,113	217,765	0,006	0,009	1,5
919	486742,618	5129029,077	217,739	0,007	0,009	1,5
920	486742,452	5129029,611	217,732	0,007	0,010	1,6
921	486741,975	5129030,987	217,719	0,007	0,009	1,5
922	486749,480	5129006,840	217,614	0,006	0,008	1,2
923	486749,014	5129007,917	217,750	0,006	0,008	1,3
924	486748,672	5129008,878	217,739	0,007	0,009	1,4
925	486748,388	5129009,801	217,721	0,007	0,010	1,4
926	486748,138	5129010,827	217,743	0,007	0,011	1,4
927	486747,948	5129011,791	217,731	0,007	0,010	1,5
928	486747,814	5129012,604	217,733	0,007	0,010	1,4
929	486747,642	5129013,921	217,720	0,007	0,010	1,3
930	486747,542	5129014,827	217,712	0,007	0,010	1,5
931	486747,439	5129015,821	217,704	0,007	0,009	1,5
932	486747,355	5129016,852	217,699	0,007	0,009	1,5
933	486747,241	5129017,890	217,689	0,007	0,009	1,5
934	486747,122	5129018,901	217,665	0,005	0,010	1,5
935	486746,992	5129019,885	217,667	0,007	0,009	1,5
936	486746,771	5129020,885	217,693	0,005	0,009	1,5
937	486746,288	5129022,864	217,690	0,005	0,009	1,7
938	486745,936	5129023,986	217,697	0,007	0,009	1,5
939	486745,721	5129024,790	217,703	0,007	0,009	1,5
940	486745,459	5129025,798	217,691	0,007	0,009	1,5
941	486745,374	5129026,286	217,683	0,007	0,009	1,7
942	486745,359	5129026,549	217,668	0,006	0,009	1,4
943	486745,414	5129026,876	217,668	0,007	0,008	1,7
944	486745,511	5129027,056	217,651	0,007	0,008	1,4
945	486745,634	5129027,270	217,673	0,005	0,008	1,7
946	486745,781	5129027,395	217,516	0,007	0,008	1,6
947	486720,314	5129088,181	217,292	0,006	0,007	1,2
948	486720,144	5129088,605	217,283	0,006	0,006	1,3
949	486719,974	5129089,026	217,266	0,006	0,006	1,2
950	486719,779	5129089,444	217,258	0,006	0,006	1,2
951	486719,540	5129089,879	217,242	0,006	0,006	1,2
952	486719,437	5129090,095	217,249	0,006	0,006	1,2
953	486719,211	5129090,446	217,210	0,006	0,006	1,2

954	486718,986	5129090,748	217,196	0,006	0,006	1,2
955	486718,791	5129091,009	217,185	0,006	0,006	1,2
956	486718,584	5129091,273	217,178	0,007	0,008	1,2
957	486718,359	5129091,504	217,161	0,006	0,006	1,2
958	486718,135	5129091,704	217,159	0,006	0,006	1,2
959	486717,916	5129091,866	217,143	0,006	0,007	1,2

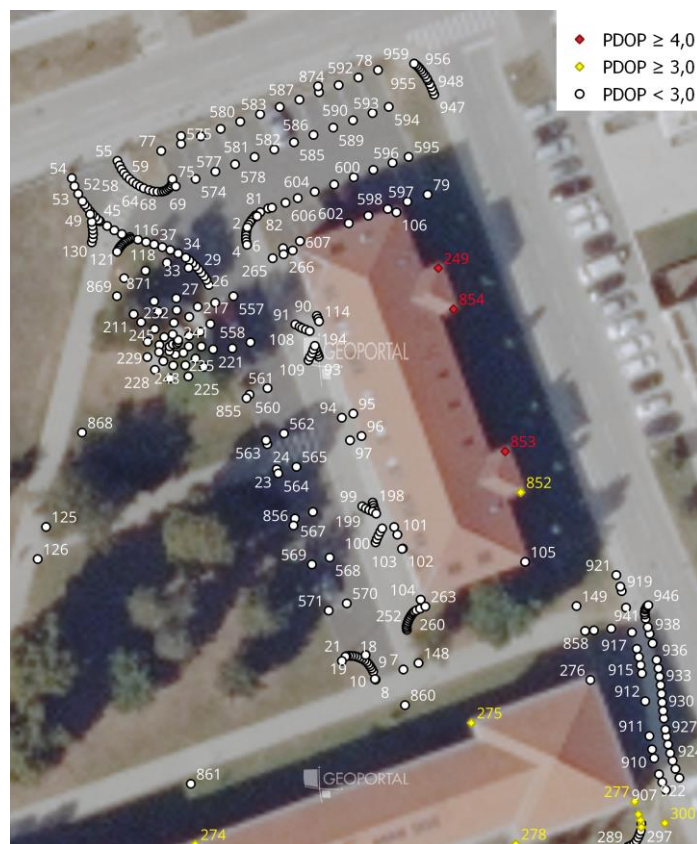
Sljedeće slike prikazuju položaj točaka preklopljen s DOF-om 2023. godine mjerila 1:5000 preuzeto iz Geoportala [23] za područja UNIN 1 (Slika 16), UNIN 2 (Slika 17) i UNIN 3 (Slika 18). Isto kao u tablici 8, točke s PDOP vrijednostima od $\geq 3,0$ su prikazane žutom bojom, dok su točke s PDOP vrijednostima od $\geq 4,0$ prikazane crvenom bojom.



