

## Satelitski sistemi globalne navigacije

Satelitski sistemi globalne navigacije, GNSS (*Global Positioning Satellite System*) je satelitski navigacioni sistem<sup>1</sup> koji ima globalno pokrivanje i služi tačnom određivanju položaja neke tačke (ili položaja u odnosu na neku tačku) na Zemljinoj kugli.

Od decembra 2016. postoje 3 funkcionalna GNSS-a i to:

- **Global Positioning System (GPS)** – vlasnik **SAD**,
- **GLONASS** – vlasnik **Rusija**,
- **Galileo** – vlasnik **Evropska unija**, predviđen da do 2020. bude u potpunosti funkcionalan.

Dodatno:

- **BeiDou-2** GNSS – vlasnik **Kina**, razvija se iz regionalnog BeiDou Navigation Satellite System sistema, planira se da do 2020. bude u potpunosti funkcionalan,
- **Indija, Francuska i Japan** su u procesu razvoja svopstvenih regionalnih satelitskih Sistema.

### GPS

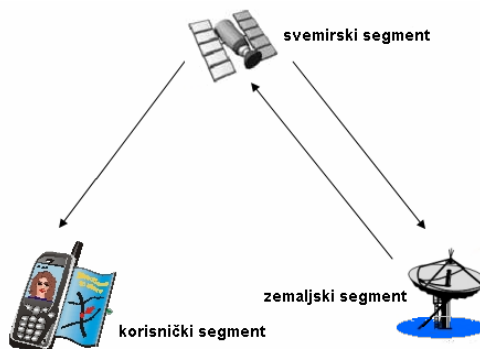
Tvorac ideje i realizacije bilo je ministarstvo odbrane Sjedinjenih američkih država. 1978. godine je lansiran prvi od 24 satelita. Poslednji satelit postavljen je u orbitu 26. juna 1993. godine, čime je kompletiran satelitski prsten oko naše planete, koji se sastoji od šest slojeva po četiri satelita, tako da je na bilo kojoj tački na svetu moguće videti najmanje 4, a maksimalno 12 satelita.

### Arhitektura GPS Sistema

GPS sistem se sastoji od tri komponente:

- Kosmička (svemirska ili prostorna) komponenta
- Zemaljska (kontrolna) komponenta
- Korisnička komponenta

Sateliti emituju kodiranu informaciju o trenutnom položaju i vremenu emitovanja. Pozicija satelita se određuje na osnovu merenja na kontrolnim stanicama i prenosi na satelite.



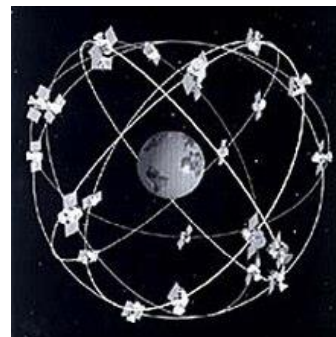
<sup>1</sup> Satelitski navigacioni sistem je sistem koji koristi satelite za autonomno geo-prostorno pozicioniranje.

Na osnovu vremena primljenog signala na prijemu korisnika, određuje se udaljenost od prijemnika do satelita. Na osnovu rastojanja od satelita i pozicije satelita, određuje se pozicija do satelita.

### Kosmički segment

Kosmički segment čine 24 satelita pozicionirana u MEO orbiti<sup>2</sup>, na visini 26560 km.

- Sateliti su raspoređeni u 6 orbitalnih ravni, sa po 4 satelita u svakoj orbitalnoj ravni, inlinacija<sup>3</sup> orbitalnih ravni je 55°, sa međusobnim razmakom 60° po geografskoj dužini.
- Perioda svakog satelita je 12 h, tako da se jedan satelit nalazi na istoj poziciji dva puta u toku dana.
- Povećanje konfiguracije na 27, pa na 30 satelita (sa inicijalnom funkcijom rezerve u orbiti).
- U cilju obezbeđivanja tačne frekvencije i vremena emitovanja signala, sateliti su opremljeni sa **po dva cezijumska i dva rubidijumska časovnika**.



**Uslov preciznog određivanja pozicije – istovremeni prijem signala sa 4 satelita.**

Satelitska konstelacija je tako konfigurisana da u bilo kom trenutku vremena i na bilo kom mestu na Zemlji, obezbeđuje u vidnom polju korisnika minimalno 4 satelita.

### Zemaljski segment

- Zemaljsku komponentu čini 5 kontrolnih monitoring stanica (koje se nalaze na ostrvima Asunsion, Dijego Garsija, Havaji, Kvajlein i u Kolorado Springsu, i glavna kontrolna stanica nalazi u vazduhoplovnoj bazi Šrajver (bivša baza Falcon) u Koloradu
- Glavna kontrolna stanica obavlja praćenje i monitoring funkcija satelita, potrebne proračune i snabdevanje satelita potrebnim podacima
- Glavna kontrolna stanica na osnovu podataka dobijenih od monitoring stanica vrši proračune za određivanje satelitskih efemrida i korekciju grešaka atomskih satelitskih časovnika i formira satelitsku navigacionu poruku – **almanah**
- Podatak o poziciji GPS satelita (ephemeris) i parametri sistemskog vremena se:
  - šalju ka GPS satelitima
  - koriste za formiranje navigacione poruke, koju će satelit emitovati ka krajnjim korisnicima

