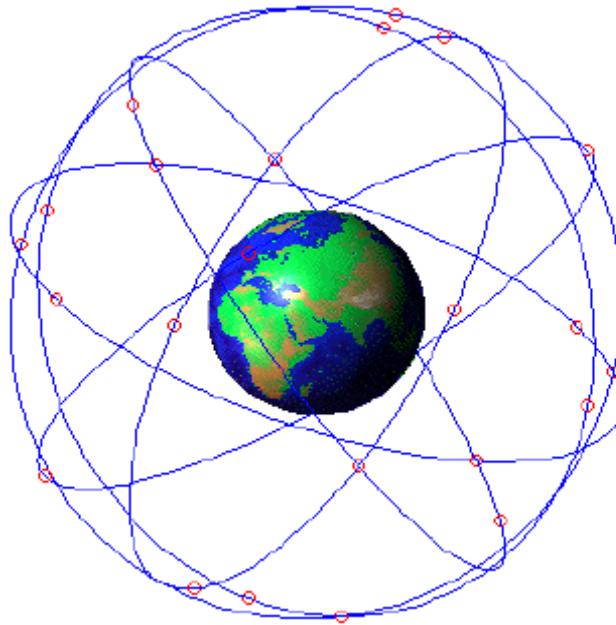


GNSS

(GLOBALNI NAVIGACIJSKI SATELITSKI SUSTAVI)



Današnja satelitska geodezija i pozicioniranje se bazira na velikom broju satelita koji su stalno u orbiti oko Zemlje, a sastoji se od GPS, GLONASS, i drugih satelitskih sustava (GALILEO – europski, KOMPASS – kineski i QZSS – japanski koji su u izgradnji).

To je mreža satelita koja kontinuirano odašilju kodirane informacije, s pomoću kojih je omogućeno precizno određivanje položaja na Zemlji.

GPS je kratica za **Global Positioning System**. GPS se temelji na od 27 do 32 satelita koji stalno kruže oko Zemlje na visini od oko 20 200km, te jednog kontrolnog centra i četiri opažачka centra Ministarstva obrane SAD-a koji upravljaju njihovim radom.

GLONASS je kratica **GLO**bal'naya **NA**vigatsionnaya **S**putnikovaya **S**istema;("**Global Navigation Satellite System**")

GLONASS satelitski navigacijski sustav osnovan od ruske vlade i ruskog ministarstva obrane sastoji se od 21 satelita i 5 kontrolnih centara. Sateliti kruže na visini od oko 19100 km iznad Zemlje.

GALILEO satelitski navigacijski sustav osnovan od EU i ESA (European Space Agency) sastoji se od 30 satelita te jednog kontrolnog i 15-20 opažачkih centara baziran na istoj tehnologiji kao GPS kao neovisan sustav. Oba sustava se međusobno nadopunjuju u preciznosti određivanja položaja na Zemlji i daju sigurnost u daljnjem radu kod eventualnog kvara na jednom od njih. Sateliti kruže na visini od oko 23 600km iznad Zemlje.

GPS

Tri segmenta GPS-a

Sastoji se od **svemirskog segmenta** (sateliti), **kontrolnog segmenta** (zemaljske stanice) i **korisničkog segmenta** (korisnici i njihovi prijamnici).

Svemirski segment GPS-a

Svemirski segment, koji se sastoji od 27 aktivna satelita. Sateliti su u tzv. "srednjoj Zemljinoj orbiti" na oko 20 200 kilometara iznad Zemljine površine. Rad na takvoj visini omogućuje da signali prekriju veće područje. Sateliti su složeni u šest orbitalnih ravnina tako da GPS-prijamnik na Zemlji može uvijek primiti signale s barem četiri od njih.

Svaki satelit emitira radio signale male snage na nekoliko frekvencija (označene su s L1, L2 itd.). Signal putuje kao zraka svjetlosti, što znači da prolazi kroz oblake, staklo i plastiku, ali ne prolazi kroz čvrste objekte kao što su zgrade i planine.

