



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO I GEODEZIJU  
GRAĐEVINARSTVO



## GEODEZIJA

### Globalni navigacioni satelitski sistemi, greške merenja, geodetske mreže

Doc. dr Mehmed Batilović, mast. inž. geodez.

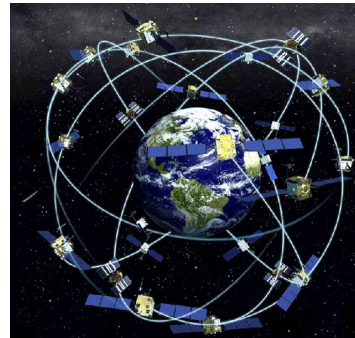
Novi Sad, 2023/2024

1

## Globalni navigacioni satelitski sistemi

---

- Globalni navigacioni satelitski sistemi (*Global Navigation Satellite System* – GNSS) – navigacioni sistemi koji kao referentne tačke koriste veštačke Zemljine satelite.
- GNSS sistemi omogućavaju određivanje pozicije na površi Zemlje i iznad nje na osnovu prijema signala sa navigacionih satelita.

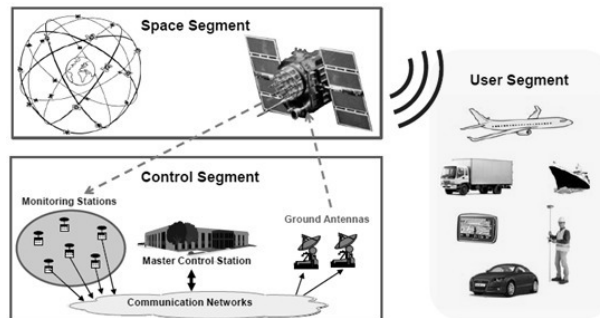


2

## Globalni navigacioni satelitski sistemi

### ➤ Arhitektura GNSS sistema:

- kosmički segment;
- kontrolni segment;
- korisnički segment.



3

## Globalni navigacioni satelitski sistemi

- *Navigation Satellite with Time and Ranging Global Positioning System (NAVSTAR GPS)*, razvijen u Sjedinjenim Američkim Državama.
- *ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система – ГЛОНАСС (GLONASS)*, razvijen u Rusiji.
- GALILEO sistem – razvijen od strane Evropske unije, još uvek nije potpuno operativan.
- COMPASS (BeiDou-2) je GNSS koji razvija Narodna Republika Kina.

4

## NAVSTAR GPS

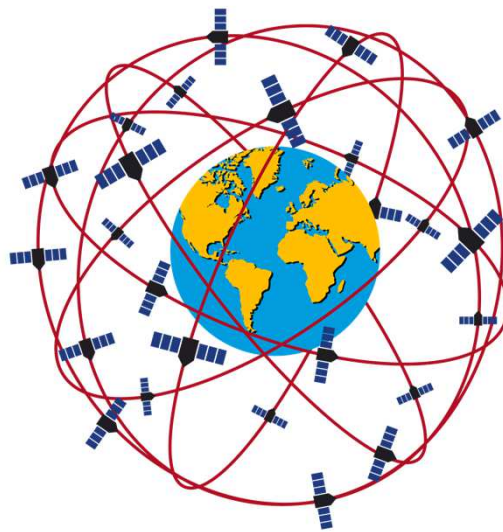
---

- NAVSTAR GPS, skraćeno GPS, razvijen je u periodu od 1973. do 1995. godine.
- Kosmički segment sistema čine sateliti raspoređeni u šest orbitalnih ravni na visini od oko 20200 km.
- Sateliti obiđu Zemlju za oko 12 časova.
- Orbitalne ravne sa ekvatorijalnom ravni grade ugao od  $55^\circ$ .
- U svakoj orbitalnoj ravni postavljena su po četiri satelita.
- Broj aktivnih satelita danas je uvek veći od 24.

