

Sveučilište u Zagrebu

Geodetski fakultet

Zavod za geomatiku

Katedra za satelitsku geodeziju

Nositelj kolegija: prof. dr. sc. Željko Bačić

Izradili: Matteo Gregurić, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

Dominik Krulčić, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

Toni Kordić, univ. bacc. ing. geod. et geoinf.

# **UTJECAJ OMETAČA GNSS SIGNALA NA NAVIGACIJU POMOĆU GNSS-A**

*Seminar*

U Zagrebu, siječanj 2026.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OMETAČI.....	2
2.1 Ometači.....	2
2.2 Vrste ometanja .....	3
2.3 Razlozi i posljedice ometanja .....	4
2.4 Zaštita od ometanja.....	5
3. KORIŠTENI INSTRUMENTARIJ I SOFTVERI .....	6
3.1 GNSS prijemnik .....	6
3.2 Mobilni uređaji .....	7
3.3 Ometači.....	8
3.4 Korišteni softveri i aplikacije .....	8
4. OPAŽANJA S OMETAČOM.....	11
4.1 Terenska mjerenja .....	11
4.2 Obrada i analiza mjerenih podataka .....	12
5. ZAKLJUČAK .....	19
LITERATURA .....	21

## 1. UVOD

Iako je primarno razvijen u vojne svrhe, današnja civilna primjena globalnog navigacijskog satelitskog sustava (GNSS-a) daleko je nadmašila onu vojnu. Sam sustav je u potpunosti digitalan i potpuno kompatibilan s modernim načinima komunikacije. Niska cijena i visoka dostupnost minijaturnih GNSS prijamnika omogućuje ugradnju istih u veliki broj uređaja, a posebno u pametne telefone, tablete i prijenosna računala. Ugrađeni prijemnici omogućuju dovoljno precizno pozicioniranje uređaja za uspješan rad sve većeg broja računalnih programa i aplikacija razvijenih u svrhu zabave i kvalitetnijeg života. Pozicioniranje i navigacija pomoću GNSS-a prisutni u gotovo svim oblicima prometa, kako u cestovnom i željezničkom tako i u zračnom i pomorskom. Razvoj bespilotnih i autonomnih vozila svih vrsta također ovisi o razvoju i integraciji GNSS i drugih senzora.

Široka primjena GNSS-a potaknula je razvoj tehnika ometanja GNSS signala, a time i razvoj tehnika zaštite od tih ometanja. Vojske svijeta intenzivno razvijaju tehnike zaštite od neprijateljskog ometanja signala, ali kod civilnih primjena GNSS-a ovdje nastaje problem. Iako u mnogim državama zakonom zabranjeno, namjerno ometanje GNSS signala posljedica je poznate strukture signala i njegove slabe snage. Rezultat ometanja signala je onemogućeno ili pogrešno pozicioniranje, što može imati posljedice na gospodarstvo, okoliš pa čak i ljudske živote.

Ovim radom proširit ćemo spoznaju o utjecaju ometača na navigaciju pomoću GNSS-a. Uređaji na koje su ispitani utjecaji ometača su jedan GNSS uređaj te dva mobilna uređaja.

## 2. OMETAČI

### 2.1 Ometači

GNSS ometači (Slika 1.) su uređaji koji odašilju radio-frekvencijske signale u GNSS frekvencijskom spektru te na taj način djelomično ili u potpunosti onemogućavaju pozicioniranje. Zbog relativno jeftine i jednostavne izrade, kao i javno dostupnih nacрта, blokatori GNSS signala najdostupnija su vrsta ometača na tržištu. Snaga signala kojeg odašilju takvi ometači prilično je niska, no dovoljno snažna da omete autentične GNSS signale i onemogući pozicioniranje na udaljenosti do čak i nekoliko stotina metara od ometača. Ometači visoke snage, obično korišteni u vojne svrhe, imaju mogućnost blokiranja GNSS signala na vrlo velikim područjima.

Podjela vrste ometača zasniva se na temelju signala kojeg šalju. Tako najjednostavniji ometači odašilju kontinuirani val. Uskopojasni ometači koriste uski pojas frekvencijskog spektra na kojem odašilju snažniji signal, dok širokopojasni koriste širok pojas frekvencijskog spektra, ali signal je slabije snage i stoga ih je teško raspoznati i klasificirati. Karakteristike ovih ometača su prikazane u Tablici 1.

*Tablica 1. Karakteristike različitih ometanja*

USKOPOJASNO OMETANJE I KONTUNIRANIM VALOM	ŠIROKOPOJASNO OMETANJE
veća učinkovitost ometanja GNSS signala	mala spektralna gustoća snage
veća spektralna gustoća – snaga lakša detekcija takvog ometanja	ometanje signalima koji u potpunosti zauzimaju frekvencijski raspon od +/-10,23 Mhz oko L1 ili L2
uzrokuje manje degradacije	donedavno nemoguće filtrirati iz signala GNSS-a
lakše filtriranje iz GNSS signala s ugrađenim tehnikama obrade signala	ublažava se specifičnim algoritmima koji se temelje na interpretaciji podataka omjera nosač-šum satelita



*Slika 1. Ometač*

## 2.2 Vrste ometanja

Ometanje GNSS signala može se podijeliti na namjerno, namjerno te ljudski faktor.

Nenamjerno radio-frekvencijsko ometanje može uzrokovati obližnji odašiljač koji zbog nesavršenosti oscilatora ili propusnog filtra odašilje frekvenciju u GNSS spektru. Nenamjerno ometanje GNSS signala može biti: radio frekvencijsko ometanje, ionosfersko ometanje, zagušenje spektra.

