

# Izmjera zemljišta

---

**Ruba, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:770267>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-02**



image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



zir.nsk.hr



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Marko Ruba**

**Izmjera zemljišta**

**Završni rad**

**Rijeka, rujan 2024.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Sveučilišni preddiplomski studij  
Geodezija**

**Marko Ruba  
JMBAG: 0114037706**

**Izmjera zemljišta**

**Završni rad**

**Rijeka, rujan 2024.**

## IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

---

Marko Ruba

U Rijeci, 04.09.2024.

## **SAŽETAK**

Geodetska izmjera jest mjerenje i prikazivanje dijela Zemljine površine na kartama različitih mjerila. Razlikujemo dvije podjele metoda izmjere: na posredne i neposredne metode, ali i na grafičke, numeričke i metode satelitske geodezije (GNSS). Glavni zadatak ovog završnoga rada jest proučiti sve navedene metode.

**KLJUČNE RIJEČI:** metode izmjere, geodetski stol, fotogrametrija, ortogonalna metoda, polarna metoda, satelitska geodezija (GNSS).

## **ABSTRACT**

Geodetic surveying is the measurement and display of the Earth's surface on maps of different scales. There are two divisions of measurement methods : indirect and direct methods, but also graphic, numerical and satellite geodesy (GNSS) methods. The main task of this final work is to study all the mentioned methods.

**KEY WORDS :** measurement methods, geodetic table, photogrammetry, orthogonal method, polar method, satellite geodesy (GNSS).

## SADRŽAJ

<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1. GRAFIČKA METODA</b> .....	<b>3</b>
1.1 Geodetski stol .....	3
1.2 Fotogrametrija .....	6
1.2.1. Aerofotogrametrija .....	7
1.2.2. Terestrička fotogrametrija.....	12
<b>2. NUMERIČKA METODA</b> .....	<b>13</b>
2.1. Ortogonalna metoda.....	13
2.2. Polarna metoda .....	15
2.2.1. Mjerenje kutova.....	19
<b>3. SATELITSKA GEODEZIJA</b> .....	<b>24</b>
3.1. CROPOS .....	31
<b>4. MJERENJE VISINA</b> .....	<b>33</b>
<b>ZAKLJUČAK</b> .....	<b>36</b>

## POPIS SLIKA

Slika 1: Podjela geodezije ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 2: Geodetski stol ( preuzeto s: <https://www.g1-labin.hr/galerija> )

Slika 3: Položaj mjeritelja i prikaz izmjere geodetskim stolom ( preuzeto s:<https://www.g1-labin.hr/galerija> )

Slika 4: Grafički prikaz postupka (preuzeto s: [https://geoskolazg.weebly.com/uploads/1/8/2/5/18250091/1aslavi%C4%8Dek\\_grafi%C4%8Dka\\_metoda\\_1.pdf](https://geoskolazg.weebly.com/uploads/1/8/2/5/18250091/1aslavi%C4%8Dek_grafi%C4%8Dka_metoda_1.pdf) )

Slika 5: Uzdužni preklop ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 6: Poprečni preklop ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 7: Gubitak preklopa uzdužnim nagib letjelice ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 8: Gubitak preklopa promjenom visine leta ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 9: Gubitak preklopa zbog reljefa terena ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 10: Primjer snimke dobivene aerofotogrametrijom  
( preuzeto s: <https://geofocus.hr/usluge/fotogrametrija/> )

Slika 11: Dron za geodetska snimanja ( preuzeto s: <https://geodata.com.hr/odjeli/inzenjerska-geodezija/geodetska-izmjera-dronom/> )

Slika 12: Plan izrade ortofota s pomoću drona ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 13: Objekt prikazan u tri dimenzije snimljen metodom terestričke fotogrametrije  
( preuzeto s: <https://geo-vv.com/nase-usluge/fotogrametrija/> )

Slika 14: Ortogonalna metoda ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 15: Prikaz snimanja detalja ortogonalnom metodom ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 16: Prostorni koordinatni sustav ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 17: Računanje koordinata detaljnih točaka ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 18: Totalna stanica ( preuzeto s: <https://geometriks.rs/geodezija-nauka-koja-oblikuje-nas-svet/> )

Slika 19: Optički teodolit ( preuzeto s: <https://www.komteh.hr/geo-fennel-fet500-teodolit&productID=294> )

Slika 20: Obična ili jednostavna metoda ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 21: Prvi polugiros ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 22: Drugi polugiros ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 23: Primjer trigonometrijskog obrasca broj 1 ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 24: Položaj kontrolnih stanica kontrolnog segmenta GPS-a ( preuzeto s: <https://www.umweltanalysen.com/en/gps/> )

Slika 25: Domet jednog satelita ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 26: Domet i presjek dva satelita ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 27: Domet i presjek tri satelita ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 28: Domet i presjek četiri satelita ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 29: GPS uređaj ( preuzeto s : <https://www.garmin.com/hr-HR/p/690986> )

Slika 30 : CROPOS referentne GNSS stanice ( preuzeto s : <https://www.cropos.hr/> )

Slika 31 : Prikaz CROPOS i EPN stanica na području Republike Hrvatske (preuzeto s: <https://www.cropos.hr/> )

Slika 32 : Princip rada trigonometrijskog nivelmana ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )

Slika 33 : Princip rada geometrijskog nivelmana ( autor Marko Ruba, vlastita izrada )



## UVOD

Od pamtivijeka pa do danas postoji potreba za izmjerom i kartiranjem zemljišta. S vremenom zahtjevi vezani uz tu tematiku postajali su sve veći i složeniji. Sukladno tomu razvila se znanost čija je glavna svrha bila izmjera zemljišta. Početke geodezije povezujemo s antikom, no najveća otkrića i razvoj vezani su uz prosvjetiteljstvo.

Glavna zadaća tj. svrha geodezije je izmjera i prikazivanje dijela Zemljine površine na kartama i planovima različitih mjerila.

Geodetska izmjera je skupljanje, obrada i prikazivanje podataka koji su prikupljeni različitim metodama izmjere. Prikupljeni podatci odnose se na reljef i izgrađene ili prirodne objekte na Zemljinoj površini. Podatci koji su dobiveni kao rezultat te izmjere koriste se i u: kartografiji, graditeljstvu, arhitekturi...

Prvi korak kod postupka izmjere jest odabir metode koji ovisi o točnosti koju trebamo postići. Ovisno o odabranoj metodi pristupamo biranju instrumenta. Nakon odabira instrumenata i metode pristupamo mjerenju tj. organizaciji mjerenja, izvođenju terenskih mjerenja i terenskoj kvaliteti kontrole mjerenja. Finalno određujemo pomoćna mjerenja.

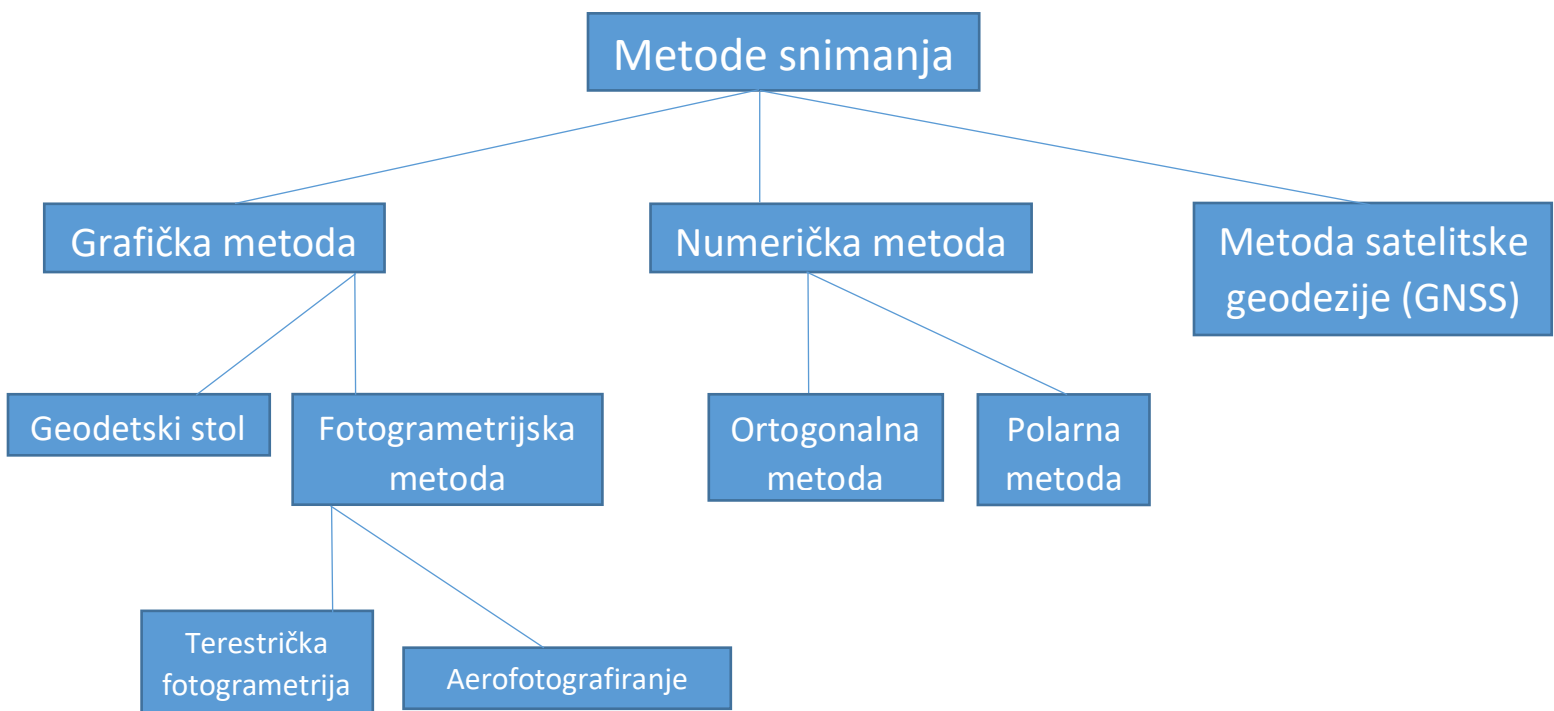
Metoda geodetske izmjere uključuje instrument kojim vršimo mjerenje, normirani postupak izvođenja mjerenja s kojim postizemo tražene kvalitete mjerenja, postupak obrade mjerenih veličina i finalno način izračuna veličina koje su tražene.

Metode geodetske izmjere dijele se u dvije grupe: posredne metode izmjere kod kojih se izmjera terena obavlja iz zraka ili svemira i neposredne metode izmjere gdje se instrument i opažач nalaze na Zemljinoj površini.

U neposredne metode geodetske izmjere spada ortogonalna, polarna i satelitska GNSS\_RTK metoda. Polarna i satelitska metoda se danas većinski koriste u izmjeri zemljišta. U posredne metode svrstavamo fotogrametrijska i daljinska istraživanja.

Također geodetske metode snimanja tj. izmjere moguće je klasificirati na sljedeći način:

- Grafičke metode (geodetski stol, fotogrametrijska metoda (koja se dalje dijeli na terestričku fotogrametriju i aerofotogrametriju))
- Numeričke metode (ortogonalna i polarna metoda)
- Metode satelitske geodezije (GNSS)



Slika 1 : Podjela geodezije

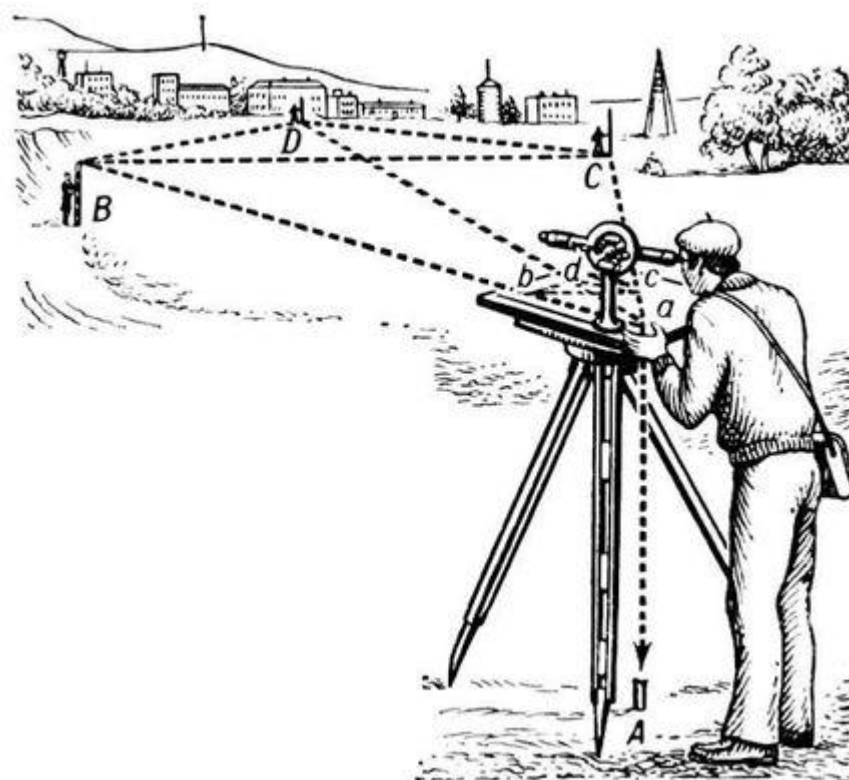
# 1. GRAFIČKA METODA

## 1.1 Geodetski stol

Početak geodetskih izmjera povezujemo s grafičkim metodama izmjere tj. geodetskim stolom čiji izum datira negdje između kraja 16. i početka 17. stoljeća, a za njegov izum zaslužan je profesor Praetorius. Sukladno tome geodetski stol jedan je od najstarijih instrumenata za geodetsku izmjeru i izradu planova. U Republici Hrvatskoj u većini slučajeva koriste analogni katastarski planovi koji su izrađeni u 19. stoljeću za vrijeme Austro –Ugarske Monarhije. Takvi katastarski planovi izrađeni su upravo s geodetskim stolom. Iz tog razloga geodetske podloge izrađene geodetskim stolom u Republici Hrvatskoj, ali i općenito nisu velike točnosti i pouzdanosti, te ih je potrebno u čim većoj mjeri digitalizirati i prilagoditi vremenu (digitalni oblik je puno točniji i pouzdaniji u odnosu na analogni).