Glavna svrha tih kodiranih signala je da omogući računanje vremena putovanja signala od satelita do GPS-prijamnika na Zemlji. To se vrijeme također naziva vremenom dolaska. **Vrijeme pomnoženo brzinom svjetlosti daje udaljenost od satelita do GPS-prijamnika.**

Kontrolni segment

Kontrolni segment radi što mu ime kaže - "kontrolira" GPS-satelite, odnosno upravlja njima prateći ih i dajući im ispravljene orbitalne i vremenske informacije. Postoji pet kontrolnih stanica širom svijeta - 4 bez ljudi, koje služe za nadgledanje i jedna glavna (upravljačka) kontrolna stanica. Četiri opažačke stanice bez ljudi neprekidno primaju podatke od satelita i šalju ih glavnoj kontrolnoj stanici. Glavna kontrolna stanica "ispravlja" satelitske podatke i šalje ih natrag GPS-satelitima.

Korisnički segment

Korisnički segment sastoji se od svih koji upotrebljavaju GPS i njihovih prijamnika. To znači, da se korisnički segment sastoji od pomoraca, pilota, planinara, lovaca, vojnika i bilo koga drugog tko želi znati gdje se nalazi, gdje je bio ili kuda ide, a upotrebljava GPS-prijamnik.

Princip rada GPS-a

GPS-prijamnik treba znati dvije stvari ako želi odrediti svoj položaj na Zemlji. Mora znati GDJE su sateliti (njihov položaj) i koliko su DALEKO (udaljenost).

Pogledajmo najprije kako GPS-prijamnik zna gdje su u prostoru smješteni sateliti. GPS-prijamnik od satelita prikuplja dvije vrste kodiranih informacija. Jedan tip informacija, podaci iz almanaha (položaj satelita tijekom godine), sadrže približni položaj satelita. Ti se podaci kontinuirano prenose i spremaju u memoriju GPS-prijamnika tako da on zna orbite satelita i gdje bi koji satelit trebao biti. Kako se sateliti miču uokolo, podaci iz almanaha se periodički ažuriraju novim informacijama.

Svaki satelit može putovati malo izvan orbite, pa zemaljska stanica za praćenje prati orbite satelita, njihovu visinu, položaj i brzinu. Zemaljska stanica za praćenje šalje orbitalne informacije glavnoj kontrolnoj stanici, koja šalje satelitima ispravljene podatke. Ti ispravljani i

točni podaci o položajima nazivaju se "efemeride", vrijede do šest sati i šalju se GPS-prijamnicima u obliku kodiranih informacija.

Kad GPS-prijamnik zna precizan položaj satelita u prostoru, još treba znati koliko su oni daleko kako bi mogao odrediti svoj položaj na Zemlji. Postoji jednostavna formula koja kaže prijamniku koliko je pojedini satelit daleko: Udaljenost od satelita jednaka je brzini emitiranog signala pomnoženoj s vremenom koje treba da signal dođe do prijamnika (brzina x vrijeme putovanja = udaljenost).

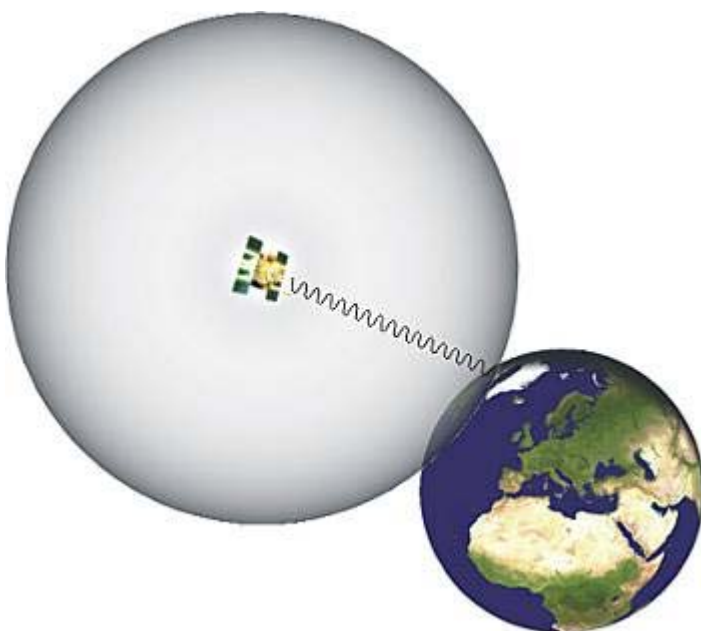
Koristeći osnovnu formulu za određivanje udaljenosti, prijamnik već zna brzinu. To je brzina radio valova - oko 300 000 kilometara u sekundi (brzina svjetlosti), s malim kašnjenjem zbog prolaska signala kroz Zemljinu atmosferu.