Namjerno ometanje uzrokovano je blokiranjem (engl. jamming) ili zavaravanjem (engl. spoofing) (Slika 2.) GNSS signala uz pomoć ometača. Elektroničko ometanje se može opisati kao uređaj koji emitira signale iste frekvencije koji pregaze GNSS signal i onemogućuju navigaciju. Varanje, zavaranje se opisuje kao uređaj koji emitira lažne GNSS signale koji rezultiraju pogrešnom lokacijom. Meaconing (vrsta varanja) je presretanje i reemitiranje navigacijskih signala. Ovi se signali ponovno emitiraju na primljenoj frekvenciji, obično s većom snagom od originalnog signala, kako bi zbunili neprijateljsku navigaciju. Posljedično, zrakoplovi ili zemaljske stanice dobivaju netočne smjerove.



Slika 2. Jamming (lijevo) i spoofing (desno) GNSS signala

### 2.3 Razlozi i posljedice ometanja

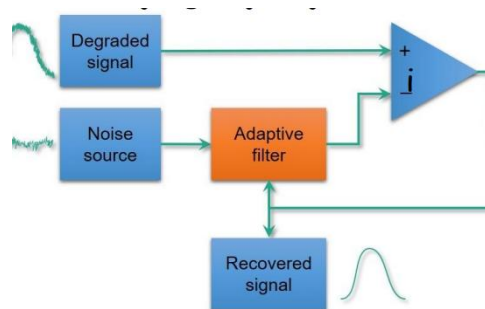
Razlozi ometanja GNSS signala mogu biti civilni i vojni. Za vojni aspekt možemo reći da je glavni motiv uskrata navigacijske sposobnosti protivničkim snagama te stvaranje konfuzije, tj. smanjenje efikasnosti. Što se tiče civilnog aspekta razlog ometanje može biti slučajan ili namjieran. Pod namjernim razlogom možemo svrstati vjerojatniju opciju koja je financijski motivirana i manje vjerojatniju opciju koja je motivirana terorizmom.

Postoje brojni primjeri događaja ometanja i zavaravanja GNSS signala. Jedan poznati događaj ometanja zabilježen je u zračnoj luci Newark u New Yorku. Vozač dostavne tvrtke UPS koristio je ometač na autocesti u blizini zračne luke što je rezultiralo učestalim obavijestima o nedostupnosti sustava za pomoć pri slijetanju koji radi na osnovi GPS-a. Iako je vozač, koji nije bio svjestan posljedica ometanja, uhićen, u zračnoj luci Newark svakodnevno se prijavi po nekoliko slučajeva ometanja.

Još jedan vrlo značajan primjer je demonstracija ometača kojega je 2013. godine izradilo Sveučilište u Austinu, Texas. Jahta vrijedna 80 milijuna američkih dolara koja koristi GPS kontrolirani autopilot, pod utjecajem spomenutog ometača skretala je sa zadanog kursa iako je sustav prikazivao ravnu putanju. U teoriji, ovakav napad može biti upotrijebljen za otmicu teretnih kontejnera, a moguće je zavarati i globalni financijski sustav čije su transakcije označene GPS vremenom, što potencijalno može dovesti do katastrofalnih posljedica na globalnom tržištu

## 2.4 Zaštita od ometanja

Razvojem GNSS ometača stvorene su naravno i mjere zaštite od ometanja. Primjenjuju se različita rješenja kao što su mreže za otkrivanje i uklanjanje ometača, kombinacije komplementarnih senzora otpornih na različita ometanja, GNSS antene s povećanom sposobnošću detekcije i eliminacije lažnih i prijema pravih GNSS signala. Jedno od rješenje je također nadogradnja sustava tehnološkim rješenjem pod koju možemo svrstati tri kategorije: nulling (poništovanje), beamforming (oblikovanje snopa), excision (ekscizija). Nulling funkcionira tako da kada se otkrije smetnja, sustav stvara 'nulu' u smjeru ometača koji umrtvljuje ili ignorira neželjeni šum. S nekoliko ometača, nule će se emitirati u svakom smjeru. Broj dostupnih nula diktira broj kanala sustava. Beamforming usmjerava RF uzorak (ili "zraku") u smjeru prepoznatog GNSS satelita. To otežava smetnje jer bi zahtijevalo postavljanje ometača na putanju satelita. Excision uklanja sve uskopojasne smetnje koje prelaze prag definiran statistikom. Signali koji prelaze prag snage se eliminiraju, a preostali signali se transformiraju za poništavanje. Razvijene su i tehnike sprječavanja ometanja instalirane na antenama. Osnovna komponenta bilo kojeg anti-jamming strategije su antene sa zaštitom. Neke od najpoznatijih rješenja su antene s kontroliranim prijemom (CRPA) gdje antena reducira efekte ometanja ili određuje ulazni kut signala u svrhu autentifikacije ili raspoznavanja „lošeg” signala. Antena su tako konstruirane da mogu razlučiti signal i „prepoznati” lažne signale koje ne propuštaju u uređaj. Drugo rješenje je GPS anti-jam tehnocology (GAJT). GAJT omogućuje anuliranje ometača i dalje korištenje GNSS-a. Osnovni princip GAJT-a je blokiranje područja iz kojeg dolazi signal blokatora. Za kraj postoji još jedna vrsta zaštite, tj. softverska eliminacija ometanja GNSS signala gdje svrstavamo adaptivne zarezujuće filtere (Slika 3.). Oni se dinamički prilagođavaju za filtriranje signala ometanja iz frekvencijskog pojasa GNSS-a. Otkrivanjem frekvencije signala ometanja, ovi filtri stvaraju "zarez" koji prigušuje smetnje bez značajnog utjecaja na GNSS signal. Koriste se u komercijalnim i vojnim GNSS sustavima. Ovi filtri su učinkoviti protiv napada uskopojasnim ometanjem.



Slika 3. Adaptivni 'zarezujući' filteri

### 3. KORIŠTENI INSTRUMENTARIJ I SOFTVERI

#### 3.1 GNSS prijemnik

Prilikom ispitivanja utjecaja ometača korišten je jedan GNSS primjenik Topcon HiPer SR (Slika 4). U Tablici 2 je prikaz tehničkih specifikacija ovog uređaja.