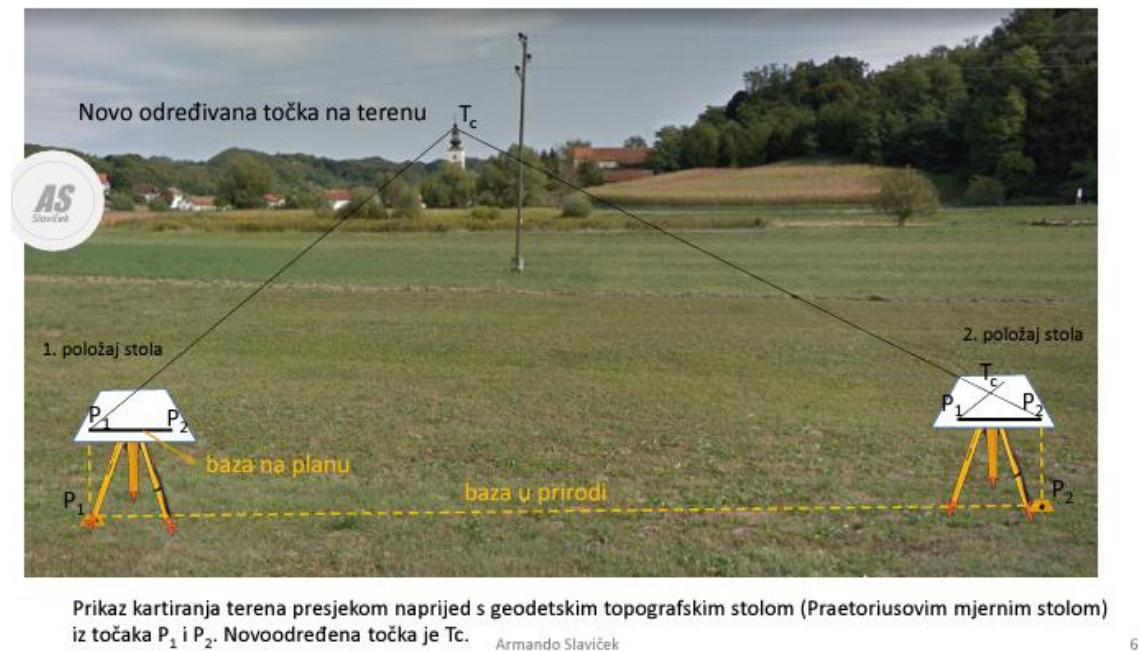
Slika 2 : Geodetski stol



Slika 3 : Položaj mjeritelja i prikaz izmjere geodetskim stolom

Prve katastarske izmjere zemljišta na području Republike Hrvatske povezuju se s 1817. godinom kada Austro-Ugarski car Franjo I. daje naredbu o katastarskoj izmjeri zemljišta cijele Monarhije u svrhu zemljišnog oporezivanja i izrade zemljišnog katastra. Izmjera zemljišta provedena je grafičkom metodom tj. uz pomoć geodetskog stola. Listovi tadašnjega plana katastra izrađeni su u mjerilu 1:2880. Mjerilo kartiranja za Dalmaciju iznosi 1:2904.16723 (sistem Sv. Stjepana u Beču). Do razlike je došlo 1823. godine zbog pogreške u priključku izmjere ovog dijela triangulacije na triangulaciju koja je ranije razvijena.

Postupak izmjere geodetskim stolom započinjemo tako što postavljamo stol na točku P1 te se orijentiramo prema točki P2. Nakon izvršene orijentacije ucrtavamo pravac prema točki Tc. Geodetski stol prenosimo na točku P2, te ga orijentiramo prema točki P1. Nakon izvršene orijentacije ucrtavamo pravac prema točki Tc. Novo određena točka nalazi se na presjeku tih dvaju pravaca (križanje pravca P1-Tc i pravca P2-Tc). Na geodetskom stolu koji smo prethodno horizontalirali, horizontalne duljine u prirodi između točaka P1, P2 i Tc proporcionalne su duljinama na planu geodetskog stola između točaka P1\*, P2\* i Tc\* ( $P_1'P_2' : P_1P_2 = P_1'T_c' : P_1T_c = P_2'T_c' : P_2T_c$ ). Izrađeni plan je u mjerilu odnosa baze u prirodi i baze na planu.



Slika 4: Grafički prikaz postupka

Mjerilo katastarskih planova izrađenih metodom izmjere geodetskim stolom izračunato je tako da 1 palac na planu bude jednak 40 hvata u realnoj situaciji. 1 hvat jednak je kao 6 stopa, a 1 stopu dijelimo na 12 palaca, sukladno tomu mjerilo je iznosilo  $40 \times 6 \times 12 = 1:2880$  (uvećanja katastarskog plana prikazana su u mjerilu 1:1440, odnosno u dvostruko većem mjerilu od osnovnog plana).

## 1.2 Fotogrametrija

S obzirom na položaj snimališta fotogrametriju dijelimo na aerofotogrametriju (objekti se snimaju iz svemirske sonde, zrakoplova, satelita...) i terestričku fotogrametriju (objekti se snimaju s tla tj. Zemljine površine). Fotogrametrija se temelji na saznanju nastajanja snimke prema optičkim i geometrijskim pravilima, te je poznavanjem istih moguće na osnovi snimke u potpunosti ili djelomično rekonstruirati objekt koji je snimljen. Postupak aerofotogrametrije u odnosu na terestričku fotogrametriju omogućuje nam lakše i brže snimanje, a samim time i izmjeru zemljišta i izradu karata. Rezultate fotogrametrijskih snimanja koristimo u građevinarstvu, prostornom planiraju, hidrotehnici...

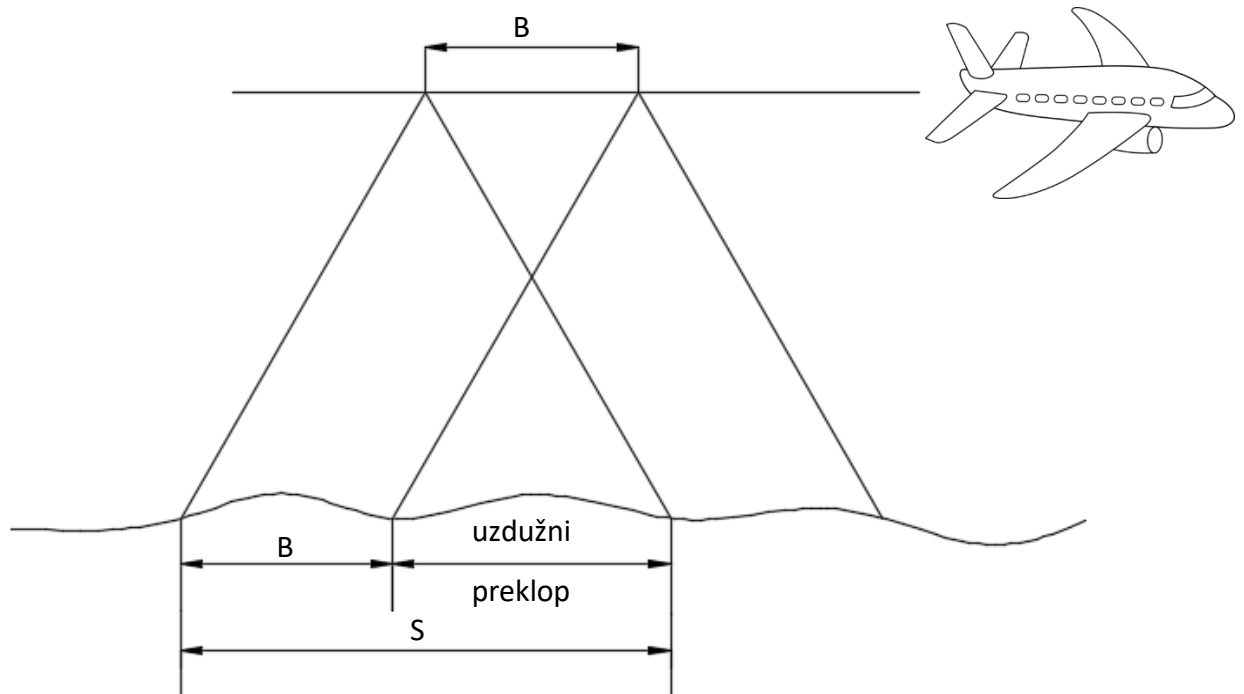
U fotogrametriji razlikujemo nekoliko bitnih razdoblja razvoja. Razvoj fotogrametrije započeo je u 19. stoljeću, a fotogrametrijska izmjera se i s današnjim danom razvija i modernizira. Početak fotogrametrije povezujemo s fotogrametrijom u ravnini koja se je kao metoda izmjere koristila od 1860. do 1900. godine. Daljnjim razvojem u upotrebu dolazi analogna fotogrametrija koja se koristi od 1900. do 1960. godine tj. analitička fotogrametrija koja se koristi od 1960. do 1996. godine. Od 1996. godine pa do danas u upotrebi je digitalna fotogrametrija, koja se i dalje ubrzano razvija i napreduje.

### 1.2.1. Aerofotogrametrija

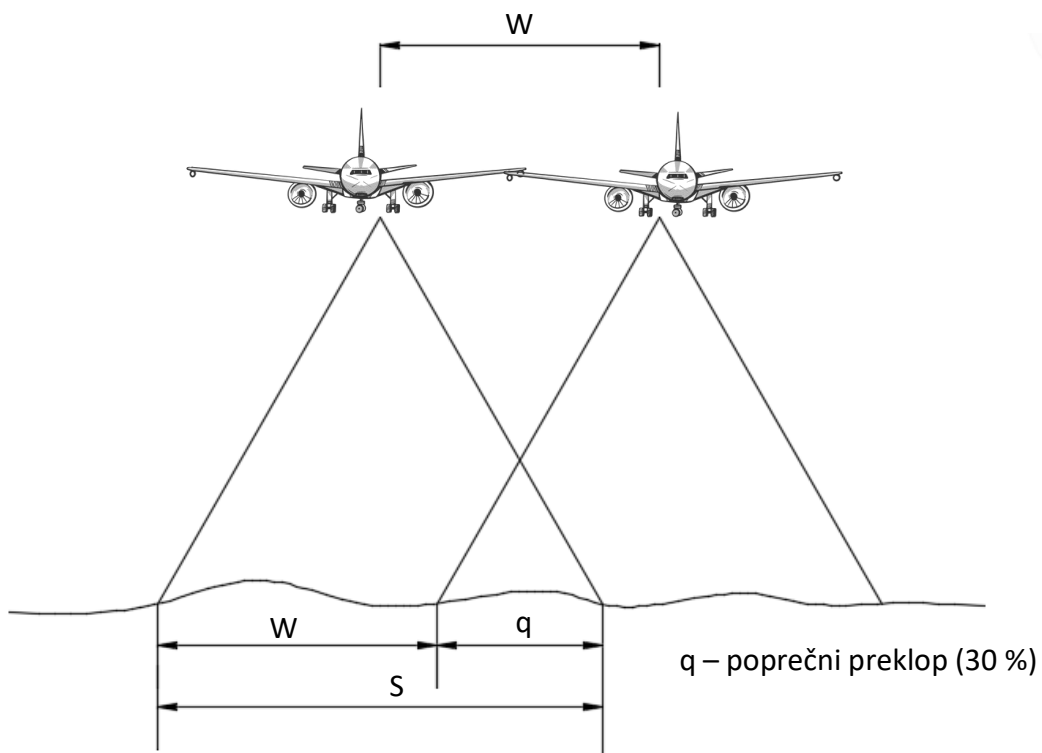
Prvi korak u procesu aerofotogrametrijske izmjere zemljišta jest izbor produkata koji treba izraditi. Sukladno na odabrani produkt potrebno je utvrditi točnost te nastavno s time i mjerilo u kojem ćemo izvršiti snimanje. Nakon što smo utvrdili prethodne kriterije, pristupamo procesu planiranja. Nakon određivanja plana aerosnimanja, pristupamo planiranju terenskih radova, signalizacije i određivanju orijentacijskih točaka. Odabiremo instrumente i procese, te pristupamo procijeni cijene i roku izrade.

Da bi uspješno izvršili fotogrametrijsko snimanje, tj. potpuno prekrivanje područja obuhvaćenog fotogrametrijskom izmjerom, snimanje je nužno obaviti s poprečnim i uzdužnim preklopom snimki, tj. preklopom snimki u smjeru leta unutar niza i preklop između susjednih nizova.