Slika 16 Izmjerene točke za područje UNIN-a 1 preklopljen s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine [23] s obzirom na PDOP (QGIS)



Slika 17 Izmjerene točke za područje UNIN-a 2 preklopljen s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine [23] s obzirom na PDOP (QGIS)



Slika 18 Izmjerene točke za područje UNIN-a 3 preklopljen s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine [23] s obzirom na PDOP (QGIS)

8. Zaključak

Korištenjem modernijih instrumenta kao što su *Trimble TSC7* kontroler i *Trimble R12* GNSS prijamnik za mjerenje detaljnih točaka pilot lokacije Sveučilišta Sjever u Varaždinu pomoću RTK metode GNSS pozicioniranja, obavljeno je vrlo brzo s visokom točnošću u odnosu na mjerenje točaka pomoću totalne stanice, koji se obično sporije obavlja zbog uspostave stativa i mjerenje orijentacijskih kutova. Mjerenje točaka pomoću RTK metode GNSS pozicioniranja omogućuje nam mjerenje u realnom vremenu s visokom točnošću. Takvi instrumenti koji su se koristili u ovom radu sve se više upotrebljavaju zbog manjih troškova, bržeg obavljanja poslova i velike točnosti. Nedostatak korištenja tih instrumenata su grubo mjerenje zidova ili ostalih zatvorenih ili uskih prostorija zbog nedostupnosti antene, te se i dalje koriste totalna stanica ili laserski skener.

9. Literatura

- [1] URL: <https://www.advancednavigation.com/tech-articles/global-navigation-satellite-system-gnss-and-satellite-navigation-explained/>, dostupno 12.4.2024
- [2] URL: <https://www.utrka.com/blog/je-li-vas-GPS-sat-tocan/>, dostupno 12.4.2024.
- [3] URL: <https://novatel.com/tech-talk/an-introduction-to-gnss/what-are-global-navigation-satellite-systems-gnss>, dostupno. 20.4.2024
- [4] URL: <https://aerospace.csis.org/aerospace101/earth-orbit-101/>, dostupno 21.9.2024
- [5] URL: <https://blog.bliley.com/the-differences-between-the-5-gnss-satellite-network-constellations>, dostupno 20.4.2024
- [6] URL: https://space.skyrocket.de/directories/sat_nav_ussr_russia.htm, dostupno 22.9.2024
- [7] Alain L. Kornhauser, Global Navigation Satellite System (GNSS), Pregledni rad, Princeton University, Princeton, New Jersey 08544 (SAD), izdano 14.2.2006., <https://swh.princeton.edu/~alaink/Orf467F07/GNSS.pdf>, dostupno 29.4.2024
- [8] URL: <https://www.umweltanalysen.com/en/gps/>, dostupno 23.9.2024
- [9] URL: https://www.tersus-gnss.com/tech_blog/what-is-dop-in-gnss, dostupno 29.4.2024
- [10] URL: <https://www.gnssplanning.com/#/settings>, dostupno 29.4.2024
- [11] URL: <https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme/egnos>, dostupno 4.5.2024
- [12] URL: <https://egnos.gsc-europa.eu/egnos-system/about-egnos>, dostupno 9.5.2024
- [13] J. Ventura-Traveset, P. Michel, L. Gauthier: Architecture, mission and signal processing aspects of the EGNOS System: the first European implementation of GNSS, Pregledni rad, European Space Agency (ESA), 18 avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse Cedex (Francuska), izdano listopada 2001. godine., http://www.egnos-pro.esa.int/Publications/DSP%202001/EGNOS_DSP2001.pdf, dostupno 18.5.2024
- [14] URL: <https://newspaceconomy.ca/2024/01/21/egnos/>, dostupno 19.5.2024
- [15] Marjanović M.: CROPOS hrvatski pozicijski sustav, Pregledni rad, Državna geodetska uprava, Gruška 20, 10000 Zagreb, izdano 12.3.2010., <https://hrcak.srce.hr/50661>, dostupno. 25.5.2024
- [16] URL: <https://www.cropos.hr/>, dostupno 25.5.2024
- [17] URL: <https://mapscaping.com/what-is-gnss-rtk/>, dostupno 29.6.2024
- [18] URL: <https://blog.emlid.com/introduction-to-rtk-gps/>, dostupno 29.6.2024
- [19] Casciati, Fabio & Casciati, Sara & Fuggini, Clemente & Faravelli, Lucia & Tesfai, Ivan & Vece, Michele. (2017). Framing a Satellite Based Asset Tracking (SPARTACUS) within Smart City Technology. Journal of Smart Cities. 2.