*Slika 4. Topcon HiPer SR i kontroler*

*Tablica 2. Tehničke specifikacije uređaja Topcon HiPer SR*

Broj kanala	226
Signali	GPS: L1, L2, L2C GLONASS: L1, L2 SBAS: L1 C/A, WAAS, MSAS, EGNOS, GAGAN QZSS: L1 C/A
Točnost pozicioniranja (RMS)	RTK (L1 + L2): H: 10 mm + 0,8 ppm V: 15 mm + 1,0 ppm Statika/brza statika (L1 + L2): H: 3 mm + 0,4 ppm

	V: 5 mm + 0,6 ppm DGPS: H: 0,4 m, V: 0,6 m SBAS: H: 1,0 m, V: 1,5 m
Memorija	2 GB
Napajanje	Do 20 sati rada
Ažuriranje GNSS mjerenja	Do 10 Hz
Masa	850 g – osnovni model 925 g – prošireni model
Dimenzija	150 x 150 x 64 mm
RTK veza	LongLink – 300m

### 3.2 Mobilni uređaji

Utjecaj ometača ispitan je i na dva mobilna uređaja, Samsung Galaxy S23+ i Iphone 14 (Slika 5.). Samsung Galaxy S23+ ima mogućnost prijema GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo signala, a Iphone 14 umjesto primjene BeiDou signala ima signale QZSS satelita.



Slika 5. Samsung Galaxy S23+ (lijevo), Iphone 14 (desno)

### 3.3 Ometači

Za potrebe ispitivanja koristili smo jedan ometač većih dimenzija s ugrađenom baterijom i pet vanjskih antena (Slika 6.). U Tablici 3. su dane tehničke specifikacije korištenog ometača na terenu.



Slika 6. Ometač

Tablica 3. Tehničke specifikacije ometača

Ukupna izlazna snaga	Do 4,2 W
Radna frekvencija	
LoJack	173 MHz
GLONASS i GPS L2	1220 – 1260 MHz
GPS L3 i L4	1370 – 1380 MHz
GLONASS i GPS L1	1570 – 1620 MHz
GPS L5	1170 – 1180 MHz
WIFI	2400 – 2500 MHz

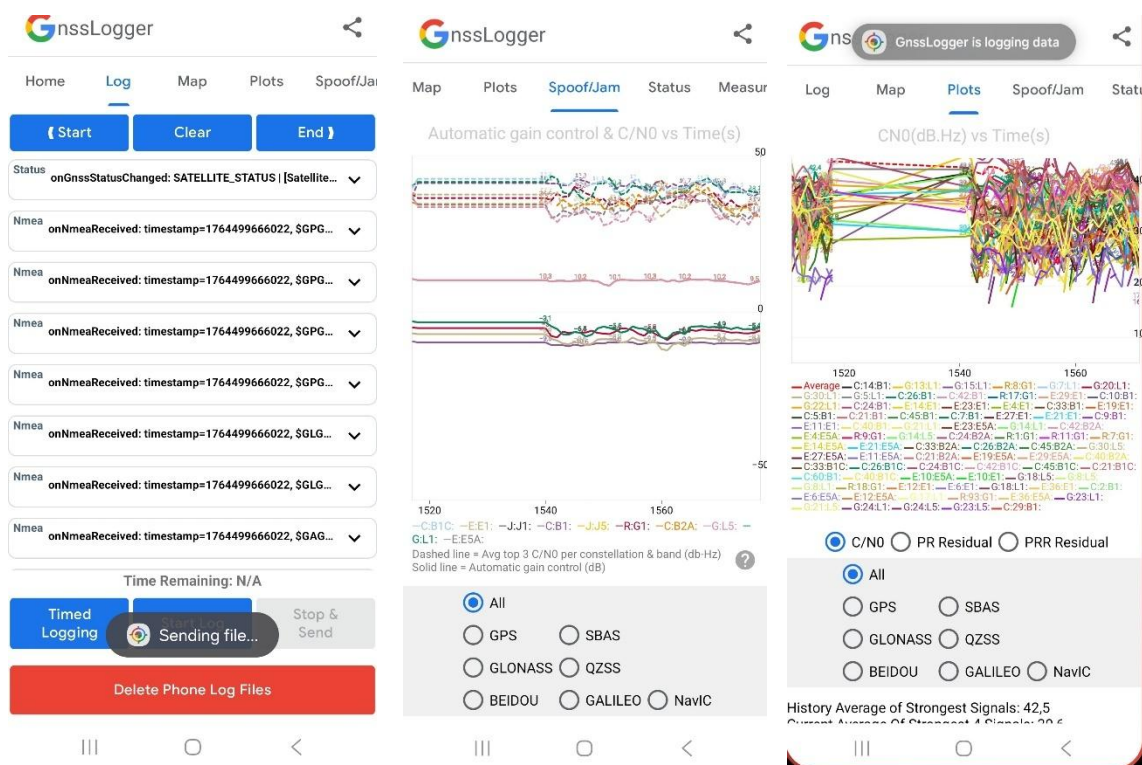
### 3.4 Korišteni softveri i aplikacije

Za obradu prikupljenih GNSS podataka korišten je softver RTK LIB, te unutar njega aplikacija RTK PLOT pomoću koje smo vizualizirali podatke. Uz RTK LIB korišten je i QGIS 3.42.1 u