- Uzdužni preklop  $p$  – 60 %
- Poprečni preklop  $q$  – 30 %

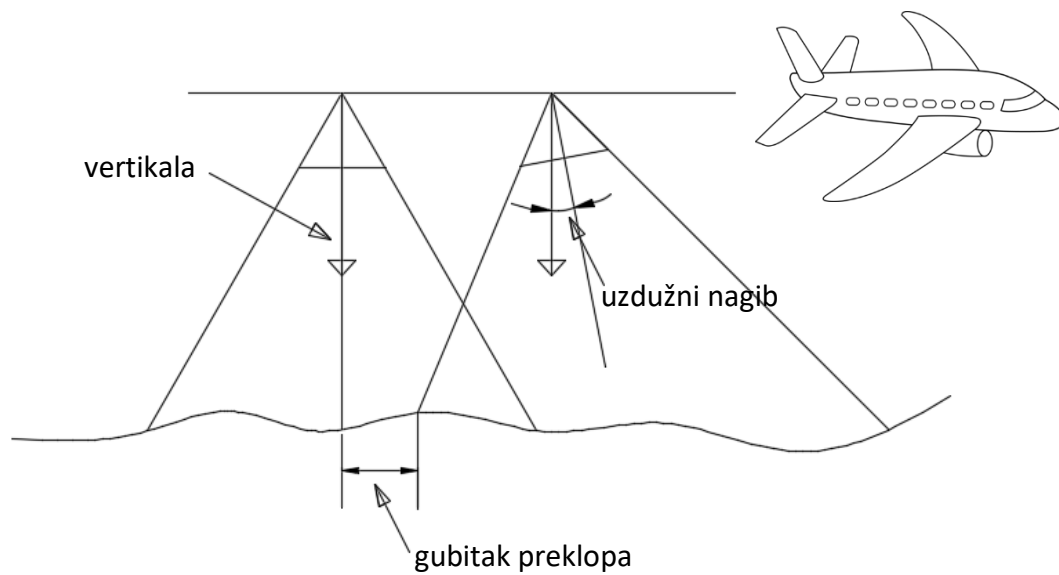


Slika 5 : Uzdužni preklop



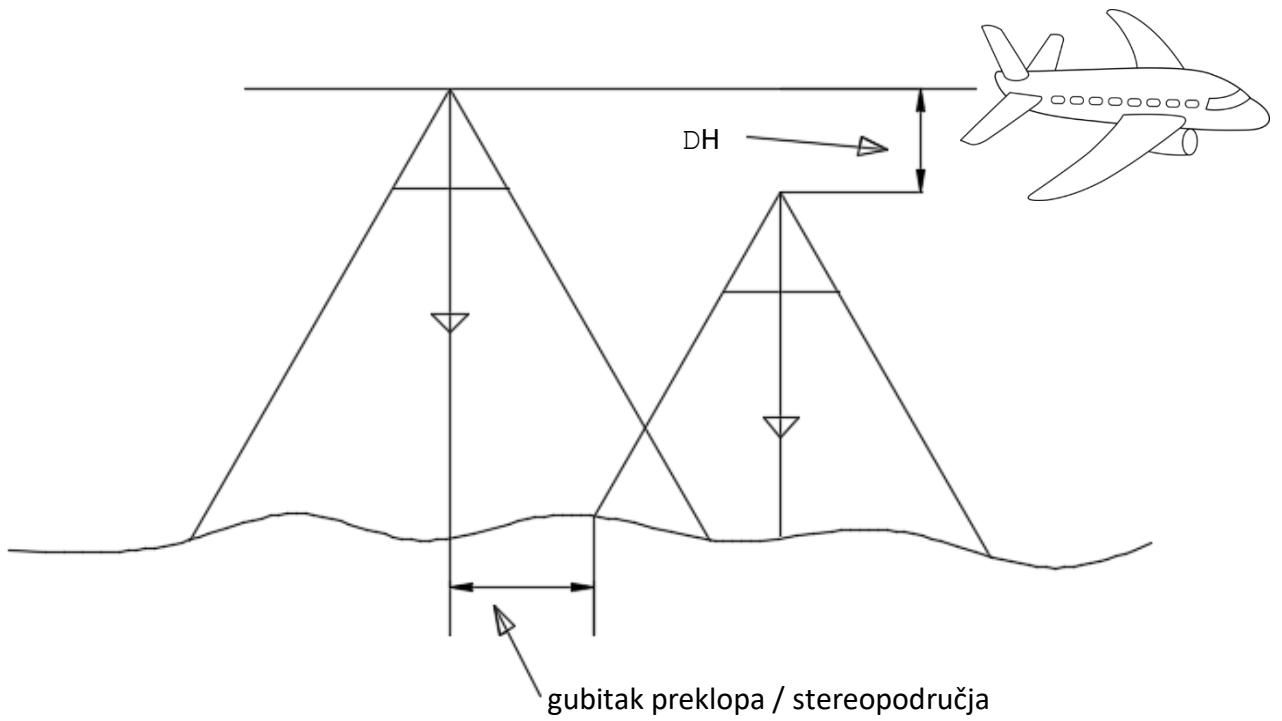
Slika 6 : Poprečni preklop

Tijekom procesa mjerenja može doći do gubitka preklopa iz sljedećih razloga: uzdužni nagib letjelice, promjena visine leta, reljefa terena...

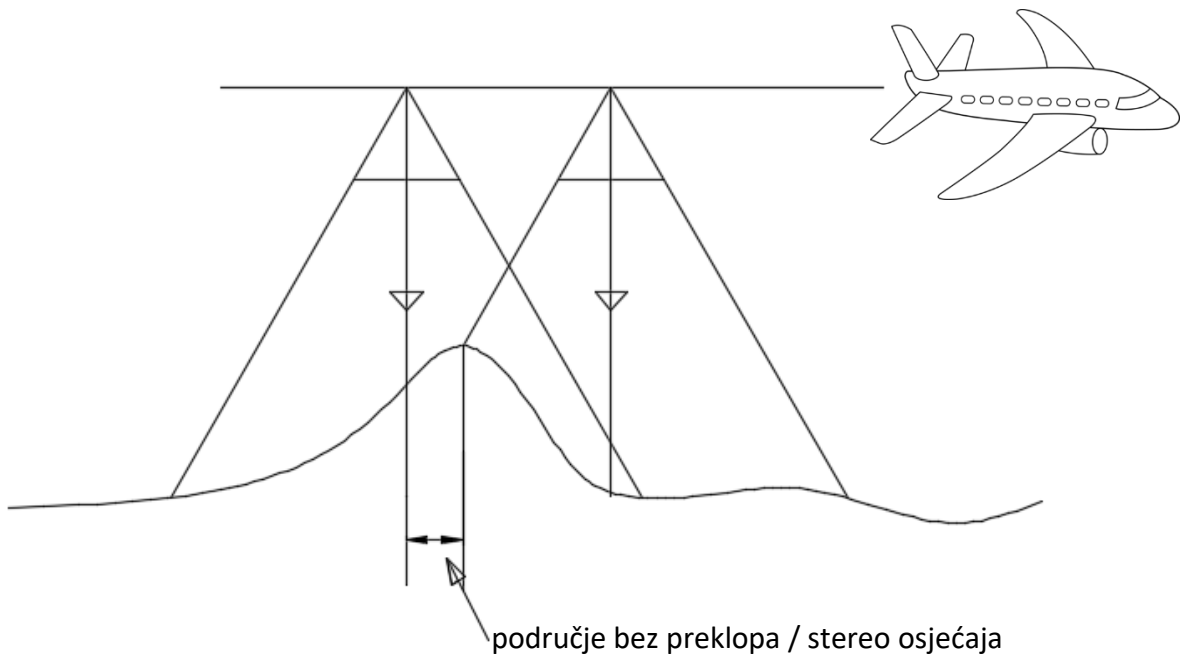


Slika 7 : Gubitak preklopa uzdužnim nagib letjelice





Slika 8 : Gubitak preklopa promjenom visine leta



Slika 9 : Gubitak preklopa zbog reljefa terena

Dobrim planiranjem aerofotogrametrijskog snimanja smanjujemo finalne troškove cijelog procesa. Pod dobrim planiranjem snimanja smatra se da finalno mjerilo snimki bude unutar 5 % od planiranoga i osiguravanje uzdužnih (55 % - 65 %) i poprečnih preklopa (20 % - 55 %). Također visina leta mora biti unutar 5 % od planirane, a zakošenje mora biti manje od 10 %. Podatci koji su nam potrebni za proces snimanja jesu: uzdužni i poprečni preklap, vrsta filma i kamere, visina leta i mjerilo snimanja.

Prvi korak kod pripreme terena za snimanje je odrediti broj i raspored orijentacijskih točaka. U orijentacijske točke spadaju: stalne geodetske točke, dopunske orijentacijske točke i granice katastarskih čestice (za katastarsku izmjeru). Nakon postupka određivanja orijentacijskih točaka vršimo stabilizaciju točaka i finalno njihovu signalizaciju.

Signali za aerofotogrametrijsko snimanje trebaju bojom biti u kontrastu s okolišem. U crno-bijeloj fotografiji najčešće se koristi bijela boja, ali i žuta zbog dobrog kontrasta s okolišem. Ako je okolina orijentacijske točke svijetle boje (stari asfalt, beton...) potrebno je potamniti okoliš kako bi došlo do isticanja signala. Prilikom snimanja u boji signal može biti bijele, crvene ili žute boje.

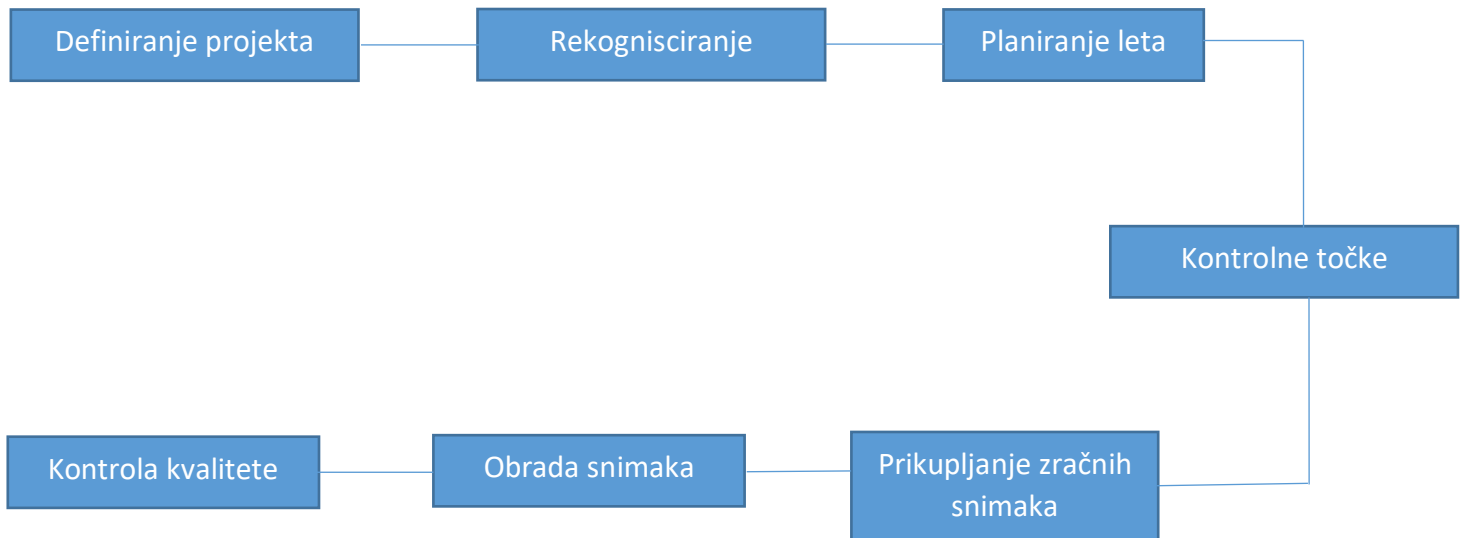


Slika 10 : Primjer snimke dobivene aerofotogrametrijom

Razvojem tehnologije, razvija se i aerofotogrametrija te se u upotrebu za izvođenje snimanja počinju koristiti i bespilotne letjelice tj. dronovi. U Republici Hrvatskoj dronovima mogu upravljati osobe starije od 18 godina, uz uvjet posjedovanja dozvole od nadležnih tijela. Dronove možemo koristiti i u drugim djelatnostima kao što su građevina, poljoprivreda, turizam... Postupak izrade ortofota uz pomoć drona sličan je prethodno opisanom postupku aerofotogrametrije, a podijeljen je u nekoliko etapa tj. zadataka koje je potrebno ispuniti kako bi dobili kompletnu snimku dronom.



Slika 11 : Dron za geodetska snimanja



Slika 12 : Plan izrade ortofota s pomoću drona

### **1.2.2. Terestrička fotogrametrija**

Uz prethodno spomenutu aerofotogrametriju gdje snimanju objekta pristupamo iz zraka, razlikujemo i terestričku fotogrametriju gdje snimanju objekta pristupamo s tla. Takva metoda izmjere omogućuje nam izradu trodimenzionalnog modela promatranog objekta na temelju fotografija koje su snimljene sa Zemljine površine. Ovom metodom izmjere prikupljamo veliki broj fotografija s površine Zemlje. Prednost ovakvog tipa izmjere u odnosu na klasične metode je u tome što se fotografijama može prikazati vrlo visoka razina detalja tj. objekta koji snimamo.

Terestričku fotogrametriju koristimo u projektiranju, arhitekturi, očuvanju kulturne baštine (kod izmjere unutrašnjosti objekta), praćenju pomaka i deformacija...