GPS-prijamnik treba odrediti vremenski dio formule. Odgovor leži u kodiranom signalu koji satelit odašilje. Emitirani kod naziva se "pseudoslučajni kod" jer slični signalu šuma. Satelit generira pseudoslučajni kod, a GPS-prijamnik generira isti kod i nastoji ga prilagoditi kodu satelita. Prijamnik tada uspoređuje dva koda da bi odredio koliko treba zakasnuti (ili pomaknuti) svoj kod kako bi odgovarao kodu satelita. To vrijeme kašnjenja (pomaka) množi se s brzinom svjetlosti da bi se dobila udaljenost.

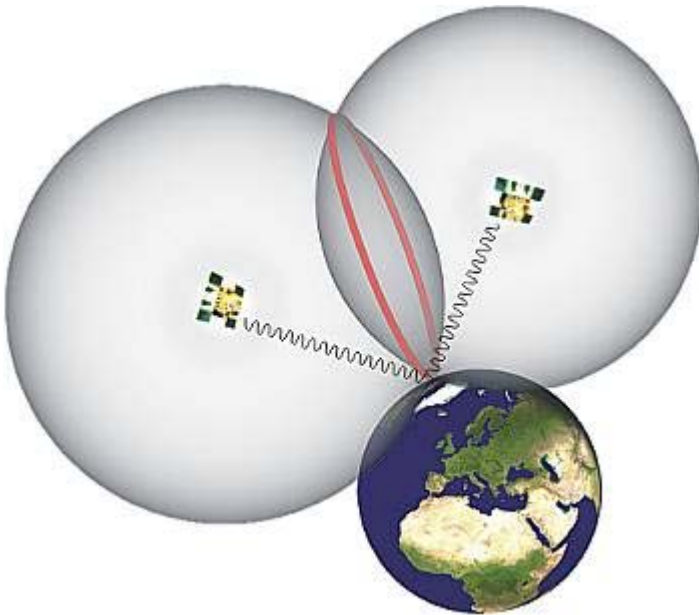
Sat GPS-prijamnika ne mjeri vrijeme tako precizno kao satovi satelita. Stavljanje atomskog sata u prijamnik učinilo bi ga mnogo većim i skupljim. Zato svako određivanje udaljenosti treba još ispraviti za iznos pogreške sata GPS-prijamnika. To je razlog što se određivanjem udaljenosti zapravo dobije "pseudoudaljenost". Da bi se odredio položaj na temelju pseudoudaljenosti, treba pratiti najmanje četiri satelita i uz pomoć računanja ukloniti pogrešku sata GPS-prijamnika.