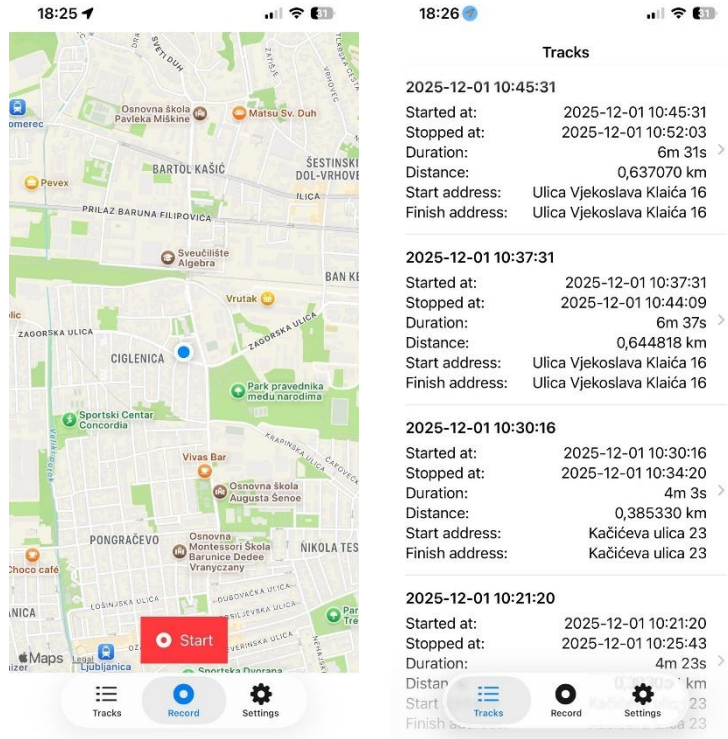
kojem smo obradili podatke koje smo prikupili putem mobilnih uređaja, te Microsoft Excel u kojem smo u učitali dobivene .csv datoteke, obradili podatke te stvorili grafove. U Tablici 4. prikazane su aplikacije (Slika 7. i 8.)putem kojih smo prikupili podatke i njihove specifikacije.

Tablica 4. Korištene aplikacije i njihove tehničke specifikacije

Aplikacija	Platforma	Format	Opis
GnssLogger	Android (Samsung Galaxy S23+)	CSV (.txt) + RINEX	Logira raw GNSS + senzore u CSV i RINEX; iz CSV-a može se vrlo lako rekonstruirati trajektoriju (pozicije po vremenu). Podržava više konstelacija, ovisno o uređaju.
Location Tracker	iOS (Iphone 14)	CSV, GPX, JSON, GeoJSON, PNG	Jednostavan GPS logger za iPhone/iPad; logira rutu i omogućuje više formata, uključujući CSV s koordinatama.



Slika 7. GnssLogger aplikacija



Slika 8. Location Tracker aplikacija

## 4. OPAŽANJA S OMETAČOM

### 4.1 Terenska mjerenja

Utjecaj ometača GNSS signala na navigaciju pomoću GPS-a ispitan je 01.12.2025 od 10:00 do 11:00 po lokalnom vremenu (UTC + 1) na GNSS prijamnik Topcon HiPer SR, te na mobilne uređaje Samsung Galaxy S23+ i Iphone 14. Opažanja su obavljena na igralištu u blizini Geodetskog fakulteta u Zagrebu (plavom bojom je označen ometač, a crvenom trajektorija) (Slika 9.). Ometač smo postavili na sredinu igrališta te smo izmjerili njegovu poziciju i dobili koordinate. Redoslijed opažanja:

1. manji krug (crveno) oko igrališta bez ometača
2. manji krug (crveno) oko igrališta sa ometačem
3. veći krug (zeleno) oko igrališta bez ometača
4. veći krug (zeleno) oko igrališta sa ometačem



*Slika 9. Područje mjerenja*

#### 4.2 Obrada i analiza mjerenih podataka

Podaci su obrađeni u softveru QGIS 3.42.1. te Microsoft Excelu. Podatke mjerene GNSS uređajem smo dobili u .txt datoteci te u RINEX formatu (.25o), a preko mobilnih uređaja, tj. aplikacije GnsLogger smo dobili .csv datoteku, podatke u RINEX formatu i na kraju .nmea datoteku koju smo konvertirali u .gpx datoteku kako bi ju mogli vizualizirati u QGIS-u. Preko aplikacije za iOS, LocationTracker podatke smo dobili u .gpx formatu.

U prvom dijelu će biti opisan utjecaj na mobilne uređaje, a u drugom utjecaj na GNSS uređaj.



*Slika 10. Mjerenja – Iphone 14 (crveno – sa ometačem, žuto – bez ometača)*

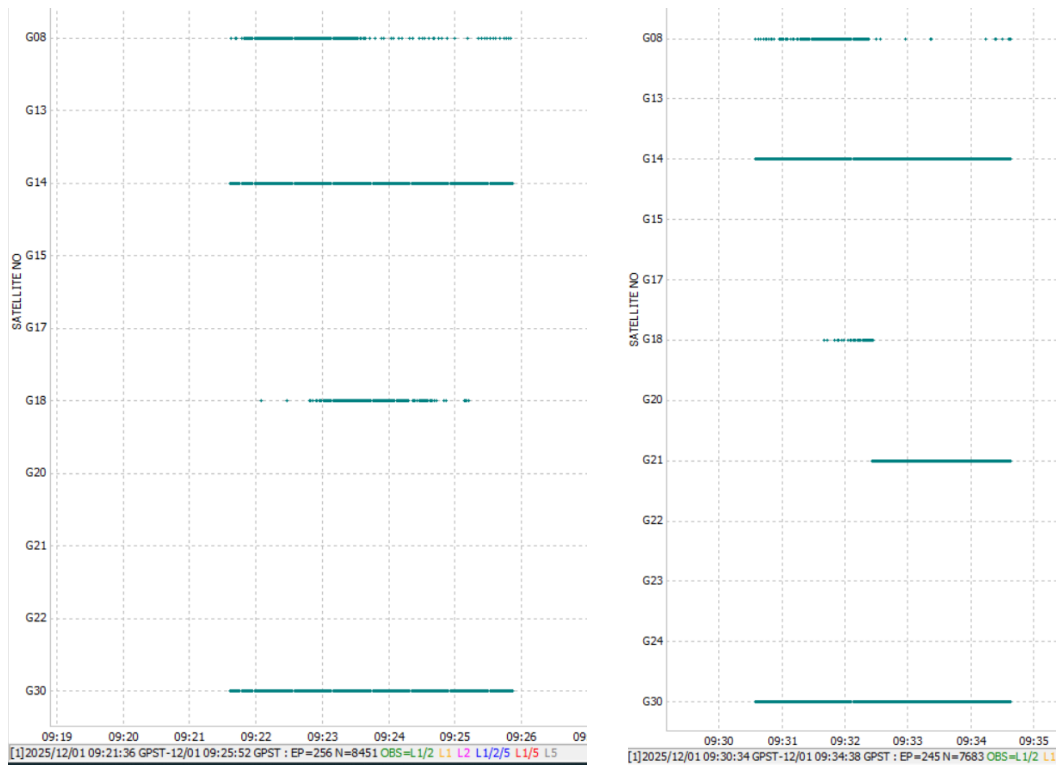
Kod mjerenja mobilnim uređajem Iphonom 14 (Slika 10.), kod većeg kruga oko igrališta trajektorije su gotovo pa iste pa ometač nije utjecao na mjerenja, ali prilikom mjerenja manjeg kruga uočljive su razlika između mjerenja sa ometačem i bez ometača, što govori da je ometač utjecao na mjerenja.