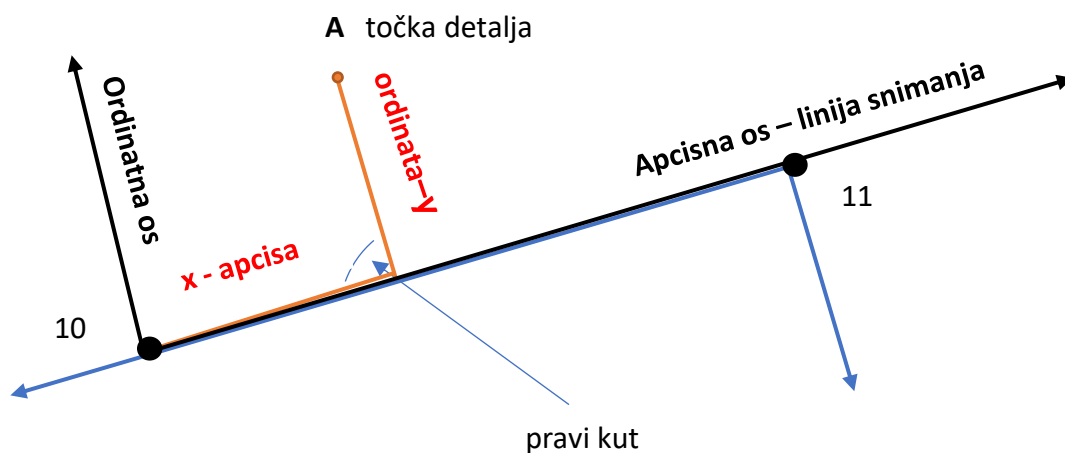
Slika 13 : Objekt prikazan u tri dimenzije snimljen metodom terestričke fotogrametrije

## 2. NUMERIČKA METODA

### 2.1 Ortogonalna metoda

Kod ortogonalne metode geodetske izmjere položaj točke definiran je pravokutnim koordinatama:  $B(x, y)$ . U ovoj metodi izmjere koristimo ravninski koordinatni sustav, tj. detalje prikazujemo u ravnini.

- Koordinata na apcisi definirana je oznakom  $x$
- Koordinata na ordinati definirana je oznakom  $y$

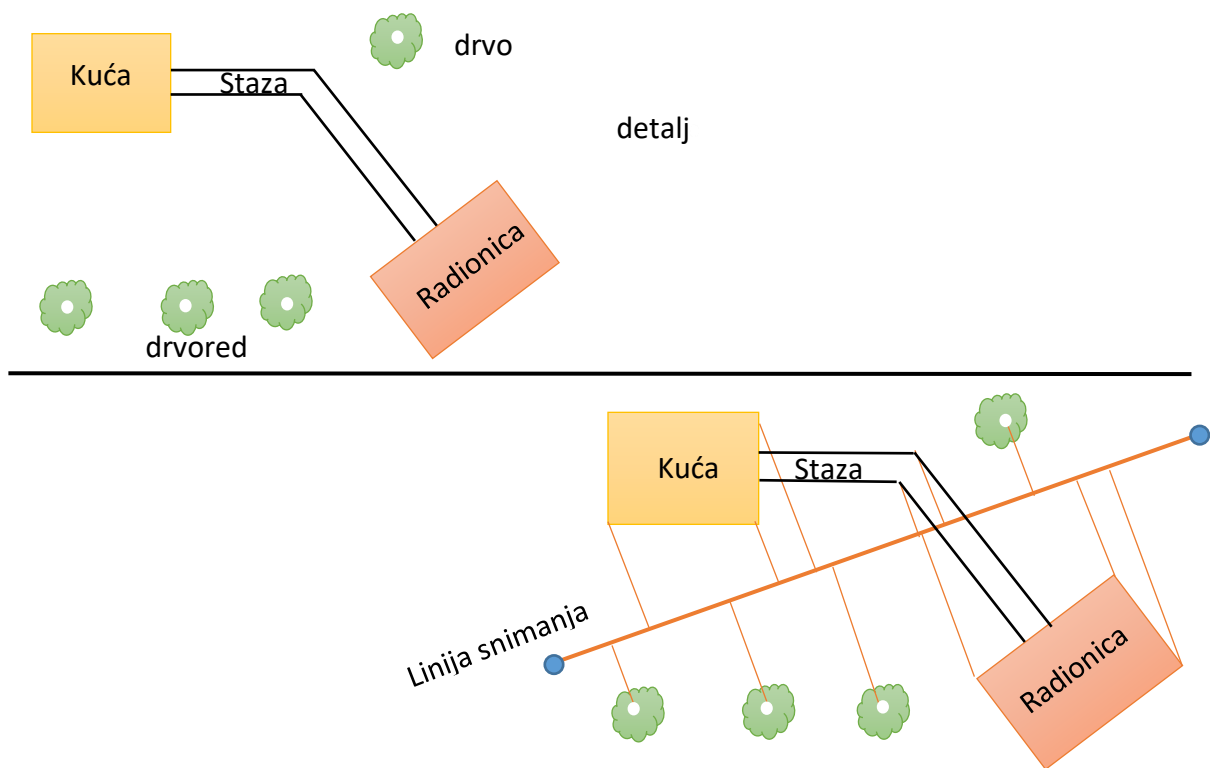


Slika 14 :Ortogonalna metoda

Od pribora kojim vršimo izmjeru ortogonalne metode potrebni su nam: čelična vrpca duljine 50 metara koja je položena u smjeru apcise, čelična vrpca duljine 20 do 30 metara koju koristimo za mjerenje uspostavljenih koordinata, tri trasirke te dva tronošca za njih i dvostruka pentagonalna prizma s krutim viskom. Za terenski rad potrebna nam je jedna grupa za snimanje u kojoj sudjeluju 2 geodeta i 3 figuranta. Jedan od geodeta vodi skicu izmjere, dok drugi uz pomoć prizme postavlja okomice na svaku točku detalja.

Pojam dvostruka pentagonalna prizma predstavljaju nam dvije prizme koje su ugrađene jedna iznad druge te se u prizmama vidljive slike trasirki postavljenih na poligonskim točkama. Takva prizma koristi se za postavljanje u pravac na liniju snimanja: promatrač se pomiče okomito na liniju snimanja dok se slike trasirki u prizmi ne sastanu u istoj točki. Dvostruka pentagonalna prizma također se koristi i za uspostavljanje okomice s točke.

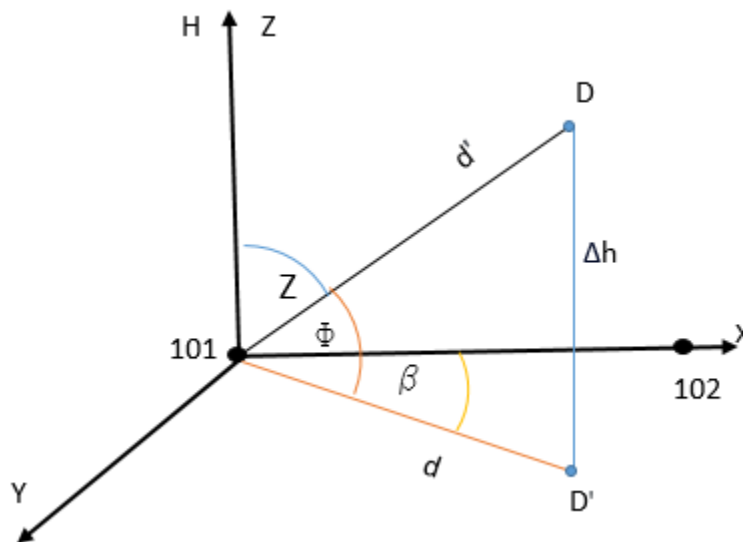
Najčešća primjena ortogonalne metode u današnje vrijeme jest održavanje katastra. Skice katastarske izmjere izrađuju se u mjerilu budućega plana. Ako je detalj koji se snima suviše gust, izmjenjujemo mjerilo skice. U tom slučaju skica se izrađuje u dvostruko krupnijem mjerilu od mjerila budućega plana.



Slika 15 : Prikaz snimanja detalja ortogonalnom metodom

## 2.2 Polarna metoda

Dok su nam glavni parametri za izmjeru kod ortogonalne metode apcisa i ordinata tj. koordinate detalja koje snimamo po x i y osi, u polarnoj metodi glavni parametri izmjere su kut i duljina. Ova metoda izmjere je brz i efikasan način za prikupljanje prostornih podataka uz korištenje modernih instrumenta i opreme. Kod izmjere polarnom, metodom moramo znati veličinu horizontalnog kuta (kut između orijentacijskog smjera npr. kut između detaljne točke i poligonske stanice), veličinu vertikalnog kuta i kose duljine. Pojam kosa duljina označava udaljenost između poznate npr. poligonske i detaljne točke. Veličina vertikalnog kuta bitna nam je za redukciju duljine na horizont. Također kod polarne metode pojavljuje se i pojam zenitni kut koji označava kut između pravca zenita i pravca vizure.

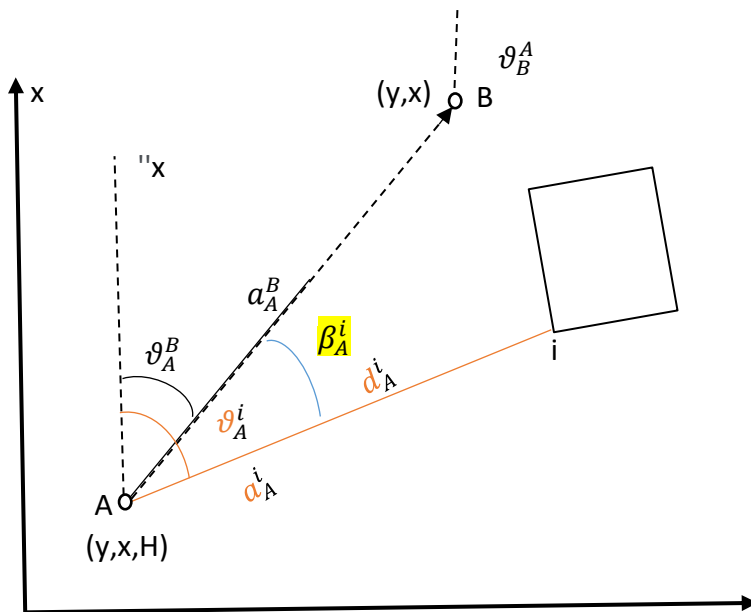


Mjeri se :

- kosa duljina –  $d'$  – udaljenost od stajališta do točke detalja  
 $d'$  se rastavlja - horizontalnu projekciju- horizontalnu dužinu  $d$   
- vertikalnu projekciju – visinsku razliku  $\Delta h$
- horizontalni kut –  $\beta$
- vertikalni kut  $z$  – zenitni

Slika 16 : Prostorni koordinatni sustav

$$H_1 = H_A + d * \cos z + i - s = H_A + \Delta h$$



$$\vartheta_A^i = \vartheta_B^A + \beta_A^i \pm 180$$

$$\Delta Y_i = d_A^i * \sin \vartheta_A^i$$

$$Y_i = Y_A + \Delta Y_i$$

$$\Delta X_i = d_A^i * \cos \vartheta_A^i$$

$$X_i = X_A + \Delta X_i$$

Izraz za računanje horizontalne duljine :  $d_A^i = d * \sin z$

Slika 17 : Računanje koordinata detaljnih točaka

Izračun elemenata kartiranja vrši se tako da prvo odredimo horizontalnu udaljenost između stajališta i detaljne točke, a nakon toga visinsku razliku tj. apsolutnu ili relativnu visinu detaljne točke. Sljedeći korak je definirati prostorne polarne koordinate detaljnih točaka (X, Y, H) ili (X, Y, Z). U polarnoj izmjeri koristimo prostorni koordinatni sustav za razliku od ortogonalne izmjere gdje smo koristili ravninski koordinatni sustav. Izmjera se prikazuje u trodimenzionalnom sustavu tj. detalj je definiran položajem na x osi, položajem na y osi i visinom.

Pojam detalj definiran je kao objekt, granica parcele, vodotok... i definiramo ga s nizom detaljnih točaka. Skupina detaljnih točaka definira objekt i oblik zemljine površine. Kod odabira detaljnih točaka vrlo je bitno da one budu pravilno odabrane kako bi stanje na terenu bilo čim realnije prikazano.



Pojam koji je vezan uz polarnu metodu izmjere jest i tahimetrija tj. detaljna izmjera terena. Pojam tahimetrija dolazi od starogrčke riječi tachys koja znači brz i riječi metron koja znači mjeriti. U doslovnom prijevodu to bi značilo brzo mjerenje tj. brza izmjera. Osnovni instrument ovog tipa izmjere naziva se tahimetar. Kao rezultat takve metode izmjere dobivamo horizontalnu i visinsku predodžbu terena. S obzirom na točnost tahimetrija se dijeli na: običnu tahimetriju gdje je točnost izražena u decimetrima i preciznu tahimetriju gdje je točnost izražena u centimetrima. Instrumenti koji se koriste kod ove metode nazivaju se tahimetrima. Ovim postupkom istovremeno definiramo visinu i položaj točke tj. njezinu X, Y i H koordinatu (položaj točke u prostornom koordinatnom sistemu definiran je s X – koordinata po x osi, Y- koordinata po y osi i H visina točke).

Tahimetri su uređaji kojima obavljamo izmjeru horizontalnog i vertikalnog kuta i kose duljine. Razlikujemo optičke i elektroničke tahimetre. Tahimetar koji također nazivamo i totalnom stanicom je računalna inačica elektroničkog teodolita. Ona u sebi sadrži elektronički daljinomjer, računalo i memoriju, te nam pruža mogućnost jednostavnijeg snimanje detalja i brže i efikasnije izvođenje radova. U današnje vrijeme postoje i robotizirane totalne stanice.

Razlikujemo četiri skupine totalnih stanica:

- jednostavne totalne stanice – koristimo ih kod manjih i lokalnih geodetskih radova, manja točnost
- standardne totalne stanice - velika točnost, ugrađen softver za primjenu na terenu
- precizne totalne stanice – koriste se za precizna mjerenja
- univerzalne totalne stanice – iste točnosti kao standardne totalne stanice

Totalna stanica sastoji se od: optičkih (leće, prizme, filteri, djelatelji svjetlosti...) i mehaničkih dijelova (osovine, ležajevi za osovine, motor, stezaljke...) , memorije i softvera, tipkovnice, izbora energije i zaslona.