- 10.18063/JSC.2016.02.003., https://www.researchgate.net/figure/Differential-GNSS-with-RTK-Positioning_fig2_317199863, dostupno 29.6.2024
- [20] URL: <https://novatel.com/an-introduction-to-gnss/resolving-errors/rtk>, dostupno 29.6.2024
- [21] URL: <https://globalgpsystems.com/gnss/rtk-gps-understanding-real-time-kinematic-gps-technology/>, dostupno 29.6.2024
- [22] URL: <https://allterracentral.com/trimble-r12-gnss-receiver-used-good.html>, dostupno 14.11.2024
- [23] URL: <https://geoportal.dgu.hr/>, dostupno 21.9.2024
- [24] Mađer M.: LISP za AUTOCAD za importiranje točaka po koordinatama, Skripta, Geodetski fakultet – Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb
<http://www2.geof.unizg.hr/~mmadjer/razno.htm>, dostupno 10.7.2024

Popis slika

Slika 1 Trilateracija pomoću četiri satelita [2]	2
Slika 2 Arhitektura EGNOS-a [11]	11
Slika 3 Raspored referentnih GNSS stanica [15]	15
Slika 4 RTK metoda GNSS pozicioniranja [19]	18
Slika 5 Snimak područja Sveučilišta Sjever preuzeto iz Geoportala [23]	21
Slika 6 Trimble TSC7 kontroler	22
Slika 7 Trimble R12 GNSS prijamnik, punjač, baterije, antena, adapter [22]	22
Slika 8 Stepenice i nagib za invalidna kolica kod UNIN-3 (slikano 04.06.2024).....	24
Slika 9 Spomenik Jalkovečkim žrtvama iz Drugog svjetskog rata (slikano 26.06.2024)	25
Slika 10 Kip majke hraniteljice (slikano 26.06.2024)	26
Slika 11 Smetnje parkiranog automobila (slikano 26.06.2024)	27
Slika 12 Rasvjeta prekrivena stablom koja se nije uspjela snimiti (slikano 03.07.2024).....	28
Slika 13 Prikaz točaka nakon prebacivanja na program AutoCAD	29
Slika 14 Preklop izmjerenih točaka s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine (QGIS) [23].....	30
Slika 15 Situacija pilot lokacije Sveučilišta Sjever	33
Slika 16 Izmjerene točke za područje UNIN-a 1 preklopljen s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine [23] s obzirom na PDOP (QGIS)	55
Slika 17 Izmjerene točke za područje UNIN-a 2 preklopljen s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine [23] s obzirom na PDOP (QGIS)	56
Slika 18 Izmjerene točke za područje UNIN-a 3 preklopljen s DOF-om u mjerilu 1:5000 preuzeto iz Geoportala 2023. godine [23] s obzirom na PDOP (QGIS)	56

Popis tablica

Tablica 1 Usporedba globalnih satelitskih sustava [3]	4
Tablica 2 Vrsta pogreške [1][7]	8
Tablica 3 DOP vrijednosti [9]	10
Tablica 4 Usluge CROPOS sustava [15]	17
Tablica 5 Plan snimanja.....	23
Tablica 6 Vrijednosti PDOP-a za točke 249, 274 i 847. uzeto iz .htm datoteke	31
Tablica 7 Snimljene točke 853 i 854 s upozorenjima o lošim preciznostima mjerenja uzeto iz .htm datoteke.....	32
Tablica 8 Koordinate i preciznost izmjerenih točaka	34