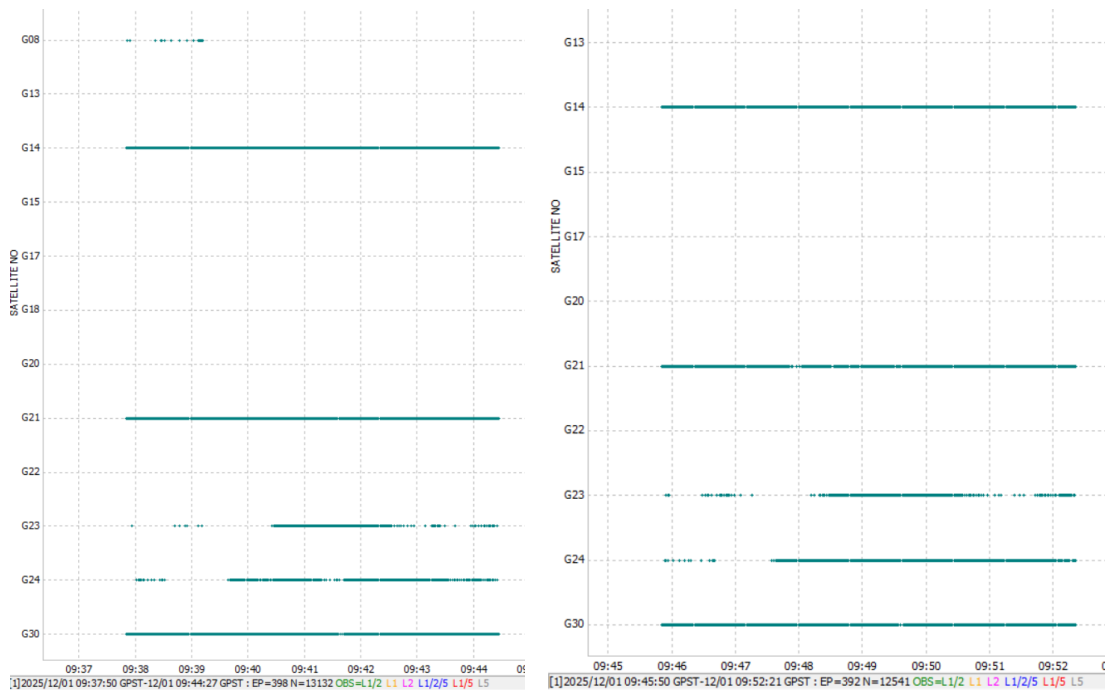
*Slika 11. Mjerenja – Samsung Galaxy S23+ (narančasto – sa ometačem, zeleno – bez ometača)*

Na prikazanoj slici uočeno je kako ometač skoro pa nije uopće utjecao na mjerenja mobilnim uređajem Samsung Galaxy S23+ (Slika 11.), pošto su trajektorije i sa ometačem i bez ometača gotovo pa iste.

Kako smo pomoću mobilnog uređaja Samsung Galaxy S23+ dobili i RINEX datoteku (.25o), podatke smo mogli vizualizirati u aplikaciji RTK Plot, tj. dobiveni su grafovi.



Slika 12. RTK Plot – Samsung – manji krug (lijevo – bez ometača, desno – sa ometačem)



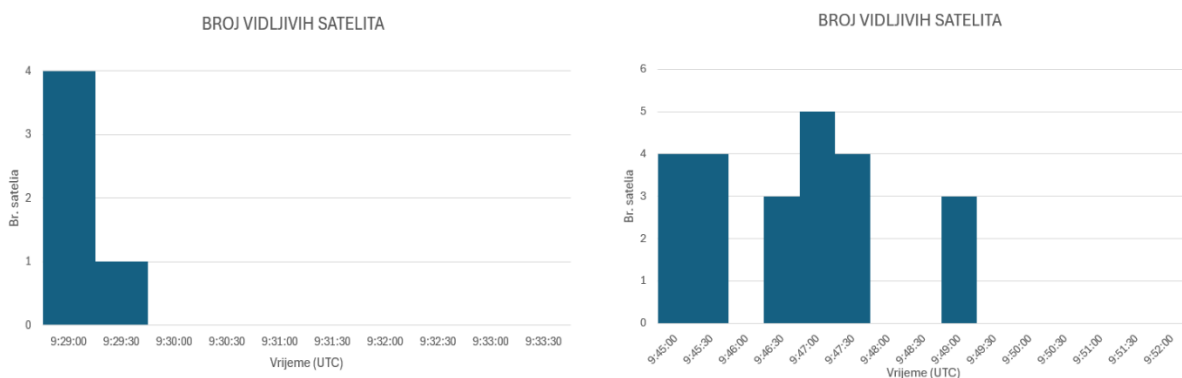
Slika 13. RTK Plot – Samsung – veći krug (lijevo – bez ometača, desno – sa ometačem)

Kod opažanja manjeg kruga oko igrališta uočljive su male razlike u broju satelita i prekidu signala što je i očekivano s obzirom da je ometač bio blizu, ali pokazana je dobra otpornost na

utjecaj ometača, a prilikom opažanja većeg kruga grafovi su gotovo isti iz čega možemo zaključiti da ometač nije utjecao na mjerenja većeg kruga oko igrališta. Nakon obrade i analize utjecaja ometača na mobilne uređaje, možemo prijeći na utjecaj ometača na GNSS uređaja.