Slika 18 : Totalna stanica

Za uspješno obavljanje tahimetrijskog snimanja potrebna nam je poligonska mreža za tahimetrijsko snimanje. Spomenutu mrežu povezujemo s triangulacijom ili GPS-om točke, tj. točke čije su nam koordinate poznate. Ako je topografija terena razvedena te se promatrani detalj djelomično ne može snimit s mjesta poligonske mreže, snimanje detalja možemo obaviti s točaka slijepog poligonskog vlaka s maksimalno dvije stranice.

U postupku određivanja mjesta za poligonsku točku moramo pripaziti na nekoliko uvjeta. Prvi uvjet jest da s poligonske točke moramo imati mogućnost snimanja detalja u potpunosti, a drugi uvjet je da udaljenost detaljnih točaka od poligonskih, s kojih se obavlja snimanje, kod pretpostavljene točnosti snimaka ne smije prijeći određeni maksimalni iznos.

### **2.2.1. Mjerenje kutova**

U geodeziji razlikujemo nekoliko različitih vrsta kutova, a to su:

- Prostorni kutevi – kut koji je izmjeren u ravnini koja je proizvoljno određena
- Vertikalni kutevi – krakovi kuta položeni su u vertikalnoj ravnini
- Horizontalni kutevi – ortogonalna projekcija prostornoga kuta na horizontalnu ravninu, krakovi ovih kuteva položeni su u horizontalnoj ravnini

Instrument za izmjeru kuteva naziva se teodolit, te ih se s obzirom na građu može podijeliti na mehaničke, optičke i elektroničke. Kod postupka izmjere tim instrumentom razlikujemo dva položaja durbina tj. instrumenta. Kod prvog položaja durbina pri viziranju na neku točku vertikalni krug se nalazi s lijeve strane. Kod drugog položaja durbina jedina razlika u odnosu na prvi jest što se vertikalni krug pri viziranju nalazi s desne strane.

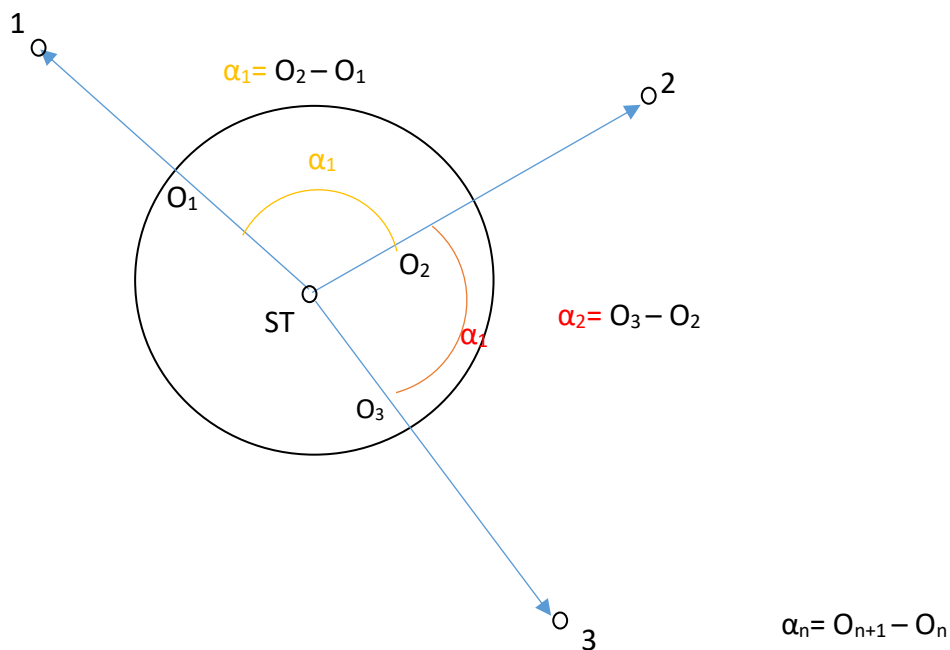


Slika 19 : Optički teodolit

U geodeziji razlikujemo nekoliko metoda mjerenja horizontalnih kutova, a to su:

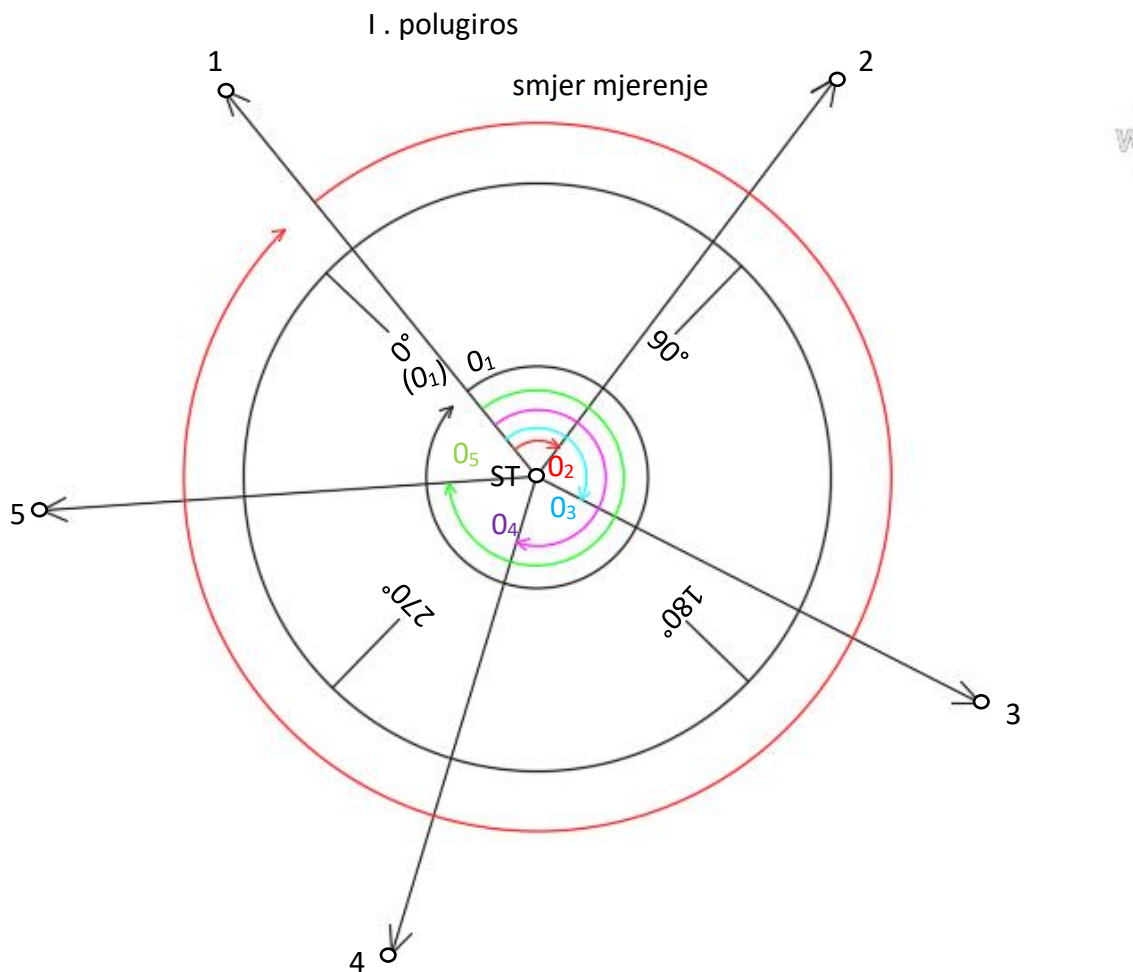
- Obična ili jednostavna metoda
- Girusna metoda
- Schreiberova metoda

Prva metoda mjerenja kutova jest obična ili jednostavna metoda. Mjerenje pravaca tj. kutova vršimo u prvome položaju durbina tj. instrumenta. Mjerenje pravaca se vrši u odnosu od početnog pravca u smjeru kazaljke na satu. Veličinu kuta dobijemo kao razliku očitavanja pravaca. Ovu metodu koristimo u radovima manje točnosti kao što je primjerice iskolčenje građevinskih objekata. Ako se opažanje vrši na više od tri točke potrebno je izvesti ponovno opažanje početnoga pravca zbog kontrole mjerenja.



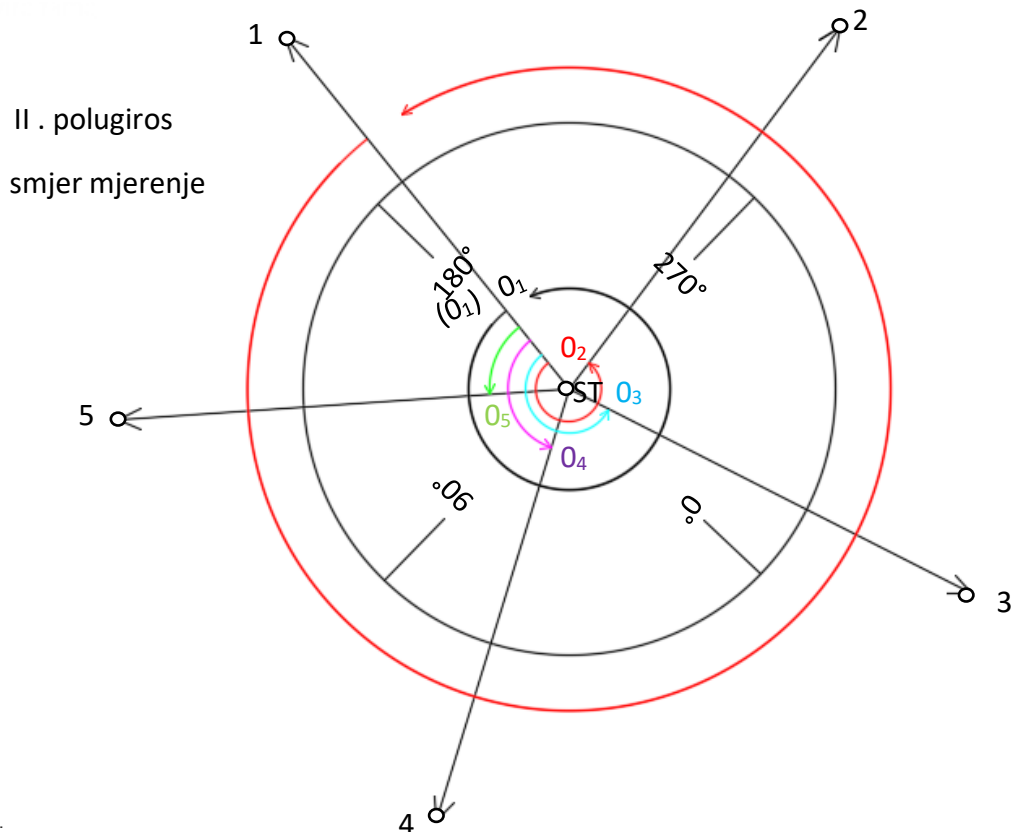
Slika 20 : Obična ili jednostavna metoda

Druga metoda izmjere kutova jest Girusna metoda tj. izmjera kutova u dva položaja durbina. Ova metoda sastoji se od dva polugirusa. Prvi polugirus tj. situacijom u prvom položaju durbina definira se početni pravac i namješta se očitavanje na početnome pravcu koje je približno jednako  $0^\circ$ . Taj postupak za optičke teodolite odrađujemo s pomoću repeticijskog uređaja. Redom opažamo ostale pravce u smjeru kazaljke na satu. Ponovno opažamo početni pravac zbog kontrole mjerenja.



Slika 21 : Prvi polugirus

Kod drugoga polugirusa okrećemo durbin i alhidat za  $180^\circ$  u drugi položaj. U drugome položaju durbina vršimo postupak izmjere krenuvši od početnoga pravca, ali u smjeru obrnutome od smjera kazaljke na satu. Na kraju postupka opet obavljamo opažanje početnog pravca.



Slika 22 : Drugi polugirus

Rezultate koje smo dobili mjerenjem upisujemo u trigonometrijski obrazac broj 1. Kod odabira početnoga pravca moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti: točka mora biti dobro definirana i dobro vidljiva tijekom mjerenja tj. osvijetljena, također točka mora biti i dovoljno daleka. U spomenuti trigonometrijski obrazac broj 1 upisujemo sljedeće podatke koje smo dobili procesom izmjere:

- prvi stupac: datum i vrijeme izmjere
- drugi stupac: broj girusa i broj poligonske točke stajališta instrumenta
- treći stupac: broj vizurne točke
- četvrti stupac: očitavanje na horizontalnome krugu u prvome položaju durbina
- peti stupac: očitavanje na horizontalnome krugu drugoga položaja durbina
- deveti stupac: vrsta i broj instrumenta, promatrač i zapisničar

U šestome stupcu trigonometrijskog obrasca broj jedan računamo aritmetičku sredinu prvoga i drugoga mjerenja. U sedmome vršimo izračun reducirane sredine, a u osmome stupcu dvostruku kolimacijsku pogrešku. Deveti stupac služi nam za izračun kontrole računanja.