Sfera, kružnica, točka

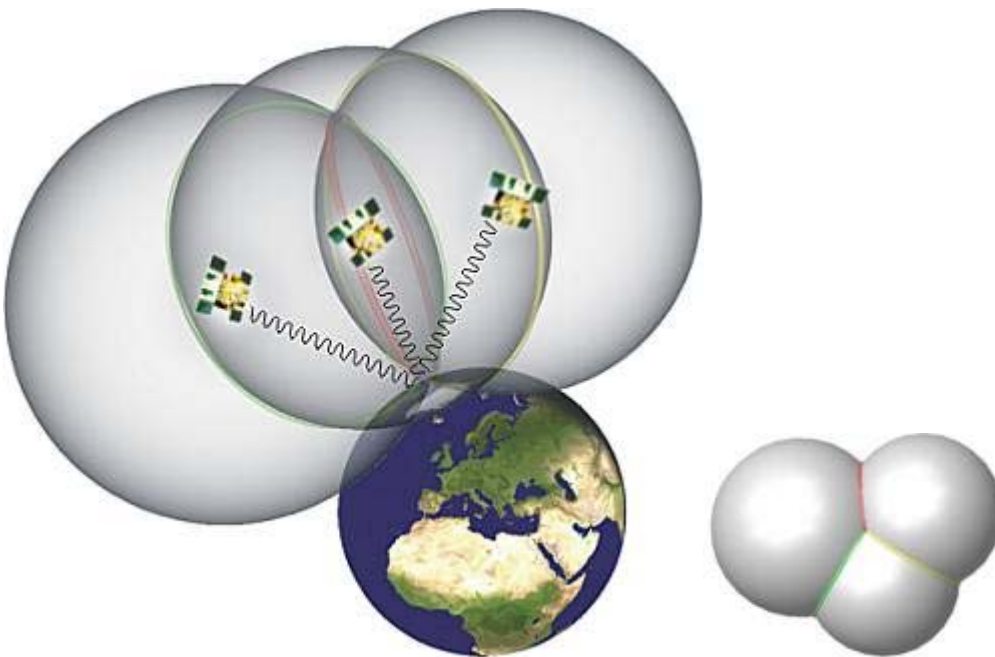
Kad imamo položaje satelita i udaljenosti, prijamnik može odrediti svoj položaj. Pretpostavimo da smo 19 000 kilometara udaljeni od nekog satelita. Naš položaj bit će negdje na zamišljenoj sferi (lopti) kojoj je satelit u središtu i polumjer 19 000 kilometara.



Pretpostavimo nadalje da smo 20 000 kilometara od drugog satelita. Druga sfera siječe prvu u zajedničkoj kružnici.



Ako dodamo treći satelit, na udaljenosti 21 000 kilometara, imat ćemo dvije zajedničke točke u kojima se sijeku sve tri sfere.



Iako su moguća dva položaja, oni se znatno razlikuju po koordinatama. Za odluku o tome koja od dviju zajedničkih točaka daje stvarni položaj, trebat će unijeti približnu visinu u GPS-prijamnik. To će omogućiti prijamniku da izračuna dvodimenzionalni položaj (geografsku širinu i dužinu). Nadalje, uz pomoć četvrtog satelita, prijamnik može odrediti i trodimenzionalni položaj (geografsku širinu, dužinu i visinu). Pretpostavimo da je udaljenost od četvrtog satelita 18 000 kilometara. Sad imamo situaciju da četvrta sfera sječe prve tri u jednoj zajedničkoj točki.

Tehnologija GPS-prijamnika

Većina modernih GPS-prijamnika je višekanalne izrade. Stariji jednokanalni prijamnici bili su popularni, ali u najtežim uvjetima (kao što je npr. gusta šuma) nisu stalno mogli primati signal. Paralelni višekanalni prijamnici imaju obično između 5 i 12 prijamnih krugova, svaki pridružen jednom satelitskom signalu, tako da se može održavati dobru vezu sa svakim satelitom. Višekanalni prijamnici se brzo povezuju sa satelitima kad se prvi put uključe i njihove su mogućnosti velike pri primanju signala čak i u teškim uvjetima, kao što je gusto lišće ili gradski uvjeti s visokim zgradama.

Izvori grešaka

Civilni GPS-prijamnici sadrže pogreške pri određivanju položaja koje su prvenstveno rezultat akumuliranja pogreška iz sljedećih izvora:

Ionosfersko i troposfersko kašnjenje - Satelitski signal usporava kad prolazi kroz atmosferu. Sustav koristi ugrađeni "model" koji računa prosječno, ali ne točno vrijeme kašnjenja.