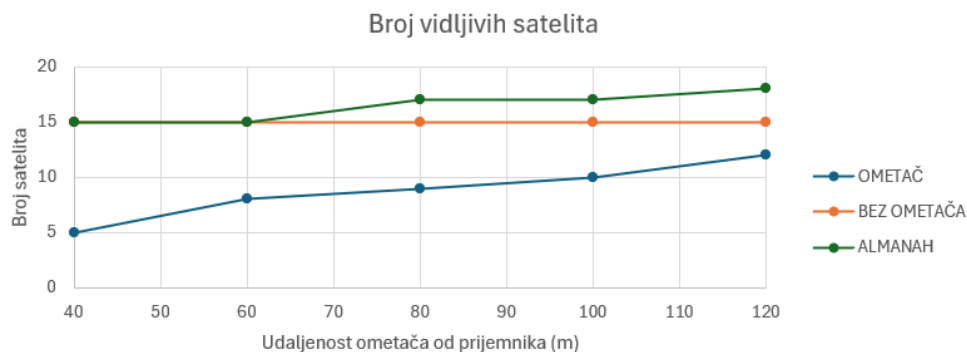
Pomoću GNSS uređaja dobili smo .txt datoteku koju smo učitali u Microsoft Excelu kako bi nam podaci bili bolje raspoređeni za obradu i analizu. U toj datoteci se nalazi najbitniji podaci, koordinate točaka koje su ustvari krajnji rezultat mjerenja, broj vidljivih satelita, DOP, pogreške pozicioniranja i drugi. U Microsoft Excelu smo obradili podatke i dobili više grafova koji će biti prikazani u nastavku.

Black out zona (Slika 14.) je zona unutar koje djelovanjem ometača je u potpunosti blokiran prijem signala na GNSS prijemnicima. Kod opažanja manjeg kruga oko igrališta vidljivih satelita smo imali prvih 30 sekundi i dalje imamo black out zona te je utjecaj ometača jak, a kod većeg kruga je svako malo dolazilo do prekida signala i broja vidljivih satelita te je vidljivo da je utjecaj ometača slabiji.

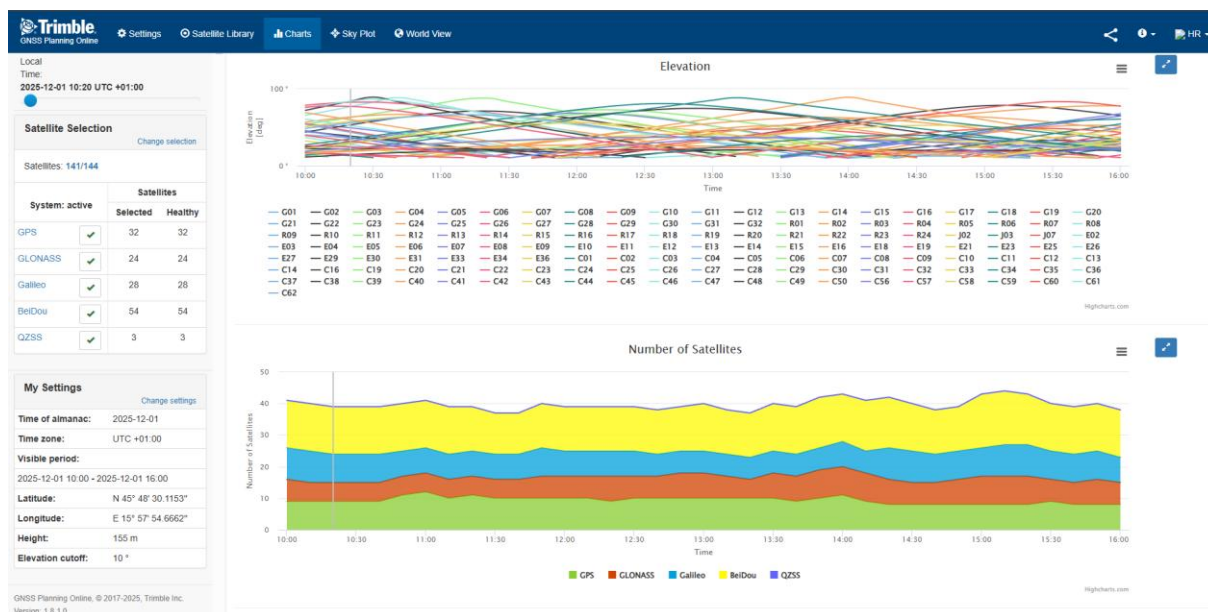


*Slika 14. Black out zona (lijevo – manji krug, desno – veći krug)*

U idućem grafu prikazan je broj vidljivih satelita na određenim udaljenostima (Slika 15.). Prikazan je broj satelita bez ometača, sa ometačem i Almanah (GPS i GLONASS sateliti) podaci (GNSS Planing). Pomoću GNSS Planing-a (Slika 16.), zadali smo datum kada smo opažali, lokaciju i još dodatne parametre, te smo dobili grafove koliko smo imali vidljivih satelita u tom trenutku.



Slika 15. Broj vidljivih satelita (GPS i GLONASS sateliti)



Slika 16. GNSS Planning

DOP (Dilution of Precision) (Slika 17.) je mjera utjecaja geometrije vidljivih satelita na točnost izračunate pozicije. DOP predstavlja faktor koji množi nesigurnost u mjerenjima dometa kako bi se odredila nesigurnost u konačnoj poziciji.