Dat. sat	ST. Girus	Viz. toč.	Položaj durbina I (KL)			Položaj durbina II (KD)			Sredina I i II			Reducirana sredina			2c = II - I		Primjedba
			°	'	"	°	'	"	°	'	"	°	'	"	±	"	
1	2	3	4			5			6			7			8		9
05.04.	oA	o2	0	24	44	180	25	8	0	24	56	0	0	0	+	24	Opservator : Luka Horvat
2012.		o3	71	59	52	252	0	12	72	0	2	71	35	6	+	20	
9.00h	I	o4	114	6	30	294	6	58	114	6	44	113	41	48	+	28	Instrument : Wild T2
	girus	o5	196	13	58	16	14	14	196	14	6	195	49	10	+	16	
		o6	279	59	40	100	0	6	279	59	53	279	34	57	+	26	Br. 10 276
		o2	( 0	24	40	180	25	00 )									
	Oa	o2	91	12	42	271	13	0	91	12	51	0	0	0	+	18	I kontrola: 29' 26"
		o3	162	47	48	342	48	10	162	47	59	71	35	8	+	22	
	II	o4	204	54	32	24	55	0	204	54	46	113	41	55	+	28	62' 36" : 2 = 31' 18"
	girus	o5	287	1	56	107	2	18	287	2	7	195	49	16	+	22	
		o6	10	47	44	190	48	4	10	47	54	279	35	3	+	20	
		o2	(91	12	48	271	13	2 )									II kontrola :
			Σ	29	26		33	10		31	18		22	23			24' 56"
																	+ 12' 51"
																	37' 47" x 5 = 8' 55"
																	8' 55" + 22' 23" = 31' 18"

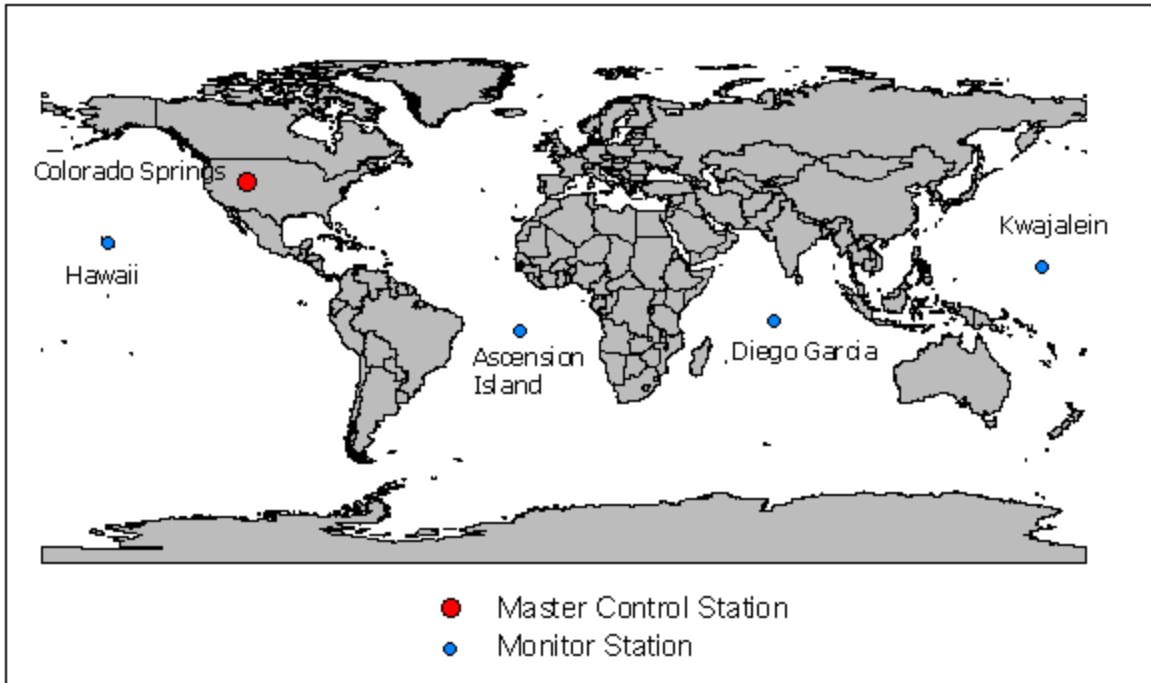
Slika 23 : Primjer trigonometrijskog obrasca broj 1

Treća metoda izmjere kutova jest Schreiberova metoda koja se bazira na zasebnom mjerenju nekoga kuta. Opažamo svaki pravac koji je u kombinaciji s ostalim pravcima. Opažanje prvo vršimo u smjeru kazaljke na satu, te nakon toga u smjeru obrnutome od kazaljke na satu. Finalne vrijednosti kutova računamo po općoj aritmetičkoj sredini tj. uvodimo težine.

### 3. SATELITSKA GEODEZIJA (GNSS)

Vrsta geodetske izmjere gdje se mjerenja vrše uz pomoć satelita. Kratica GNSS označava Global Navigation Satellite System. Razlikujemo nekoliko različitih sistema ovisno o kontinentu ili državi. GPS odnosno Global Positioning System vezan je uz SAD, a sačinjava ga 6 orbitalnih ravnina i minimalno 24 satelita koji kruže oko Zemlje na visini od 20000 kilometara. Sustav GLONASS odnosno ruski navigacijski sustav sastoji se od 3 orbitalne ravnine i minimalno 24 satelita koji kruže iznad zemlje na visini od 19130 kilometara. Navigacijski satelitski sustav Europske Unije i Europe naziva se GALILEO, a sastoji se od 3 orbitalne ravnine i minimalno 37 satelita koji kruže oko Zemlje na visini od 23200 kilometara. Kineski sistem naziva se BeiDou, japanski QZSS, a indijski IRNSS. Nabrojani sustavi sastoje se od segmenata koji su svemirski, korisnički i kontrolni. Svemirski segment se sastoji od minimalno 21 satelita (21 aktivni i 3 koji služe za rezervu) i to je ključni segment GNSS sustava. Da obiđu Zemlju satelitima u nižim orbitama potrebno je između 90 minuta i dva sata, a za obilazak u višim orbitama u nekim slučajevima potreban je i jedan dan. Brzina satelita smanjuje se s povećanjem udaljenosti od Zemljine površine tj. povećanjem visine. Minimalna brzina satelita mora biti 11300 km/h. Sateliti se nalaze u visokoj orbiti i kruže 20000 km iznad Zemlje. Glavna zadaća kontrolnog segmenta jest kontrola i nadzor. Ukupno postoji 5 kontrolnih stanica od kojih četiri rade bez ljudi (primaju podatke od satelita i šalju ih glavnoj stanici) i jedna glavna kontrolna stanica. Korisnički segment sastoji se od svih korisnika GPS sustava i njihovih prijatelja.

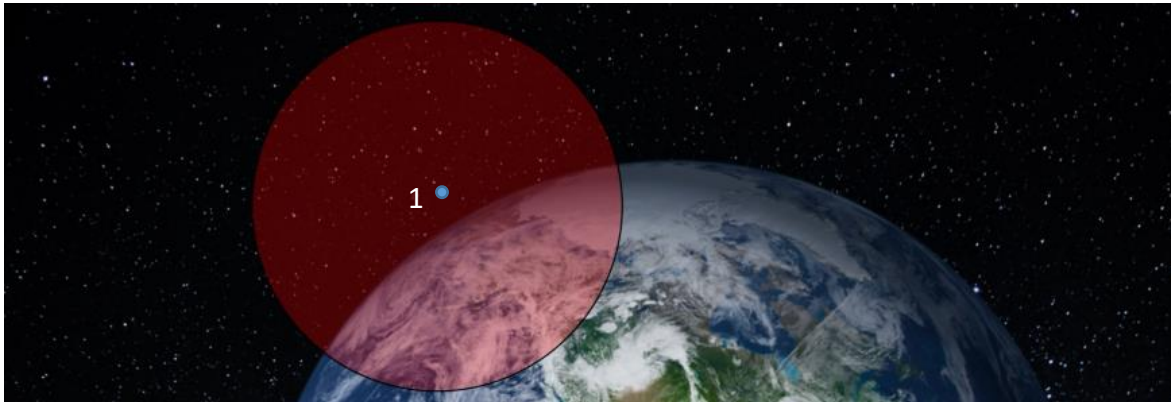




Slika 24: Položaj kontrolnih stanica kontrolnog segmenta GPS-a

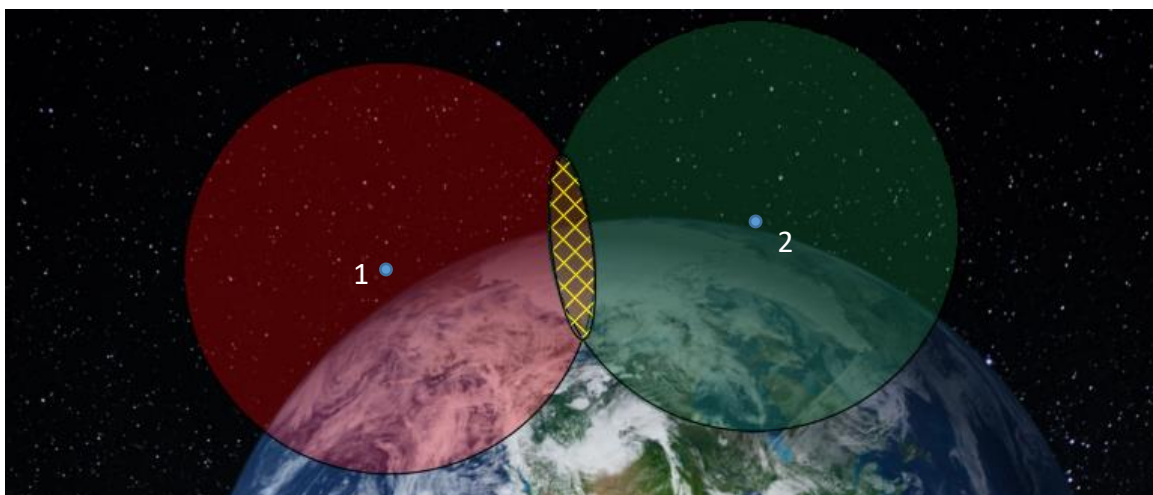
Primarno se mjerenja u satelitskoj geodeziji izvršavaju uz pomoć geodetskih satelita, ali sve veću ulogu imaju i izmjere izvedene s navigacijskim satelitima tj. globalnim položajnim sustavom (GPS). Ovaj sustav funkcionira na osnovu toga da GPS prijamnik pronađe minimalno četiri satelita, te računa udaljenost od svakoga od njih. Na osnovu tih podataka određuje se vlastita pozicija. Također postupak se temelji na principu trilateracije. Taj princip određuje položaj neke točke na Zemljinoj površini preko geometrijskih načela trokuta. U teoriji dovoljna su nam tri satelita za odrediti točne koordinate neke točke na Zemljinoj površini, no u praksi koriste se četiri satelita. Tri satelita služe nam za određivanje naših koordinata (X, Y, Z), a četvrti u slučaju pogreške sata prijamnika (četvrto mjerenje korigira netočnost sata).

Ako imamo samo jedan satelit korisnički prijamnik može se nalaziti bilo gdje u području dometa satelita koje je na sljedećoj slici označeno s crvenom kružnicom. Jedan satelit nije nam dovoljan za precizno pronalaženje položaja na Zemljinoj površini, zbog potrebe za 3 koordinate (X, Y, Z) i moguće pogreške korisničkog sata.



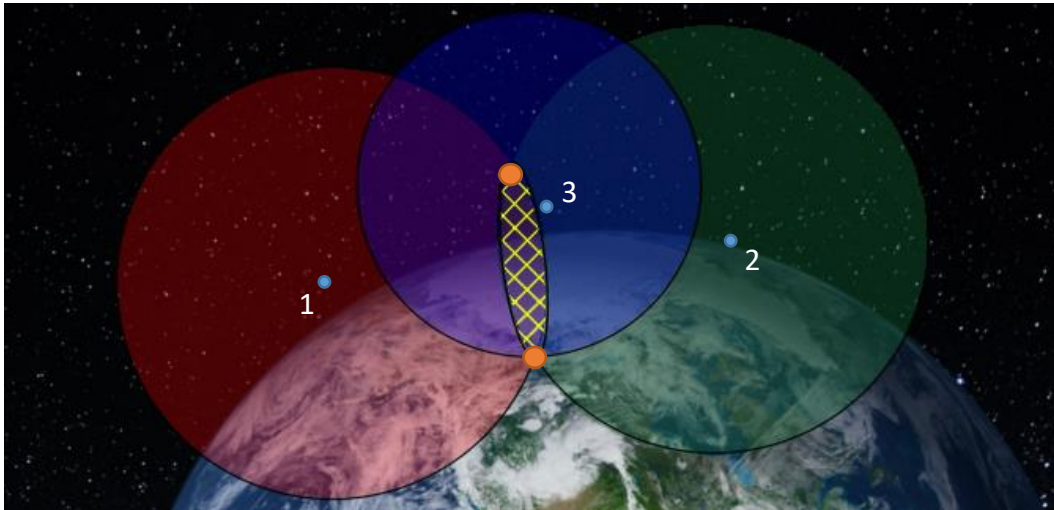
Slika 25: Domet jednog satelita

Ako imamo dva satelita koji kruže iznad Zemlje korisnički prijamnik nalazi se na presjeku dometa ta dva satelita. Presjek je na sljedećoj slici označen žutom šrafurom. Dva satelita nisu dovoljna za precizno pronalaženje položaja na Zemljinoj površini, zbog potrebe za 3 koordinate (X, Y, Z) i moguće pogreške korisničkog sata.