Višestruki put signala - To se događa kad se GPS-signal reflektira od objekata, kao što su zgrade ili površine velikih stijena prije nego što stigne do prijamnika. To povećava vrijeme putovanja signala tako uzrokujući pogrešku.

Pogreške sata prijamnika - Kako nije praktično imati atomski sat u GPS-prijamniku, ugrađeni sat može imati male pogreške u vremenu.

Orbitalne pogreške - Također poznate kao "pogreške efemerida", netočnosti su u izvještaju o položaju satelita.

Broj vidljivih satelita - Što više satelitskih signala prijamnik može primiti, to je bolja točnost. Zgrade, konfiguracija terena, elektronička interferencija ili npr. gusto lišće mogu blokirati prijem signala, uzrokujući pogreške u položaju, ili pak sasvim onemogućiti određivanje položaja. Što je bolja vidljivost, to je bolji prijem. GPS-prijamnici neće primati signal unutar zgrada, ispod vode ili zemlje.

Geometrija satelita se odnosi na relativan položaj satelita u nekom trenutku. Idealna geometrija satelita postoji kad su sateliti smješteni pod velikim kutem relativno jedan u odnosu na drugi. Nepovoljna geometrija nastaje kad su sateliti smješteni na pravcu ili su tijesno grupirani.

Međutim, točnost se može poboljšati kombiniranjem GPS-prijamnika s diferencijalnim GPS (ili DGPS) prijamnikom, s kojim se mogu reducirati neke od gore navedenih pogrešaka.

Princip rada DGPS-a

Diferencijalni GPS radi tako da se GPS-prijamnik (naziva se referentnom stanicom) stavi na poznati položaj. Budući da referentna stanica zna svoj točan položaj, može odrediti pogreške u satelitskim signalima. Ona to radi mjerenjem udaljenosti do svakog satelita koristeći dolazne signale i uspoređujući te mjerene udaljenosti sa udaljenostima izračunanim iz poznatih položaja. Razlika između mjerene i izračunate udaljenosti za svaki vidljivi satelit postaje "diferencijalna korekcija". Diferencijalna korekcija za svaki praćeni satelit se oblikuje u odgovarajuću korektivnu poruku i šalje DGPS-prijamnicima. Te se diferencijalne korekcije primjenjuju u računanjima GPS-prijamnika, uklanjajući mnoge od uobičajenih pogrešaka i

povećavajući točnost. Razina postignute točnosti ovisi o GPS-prijamniku, posebno o njegovoj blizini toj stanici. Prijamnik referentne stanice određuje komponente pogreške i daje korekcije GPS-prijamniku u stvarnom (realnom) vremenu. Korekcije se mogu prenositi preko radio uređaja, preko satelita, ili mobilnim telefonom.