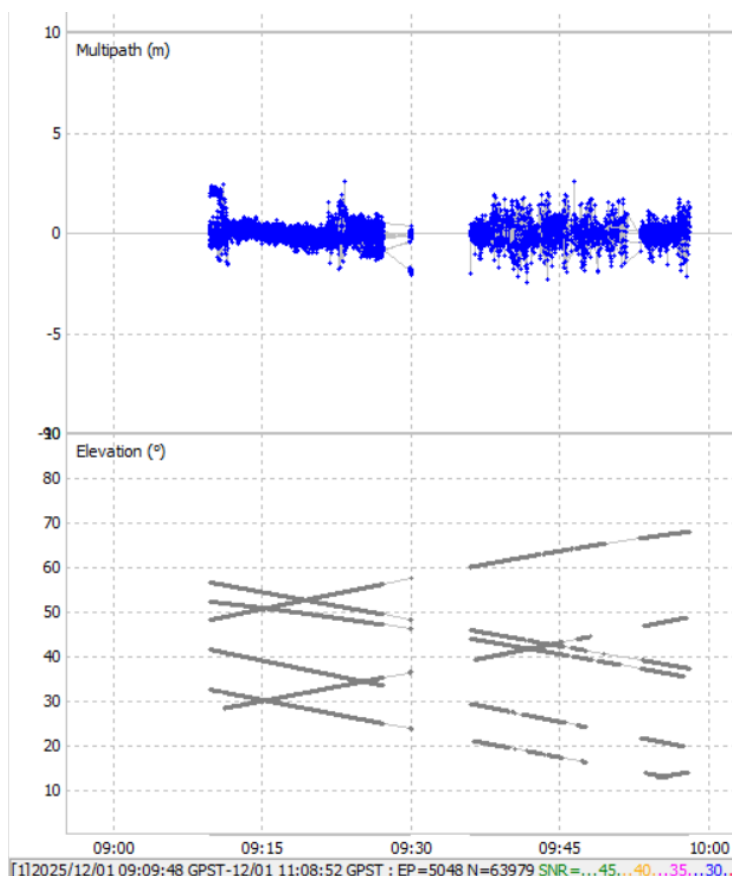
SESIJA	POČETAK SESIJE (UTC)	KRAJ SESIJE (UTC)	TRAJANJE SESIJE	UDALJENOST OMETAČA	MAX.BR. VIDLJIVIH SATELITA (GPS)	MAX.BR. VIDLJIVIH SATELITA (GLONASS)	MAX DOP	RJEŠENJE
1	9:21:09	9:25:38	0:04:29	40 - 60 m	9	6	3,462	FIXED
2	9:29:36	9:29:39	0:00:03	40 - 60 m	4	4	2,725	FLOAT
3	9:37:31	9:44:09	0:06:38	60 - 120 m	9	6	4,942	FIXED
4	9:45:30	9:49:08	0:03:01	60 - 120 m	8	5	29,068	FIXED/FLOAT

Slika 17. Utjecaj na DOP

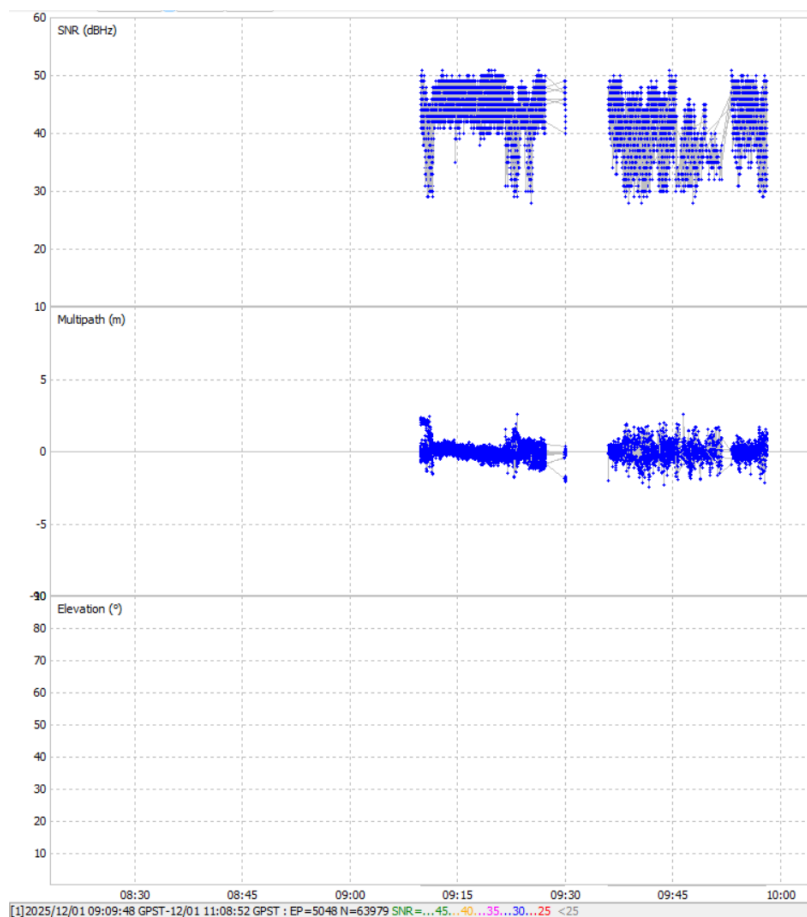
UDALJENOST OMETAČA	MAX.BR. VIDLJIVIH SATELITA	RJEŠENJE
40	3	FLOAT
60	4	FLOAT
80	4	FLOAT
100	6	FIXED
120	6	FIXED

Slika 18. Utjecaj na VPPS Cropos (GPS sateliti)

Kako i kod GNSS uređaja dobijemo RINEX datoteku, ubacili smo ju u aplikaciju RTK Plot kako bi mogli vizualizirati SNR i elevacije (Slika 19. i 20.). SNR (Signal to noise ratio) je kratica za omjer signala i šuma. To je mjera koja se koristi za usporedbu jačine željenog signala s razinom pozadinske buke. Veći SNR znači da je signal jači u odnosu na buku, što dovodi do jasnijih ili točnijih informacija. Ovisno o frekvenciji (L1, L2, L5,...) SNR ima veće/manje vrijednosti i stabilnosti te ometači različito djeluju na svaku od njih.