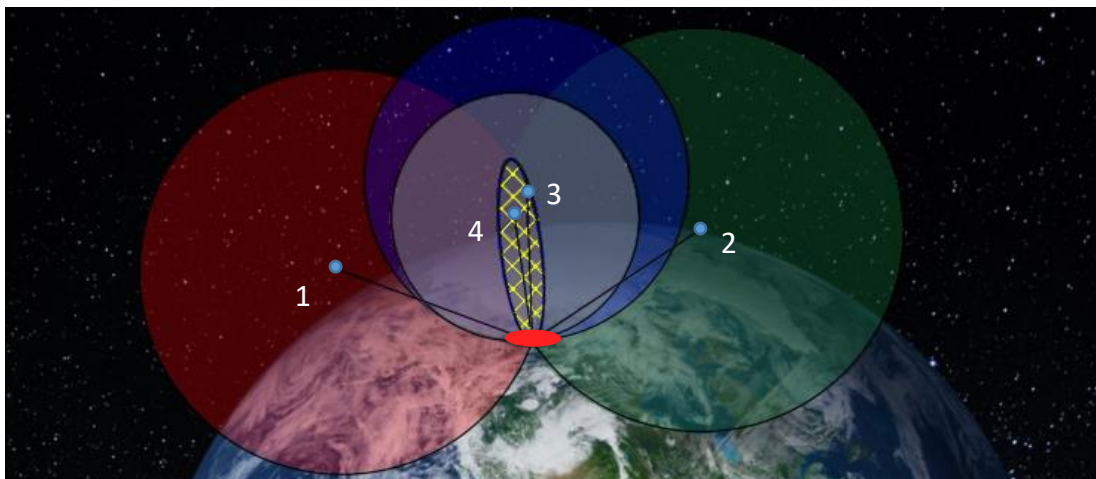
Slika 26: Domet i presjek dva satelita

Ako imamo tri satelita korisnički prijamnik nalazi se na presjeku dometa triju satelita tj. imamo dvije točke potencijalnog položaja korisničkog prijamnika od kojih je jedna na Zemlji, a druga može i ne mora biti na Zemlji. Tri satelita nisu dovoljna za precizno pronalaženje položaja na Zemljinoj površini, zbog potrebe za 3 koordinate (X, Y, Z) i moguće pogreške korisničkog sata.



Slika 27: Domet i presjek tri satelita

U slučaju gdje imamo četiri satelita koji kruže oko planete Zemlje, položaj korisničkoga prijamnika nalazi se na presjeku dometa četiri satelita tj. jednoj specifičnoj točki. Tako smo definirali jednoznačni položaj korisničkog prijamnika tj. točnu lokaciju.



Slika 28: Domet i presjek četiri satelita

GPS signali su vrlo slabe snage i sukladno tomu može doći do pogrešaka. Do tih pogreška u mjerenjima dolazi zbog kašnjenja signala, primjene valnih oblika pri propagaciji atmosferom...

Razlikujemo dvije vrste relativnog pozicioniranja tj. statičko i dinamičko pozicioniranje. Statičko relativno pozicioniranje je najtočnija GNSS metoda, a točnost koja se ostvaruje iznosi između 1 ppm (prema engleskom: parts per million, tj. u prijevodu dijelova na milijun) i 0.1 ppm (prema engleskom: parts per million, tj. u prijevodu dijelova na milijun). Glavni zahtjev ovakve vrste relativnog pozicioniranja jest da na opažanim točkama nema zapreka koje bi ometale prijem signala. Trajanje etape opažanja za bazne linije do 20 kilometara, ovisi o metodi mjerenja i tipu prijamnika te uz uvjet da su konstantno vidljiva 4 satelita s dobrom geometrijom i normalnim uvjetima atmosfere. S povećanjem broja opažanih satelita skraćuje se i vrijeme opažanja. Izmjera dinamičkom metodom temelji se na analiziranju putanje satelita i promjena te iste putanje, iz čega dobivamo zaključke i znanja o Zemljinom polju sile teže. Kinematičko relativno pozicioniranje je najproduktivnija tehnika u zadaćama gdje je potrebno definirati veliki broj točaka u kratkom periodu. Postoje dvije mogućnosti primjene kinematičkog pozicioniranja, a to su klasična gdje se za svaku epohu određujemo koordinate ili semikinematička koju obilježuje naizmjenično kretanje i stajanje jednog prijamnika s ciljem određivanja pozicije točaka duž trajektorije. Nedostatci ove metode su što pored ograničene duljine baznih linija postoji i ograničenje da se prijam signala zadrži za minimalno 4 satelita u toku cijelog mjerenja. Glavni problem za masovniju i širu upotrebu ovog sistema jest činjenica da se prijamnik u pokretu ne može udaljiti od referentnog prijamnika za više od 20 kilometara.

Kod apsolutnog pozicioniranja, koordinate neke točke na Zemljinoj površini određujemo upotrebom jednog prijamnika. Ovaj oblik pozicioniranja je najviše korišten u svijetu (mobiteli, sportski satovi...) te nam omogućuje točnost od nekoliko metara. Prvenstvena namjena satelitske geodezija bila je izvršavanje globalnih potreba (određivanje Zemljinog polja sile teže, određivanje oblika i veličine Zemlje), međutim s vremenom počela se upotrebljavati i za izvršavanje lokalnih potreba u području praktične geodezije tj. u rutinskim postupcima određivanja položaja objekata na terenu. Diferencijalni GPS funkcionira tako da prijamnik pozicioniramo na poznati položaj. Budući da prijamnik zna svoj položaj on može odrediti greške u satelitskim signalima. Razlika između izračunate i mjerene udaljenosti naziva se diferencijalna korekcija.

Snimanje površine zemlje satelitima svrstavamo u daljinska istraživanja. Kod satelitske geodezije izmjere vršimo s nekoliko različitih metoda i postupaka, o čemu ovisi i instrumentarij kojima su sateliti opremljeni. Kod ove vrste izmjere raspoznavamo geometrijsku i dinamičku metodu. Izmjere geometrijskom metodom temelje se na primjeni satelita kao udaljenih ciljeva koji su vidljivi iz različitih točaka Zemljine površine. Osnovni zadatak ove metode jest uspostavljanje svjetskog trodimenzionalnog homogenog polja točaka. Kod određivanja raspona laserskom metodom, globalna mreža postaja za opažanje mjeri vrijeme koje je potrebno zruci svijetla da prijeđe put od satelita koji je opremljen reflektorima i natrag. Takav postupak omogućava nam izmjeru raspona s milimetarskom preciznošću. Raspon koji je izmjeren s takvom točnošću možemo upotrijebiti za vrlo preciznu i pouzdanu kalibraciju radarskih altimetara i određivanje orbite pojedinih objekata u svemiru. Interferometrija radarom sa sintetičkim otvorom čiji je snop zraka vrlo uzak i djelotvoran ima primjenu u kartografiji i daljinskim istraživanjima. U satelitskoj geodeziji još se i koriste postupci gradiometrije (mjerenje gradijenta sile teže iz orbite) i postupci laserske i radijske altimetrije.

Neke od prednosti GPS-a jesu to što je rukovanje GPS sustavom poprilično jednostavno, također veoma je dostupan cijenom (postoje iznimke gdje je GPS sustav poprilično skup, kao npr. brodski i avionski navigacijski sustavi). Upravo ta dostupnost nam omogućuje integraciju GPS sistema s drugim elektroničkim uređajima kao što su mobiteli, pametni satovi, sportski uređaji.. Međutim GPS sustav ima i nedostataka kao što je gubitak preciznosti uzrokovan preprekom koja uzrokuje slabljenje signala. Prepreka može biti krošnja stabla, zgrada, ali i oblaci. GPS sustav nije dostupan ni unutar zgrada i zatvorenih prostora zbog nedostupnosti signala.



Slika 29: GPS uređaj

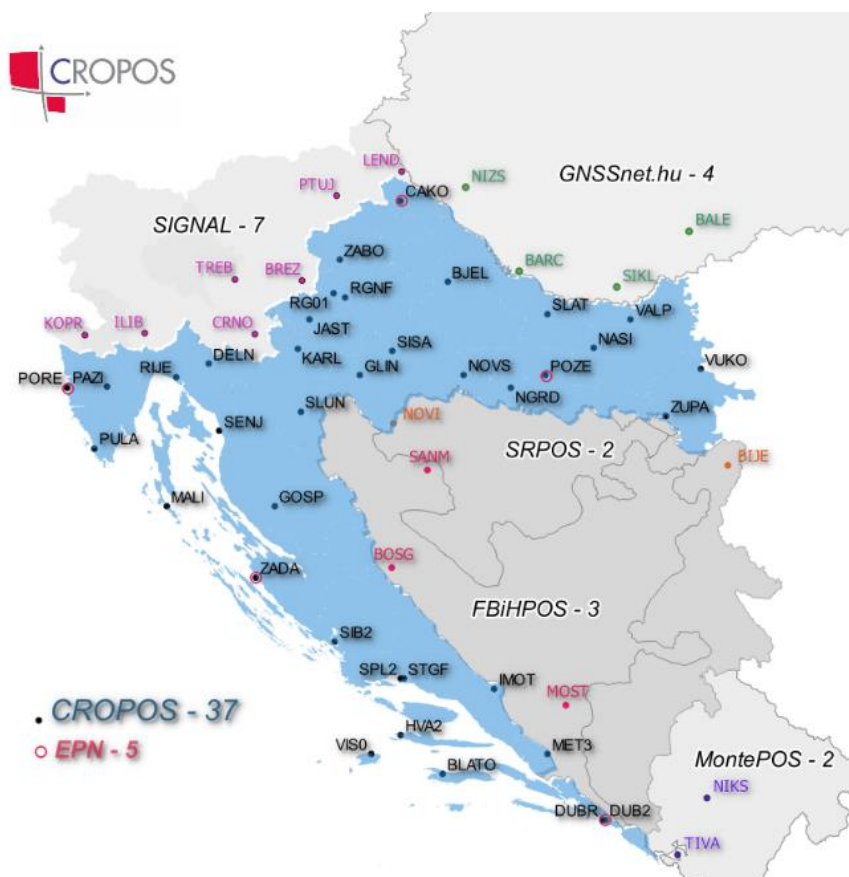
### 3.1 CROPOS

CROPOS odnosno CROatian Positioning System tj. u prijevodu Hrvatski pozicijski sustav jest državna mreža referentnih GNSS stanica Republike Hrvatske. Ukupno se u sustavu nalazi 37 referentnih GNSS stanica, a udaljenost između njih iznosi 70 kilometara. Pozicionirane su tako da pokrivaju cijelo područje Republike Hrvatske. Osnovna zadaća CROPOS-a jest skupljanje podataka satelitskih mjerenja te računanje korekcijskih parametara dostupnih korisnicima preko mobilnog interneta. CROPOS nam pruža tri servisa: DPS (diferencijalni servis pozicioniranja u realnom vremenu, omogućuje nam točnost ispod 1 metra), VPPS (visoko precizni servis pozicioniranja u realnom vremenu, omogućuje nam centimetarsku točnost) i GPPS (Geodetski precizni servis pozicioniranja, omogućuje nam točnost ispod 1 centimetra). Sustav je korisnicima dostupan 24 sata dnevno i 7 dana tjedno.



Slika 30 : CROPOS referentne GNSS stanice

2011. godine Republika Hrvatska tj. Državna geodetska uprava dala je prijedlog da se 5 CROPOS stanica uključi u mrežu EPN-a. Nakon godinu i pol taj prijedlog je prihvaćen od strane EPN-a. Sukladno tomu od 16. lipnja 2013. godine 5 referentnih GNSS stanica na teritoriju Republike Hrvatske uključeno je u EUREF permanentnu mrežu – EPN (stanice: PORE (Poreč), ZADA (Zadar), CAKO (Čakovec), POZE (Požega) i DUB2 (Dubrovnik)). U EPN centrima na dnevnoj bazi se vrši kontrola kvalitete GNSS opažanja te konzistencija i dostupnost podataka. Osim samih GNSS stanica unutar EUREF-a postoje i regionalni i lokalni centri za analizu i obradu podataka opažanja te kontrolni računalni centri. Podatke dobivene iz GNSS stanica koristimo za izračun i analize koordinata i brzina stanica u realnome vremenu i naknadnoj obradi te za istraživanja u različitim poljima znanosti kao što su praćenje potresa, geodinamika...



Slika 31 : Prikaz CROPOS i EPN stanica na području Republike Hrvatske

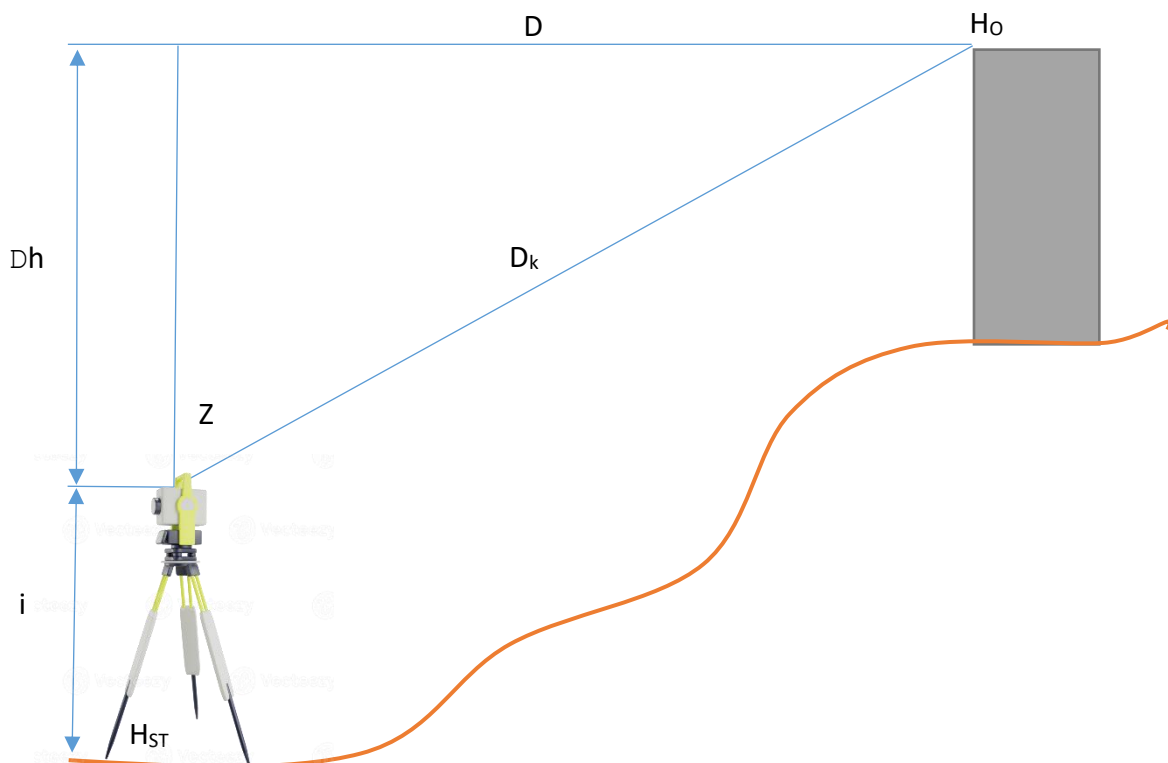


#### 4. MJERENJE VISINA

Srednja razina mora koja se također naziva i geoid definirana je na temelju mjerenja u trajanju od jedne godine na mareografu smještenome u Trstu na molu Sartorio za epohu 1875.0, normalni ortometrijski sustav visina – „Trst“. Mareograf je instrument kojime se vrši izmjera vremenske promjene razine mora uz pomoć direktne ili indirektna metode. Prema načinu rada oni mogu biti mehanički, radarski, tlačni i akustički.