### Korisnički segment

- Korisnički segment obuhvata sve korisnike informacija (fizička lica ili sredstva koje poseduju GPS prijemnik) koje sistem obezbeđuje
- Korisnički segment čine dve celine: **uređaji razvijani za vojne namene i uređaji razvijani za civilnu (komercijalnu) upotrebu**

---

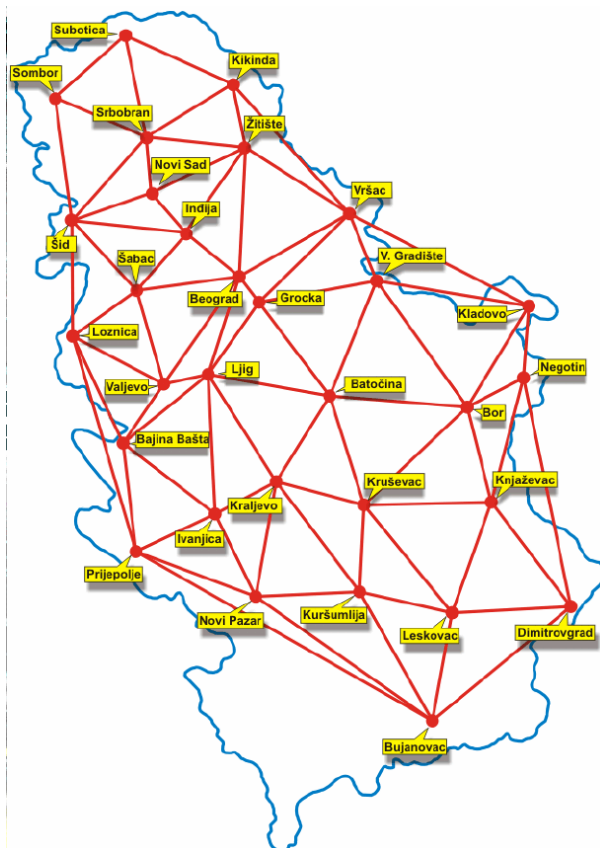
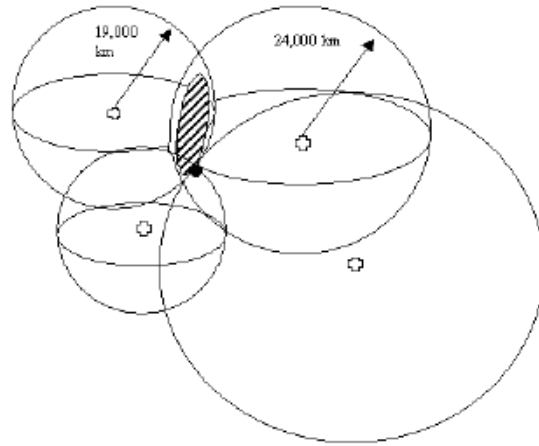
<sup>2</sup> Srednja Zemljina orbita ili MEO (iz engl. Medium Earth orbit), je Zemljina orbita koja se nalazi između niske Zemljine orbite koja se završava na 2000 km i geostacionarne Zemljine orbite koja počinje na 35.786 km.

<sup>3</sup> nagnute pod uglom od 55° u odnosu na ekvatorijalnu ravan

- Principi rada uređaja iz obe grupe su isti, s tim što se uređaji razlikuju po tehničkoj realizaciji, stepenu tačnosti podataka i ceni
- Uređaji za vojne namene su precizniji, imaju integrisane sisteme za zaštitu podataka, što ih takođe čini i skupljim

Korisnički segment čine **GPS antena i prijemnik**, specifično dizajniran za prijem, dekodovanje i procesiranje koda za merenje rastojanja i navigacione poruke, koji su sadržani u satelitskom GPS signalu

Svaki od GPS satelita emituje signale sa različitim kodovima za merenje rastojanja (ranging codes). Kod za merenje rastojanja koristi se za **merenje vremena prostiranja signala od satelita do korisnika**, na osnovu čega prijemnik vrši procenu rastojanja satelit-korisnik.



Mreža permanentnih GPS stanica na teritoriji Srbije

Ovaj princip rada podrazumeva da su časovnici na svim satelitima, kao i na prijemniku potpuno sinhronizovani, da bi se vremenski razmak između poznate sekvence signala sa satelita i na prijemniku tačno izmerio. Na satelitima se nalaze atomski časovnici, veoma precizni i skupi. Međutim, prijemnik ima daleko manje precizan časovnik, kristalni oscilator. Nedostatak preciznosti se rešava oslanjanjem na merenje udaljenosti od četvrtog satelita. Sat na prijemniku uvodi istu vremensku i prostornu grešku kada

proračunava udaljenost od sva četiri satelita. Može se izračunati za koliko treba korigovati sat da bi se četiri sfere sekale u jednoj istoj tački. Na taj način se sat na prijemniku neprekidno koriguje. Jedna od primena GPS-a je veoma precizno računanje vremena i sinhronizacija časovnika.

**Geografske koordinate prijemnika se proračunavaju bazirano na Svetskom geodetskom sistemu, WGS84.**