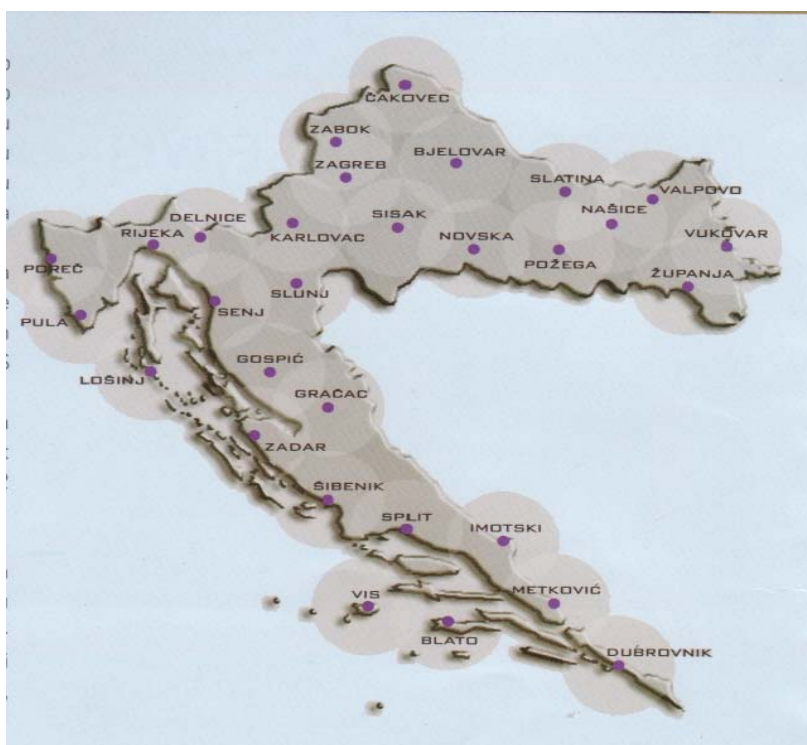
BAČIĆ, BOSILJEVAC, MARJANOVIĆ

CROPOS – (CROatian POsitioning System)

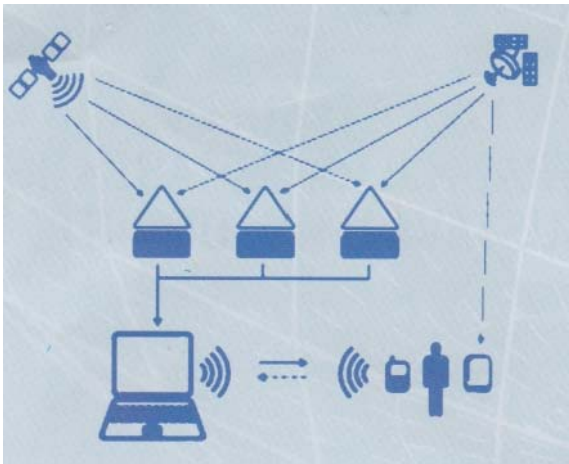
CROPOS je državna mreža referentnih GNSS - stanica (Global Navigation Satellite System) RH. Servis CROPOS će svojim korisnicima omogućiti određivanje položaja u tzv. realnom vremenu s točnošću boljom od +/- 2 cm na čitavom području Republike Hrvatske.

Servis CROPOS druga je, pored katastra.hr, u potpunosti digitalizirana usluga DGU, namijenjena korisnicima i dostupna na cijelom teritoriju Republike Hrvatske. CROPOS je namijenjen svim subjektima geodetsko katastarskog sustava Republike Hrvatske, tijelima državne uprave i lokalne samouprave te javnim sustavima i gospodarskim subjektima RH, ali i nautičarima, planinarima, izletnicima.

CROPOS sustav sastoji se od 30 referentnih GNSS-stanica na međusobnoj udaljenosti od 70 km raspoređenih tako da pokrivaju cijelo područje Republike Hrvatske. Umreženi sustav referentnih GNSS-stanica omogućuje kontinuirana GNSS mjerenja koja se računski obrađuju u kontrolnom centru, a dobiveni konačni rezultati dostavljaju se korisnicima na terenu putem mobilnog interneta (GPRS=General Packet Radio Service /GSM=Global System for Mobile communication).



Shematski prikaz sustava



Izgled referentnih antena



Korisnicima su na raspolaganju tri vrste usluga koje se međusobno razlikuju po metodi rješenja, načinu prijenosa podataka, točnosti i formatu podataka.

To su:

DSP - diferencijalni servis pozicioniranja u realnom vremenu - točnosti 0,5 m namijenjen za primjenu u geoinformacijskim sustavima, navigaciji, upravljanju prometom, zaštiti okoliša, poljoprivredi i šumarstvu.

VPPS - visokoprecizni pozicijski servis pozicioniranja u realnom vremenu - centimetarske točnosti - namijenjen za primjenu u državnoj izmjeri, katastru, inženjerskoj geodeziji, izmjeri državne granice, aerofotogrametriji, hidrologiji.

GPPS - geodetski precizni servis pozicioniranja - subcentimetarske točnosti, namijenjen za primjenu uspostave osnovnih geodetskih mreža te znanstvena i geodinamička istraživanja.