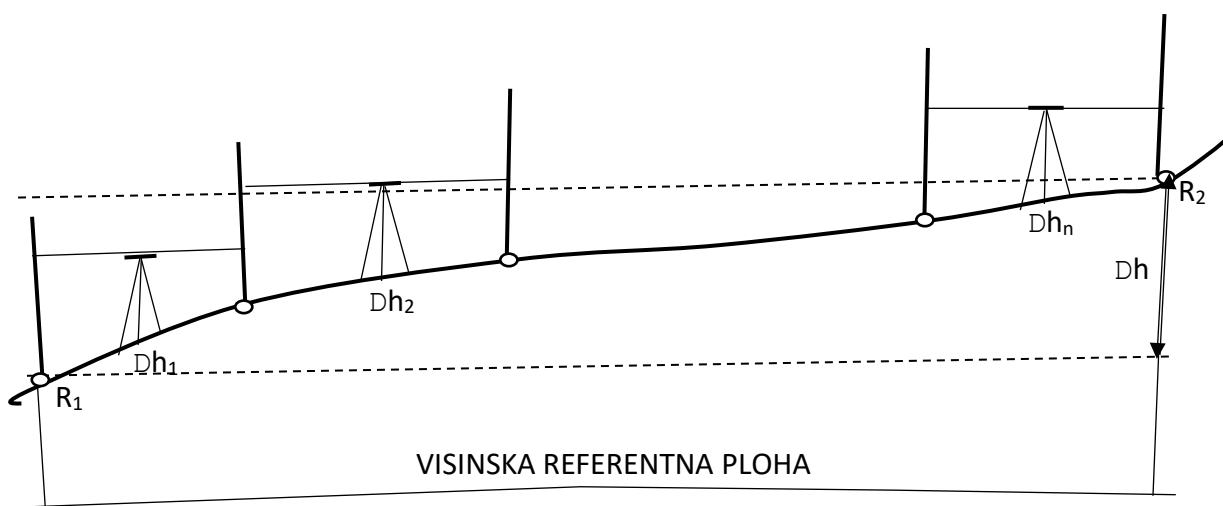
Srednja razina mora tj. ploha geoida definirana srednjom razinom mora na mareografima smještenima u Dubrovniku, Splitu, Bakru, Rovinju i Kopru u epohi 1971.5 određuje se kao referentna ploha za izračun visine u Republici Hrvatskoj. Visinska mreža sačinjena je od repera koji su trajno stabilizirani. Ti reperi drugoga nivelmana visoke točnosti čije su visine definirane u sustavu polja sile teže Zemlje, definiraju se kao osnova visinskog referentnog sustava Republike Hrvatske koji je određen na temelju srednje razine mora te se naziva Hrvatski referentni sustav za epohu 1971.5 tj. skraćenog naziva HVRS71. Visinska izmjera temelji se na polju stalnih visinskih točaka (repera) geometrijskog nivelmana koje su definirane u visinskome sustavu Republike Hrvatske. Dijelovi polja stalnih visinskih točaka nazivaju se nivelmanske mreže. Skup nivelmanskih mreža čini zatvoreni poligon tj. figure.

Nivelman je postupak kojim se određuje visina točaka na Zemljinoj površini s obzirom na izabranu plohu, a može biti generalni i detaljni, a prema metodama mjerenja geometrijski, trigonometrijski, barometrijski i hidrostatički. Prema točnosti generalne nivelmane dijelimo na nivelman visoke točnosti, precizni nivelman I. reda, precizni nivelman II. reda, tehnički nivelman povećane točnosti i tehnički nivelman. Detaljni nivelman služi nam za određivanje visina karakterističnih točaka na Zemljinoj površini i određenih profila. Sukladno tomu razlikujemo nivelman profila i površinski nivelman. Detaljni nivelman priključuje se na zadane točke generalnog nivelmana. Trigonometrijskim nivelmanom trigonometrijski određujemo visine nedostupnih bližih točaka tj. visinsku razliku dvije točke na osnovu izmjerenog vertikalnog kuta i poznatog horizontalnog razmaka koji smo izmjerili između njih. Vizurna točka je nepomična (npr. neki objekt ili njegova visina) te u obzir nije potrebno uzimati refrakciju i zakrivljenost Zemljine površine. Postupak viziranja se vrši sa sve tri niti nitnog križa ako su ugrađene. Vijkom koji služi za fini pomak durbina navedemo željenu nit nitnog križa na mjesto kojem određujemo visinu.



Slika 32 : Princip rada trigonometrijskog nivelmana

Geometrijski nivelman jest postupak koji je poznat iz doba antike, a služi za određivanja visinske razlike s pomoću horizontalne vizure. Horizontalnu vizuru postizemo nivelnirom (temeljni instrument koji se koristi za izmjeru visinskih razlika u geometrijskom nivelmanu) koji se sastoji od durbina s mogućnošću zakretanja oko vertikalne osovine, a kolimaciona os postavljena je u horizontalan položaj automatski ili uz pomoć nivelmanske livele na durbinu. Okretanjem durbina, kolimaciona os durbina definira horizontalnu ravninu kojom se križaju letve, postavljene vertikalno na točkama čiju visinsku razliku treba odrediti. Zbog određivanja visina na području tj. lokaciji koju treba snimiti, reperi se povezuju u nivelmanske vlakove, te se razvijaju nivelmanske mreže za sustavno određivanje visina niza repera.



Slika 33 : Princip rada geometrijskog nivelmana

## ZAKLJUČAK

Razvoj tehnologije u posljednjih 100 godina odvijao se eksponencijalno, te se svijet u tome pogledu razvija i napreduje sve brže i brže iz dana u dan. Očekivanja su da će se taj tempo napretka u budućnosti značajno ubrzati. Paralelno s tehnologijom razvija se i geodezija, a s njom i metode geodetske izmjere. Prije samo dvjestotinjak godina metode izmjere bile su poprilično primitivne i jednostavne te smo za postupak izmjere koristili geodetski stol, a rezultate smo obrađivali dugotrajno i ručno. U 20. stoljeću počinju se koristiti nove grafičke metode kao na primjer fotogrametrija, ali i numeričke metode poput ortogonalne i polarne izmjere. U današnjem vremenu za geodetsku izmjeru koriste se sateliti koji kruže na nekoliko desetaka tisuća kilometara iznad Zemljine površine, a rezultate samih mjerenja dobivamo u roku od nekoliko sekundi i to tako da čovjek tj. ljudski faktor ima jako malu ulogu u tom procesu, odnosno većinu posla obavlja tehnologija. Najviše korištena metoda izmjere u suvremenome svijetu jest GPS tj. globalni pozicijski sustav, koji je razvijen do najsitnijih detalja, međutim još uvijek postoje mane i nedostaci kao što su gubitak GPS signala zbog loših vremenskih uvjeta, položaja ispod krošnje stabla ili unutar zatvorenih prostora... Zbog toga za GPS ne možemo reći da je sustav koji je razvijen do savršenosti. Za očekivati je da će se u bližoj budućnosti razviti neka nova metoda geodetske izmjere zemljišta koja će zamijeniti trenutno najsuvremeniju i najviše korištenu metodu. Cilj geodezije u budućnosti bit će kako izvršiti postupak izmjere što preciznije i u što kraćem vremenu uz što manje troškove samog postupka. Po mojem mišljenju u procesu modernizacije geodezije veliku ulogu imat će i AI (prema engleskom: artificial intelligence, tj. u prijevodu umjetna inteligencija), koja će nam uvelike pomoći u tome da izmjeru izvršimo s velikom preciznošću i u vrlo kratkom vremenu s minimalnim troškovima. Negativna strana tog procesa jest da će tehnologija djelomično preuzeti ulogu čovjeka u procesu izmjere. Međutim bez obzira na tu činjenicu geodete će uvijek biti potreba za kontrolu cijelog postupka i njegovu konačnu potvrdu.

## LITERATURA

Geo; Fotogrametrija, <https://geo-vv.com/nase-usluge/fotogrametrija/>, pristup 05.05.2024.

Hrvatska enciklopedija; Satelitska geodezija, <https://www.enciklopedija.hr/clanak/satelitska-geodezija>, pristup 05.05.2024.

Slaviček, A; Geodezija 4 - Tahimetrija, [https://geoskolazg.weebly.com/uploads/1/8/2/5/18250091/\\_geodezija\\_4\\_tahimetrija.pdf](https://geoskolazg.weebly.com/uploads/1/8/2/5/18250091/_geodezija_4_tahimetrija.pdf), pristup 05.05.2024.

Slaviček, A; Geodezija 4 – Grafička metoda, [https://geoskolazg.weebly.com/uploads/1/8/2/5/18250091/1aslavi%C4%8Dek\\_grafi%C4%8Dka\\_metoda\\_1.pdf](https://geoskolazg.weebly.com/uploads/1/8/2/5/18250091/1aslavi%C4%8Dek_grafi%C4%8Dka_metoda_1.pdf), pristup 07.05.2024.

Šurina, G; Metode izmjere, [https://www.geoskola.hr/~gsurina/metode\\_izmjere.pdf](https://www.geoskola.hr/~gsurina/metode_izmjere.pdf), pristup 07.05.2024.

Državna geodetska uprava; Cropos, <https://dgu.gov.hr/cropos-170/170>, pristup 11.05.2024.

Geospace; Terestrička fotogrametrija, <https://geospace.hr/terestricka-fotogrametrija/>, pristup 11.05.2024.

Hrvatska enciklopedija; Satelitska geodezija, <https://enciklopedija.hr/clanak/satelitska-geodezija>, pristup 17.05.2024.

Šugar, D; Primjena satelitskog pozicioniranja u geodetskoj praksi, [https://www.geoskola.hr/~slavicek/GNSS/DSugar\\_CROPOS\\_2015.pdf](https://www.geoskola.hr/~slavicek/GNSS/DSugar_CROPOS_2015.pdf), pristup 17.05.2024.

Hrvatska enciklopedija; Nivelman, <https://www.enciklopedija.hr/clanak/nivelman>, pristup 20.06.2024.

Marinović, A; Mjerenje kutova, instrumenti za mjerenje kutova, [https://moodle.srce.hr/2021-2022/pluginfile.php/6324562/mod\\_resource/content/1/Mjerenje\\_kuteva\\_teodolit.pdf](https://moodle.srce.hr/2021-2022/pluginfile.php/6324562/mod_resource/content/1/Mjerenje_kuteva_teodolit.pdf), pristup 20.06.2024.

Marinović, A; Mjerenje visina, nivelir, rektifikacija nivelira, [https://moodle.srce.hr/2021-2022/pluginfile.php/6358471/mod\\_resource/content/1/11\\_Mjerenje\\_visina\\_nivelir%20%281%29.pdf](https://moodle.srce.hr/2021-2022/pluginfile.php/6358471/mod_resource/content/1/11_Mjerenje_visina_nivelir%20%281%29.pdf), pristup 22.06.2024.

Marinović, A; Fotogrametrija, terestričko snimanje detalja, [https://moodle.srce.hr/2021-2022/pluginfile.php/6358474/mod\\_resource/content/1/Fotogrametrija\\_terestricko.pdf](https://moodle.srce.hr/2021-2022/pluginfile.php/6358474/mod_resource/content/1/Fotogrametrija_terestricko.pdf), pristup 22.06.2024.

Lapaine, M; GPS, [https://www.kartografija.hr/old\\_hkd/obrazovanje/prirucnici/gpspoc/gpspoc.htm](https://www.kartografija.hr/old_hkd/obrazovanje/prirucnici/gpspoc/gpspoc.htm), pristup 01.09.2024.

Geocentar; GNSS pojmovnik, [https://geocentar.com/wp-content/uploads/pojmovnici/gnss\\_pojmovnik.pdf](https://geocentar.com/wp-content/uploads/pojmovnici/gnss_pojmovnik.pdf), pristup 01.09.2024.

Šurina, G; Nivelman, <https://www.geoskola.hr/~gsurina/Trigonometrijski%20nivelman.pdf>, pristup 01.09.2024.

Državna geodetska uprava; CROPOS, <https://www.cropos.hr/servisi>, pristup 01.09.2024.