Slika 19. Multipath i elevation



Slika 20. SNR

Graf nam prikazuje da se SNR nalazi između 30 i 50. Što je veći SNR, to su nam mjerenja bolja i točnija. Veći SNR nam smanjuje utjecaj multipatha, smanjuje pogreške mjerenja, omogućuje brže i stabilnije fix rješenje. SNR ispod 30 možemo shvatiti kao loša mjerenja i treba ih izbaciti, ali s obzirom da je malo podataka ispod 30 možemo zanemariti ta mjerenja. SNR veći od 45 se smatra izvrsnim te ga također imamo u našim mjerenjima.

## 5. ZAKLJUČAK

Mnoge ljudske djelatnosti danas se teško mogu zamisliti bez informacija koje pružaju globalni navigacijski sustavi, a prostorna komponenta informacije ili usluge postaje jedan od presudnih kriterija tržišta i drugih sustava u koje je uključen pojedinac. Zato je prikupljanje kvalitetnih prostornih podataka i mogućnost njihovog nedvosmislenog interpretiranja od presudnog značaja.

Uređaji za ometanje GNSS signala za cilj imaju upravo onesposobljavanje ili umanjivanje kvalitete prikupljanja prostornih podataka s raznim dobronamjernim (zaštita privatnosti pojedinca) ili zlonamjernim ciljevima. Primjenom jednostavnog ometača signala kratkog dometa na GPS prijammniku i mobilnim uređajima utvrđena je učinkovitost takvih ometača te je pokazano da se njihovim korištenjem može u potpunosti onemogućiti primanje signala satelita u prijammniku na udaljenostima na većim i od 30, 40 metara. Kako bi se sustavi pozicioniranja zaštitili od ometanja, provode se razne metode zaštite koje uključuju mehaničke nadogradnje na antene prijammnika, softverske nadogradnje u obliku algoritama za detekciju i anuliranje neželjenih signala te nadogradnje sustava za pozicioniranje modificiranjem načina slanja poruka za pozicioniranje sa satelita.

Iz svih provedenih opažanja može se zaključiti da postoji jasna razlika utjecaja korištenog ometača na različite uređaje. Mobilni uređaji pokazuju iznimno dobru otpornost na ometanja, a značajan utjecaj ometača vidljiv je vjerojatno tek u neposrednoj blizini mobilnog uređaja. Starost mobilnih uređaja također moramo uzeti u obzir, oba dva mobitela su stariji više od dvije godine, a kako znamo tehnologija se svakim danom sve više razvija, pa se može zaključiti da su noviji mobilni uređaji još više otporniji na utjecaj ometača. Utjecaj na GNSS uređaj Topcon HiPer SR je velik, s obzirom da je uređaj star, postoji mogućnost da su Topcon uređaji nove generacije više otporniji na ometače.

Bitno je napomenuti kako poligon na kojem su opažana mjerenja nije bio idealan, te također jedan od problema je da se ne može razaznati na koja mjerenja utječe ometač, a na koja mjerenja npr. drveća, zgrade koje također smetaju za opažanja i kod kojih je također ometen signal te nam je onemogućeno dobivanje pozicije.

Na kraju kao zaključak na glavno pitanje koje su posljedice ometanja možemo dati odgovor: gubitak GNSS signala, netočno pozicioniranje ili određivanje vremena, općenito čudne pojave satelitske navigacije. Iako različito djeluju na rad GNSS-a, ometači GNSS signala mogu

uzrokovati katastrofalne posljedice, na gospodarstvo, okoliš pa čak i ljudske živote, kao što je navedeno u primjeru u poglavlju 2.3.. Kako je ljudska ovisnost o GNSS sustavu sve veća, tako su i opasnosti i loše posljedice neispravnog rada ovog sustava povećane.

## LITERATURA

- Dević, T. (2021) Utjecaj ometača na kinematička GNSS mjerenja. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet.
- Gobin, M. (2017) Utjecajni faktori na pouzdanost satelitskih pozicijskih sustava. Završni rad. Zadar: Sveučilište u Zadru, Pomorski odjel – nautički odjel.
- Vidulin, M., Polovina, M., Grgić, M. (2013): Razvoj i primjena uređaja za ometanje signala GNSS satelita
- Križanac, L. (2025) Prepoznavanje djelovanja dva ometača (T1 i T2) gnss signala na referentne stanice cropos sustava. Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet.
- URL 1, Karlobag.eu, <https://karlobag.eu/znanost/kako-jammertest-jaca-otpornost-gnss-a-terenska-provjera-za-esa-galileo-i-egnos-u-borbi-protiv-ometanja-6439d>
- URL 2, Meinberg, <https://blog.meinbergglobal.com/2020/04/12/gnss-jamming-and-how-to-mitigate-it/>
- URL 3, <https://www.maritimeglobalsecurity.org/media/1043/2019-jamming-spoofing-of-gnss.pdf>
- URL 4, AZO – Space of innovation, <https://space-of-innovation.com/gnss-jamming-and-spoofing-hazard-or-hype/>
- URL 5, Topcon, [https://www.topconpositioning.com/content/dam/topcon\\_digital\\_asset\\_hub/collateral/brochures/HiPerSR\\_Broch\\_7010-2108\\_TEAM\\_EN\\_US\\_HiRes.pdf](https://www.topconpositioning.com/content/dam/topcon_digital_asset_hub/collateral/brochures/HiPerSR_Broch_7010-2108_TEAM_EN_US_HiRes.pdf)
- URL 6, Usporedilica, <https://www.racunalo.com/usporedilica/apple-iphone-14-vs-samsung-galaxy-s23plus/>
- URL 7, <https://jammertest.no/jammertest-2025/>