5

## Konstelacija GPS satelita

---



6

## GPS sateliti

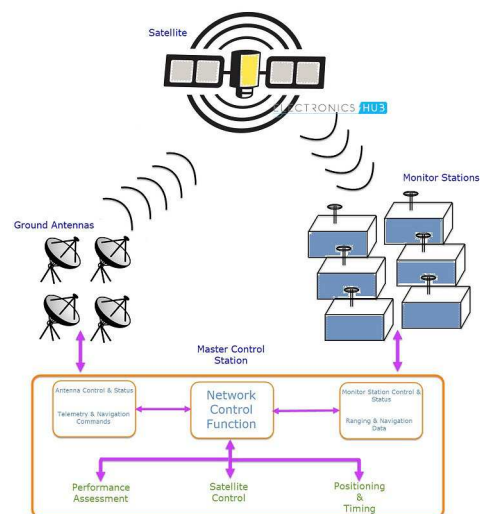
- Postoji više generacija satelita: Blok I, Blok II, Blok IIA, Blok IIR, Blok IIR-M, Blok IIF i Blok III.



7

## Kontrolni segment GPS sistema

- Kontrolni segment sastoji se od glavne kontrolne stanice, stanica za monitoring i zemaljskih antena.
- Kontrolni segment vrši praćenje i korekcije putanja satelita, praćenje stanja podsistema na satelitima i ažuriranje navigacione poruke.



8

## Kontrolni segment GPS sistema



9

## Korisnički segment GPS sistema

➤ GNSS prijemnik na Zemlji, koji na osnovu prijema signala sa najmanje 4 satelita određuje svoju poziciju.



10

## GLONASS

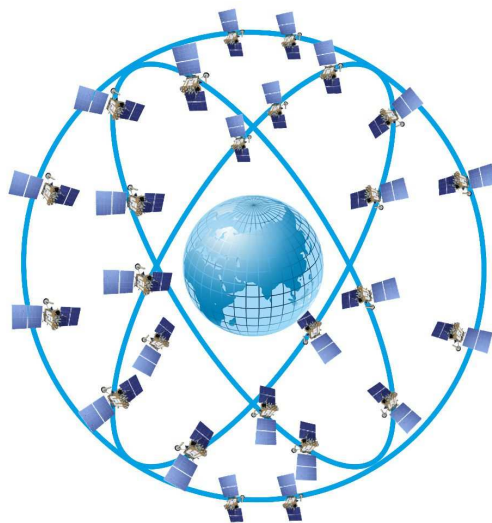
---

- GLONASS sistem je razvijen u periodu od 1979. do 1995. godine.
- Kosmički segment – 24 satelita na visini od oko 19.100km, raspoređena u tri orbitalne ravne.
- Orbitalne ravne sa ekvatorijalnom ravni zaklapaju ugao od  $64,8^\circ$ .
- Kontrolni segment čini jedan kontrolni centar i pet stanica za praćenje.

11

## Konstelacija GLONASS satelita

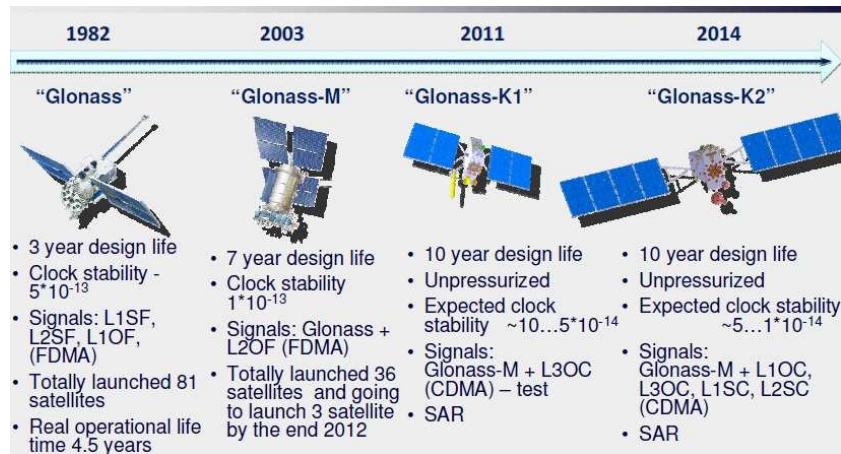
---



12

## GLONASS sateliti

➤ Postoji više generacija GLONASS satelita.



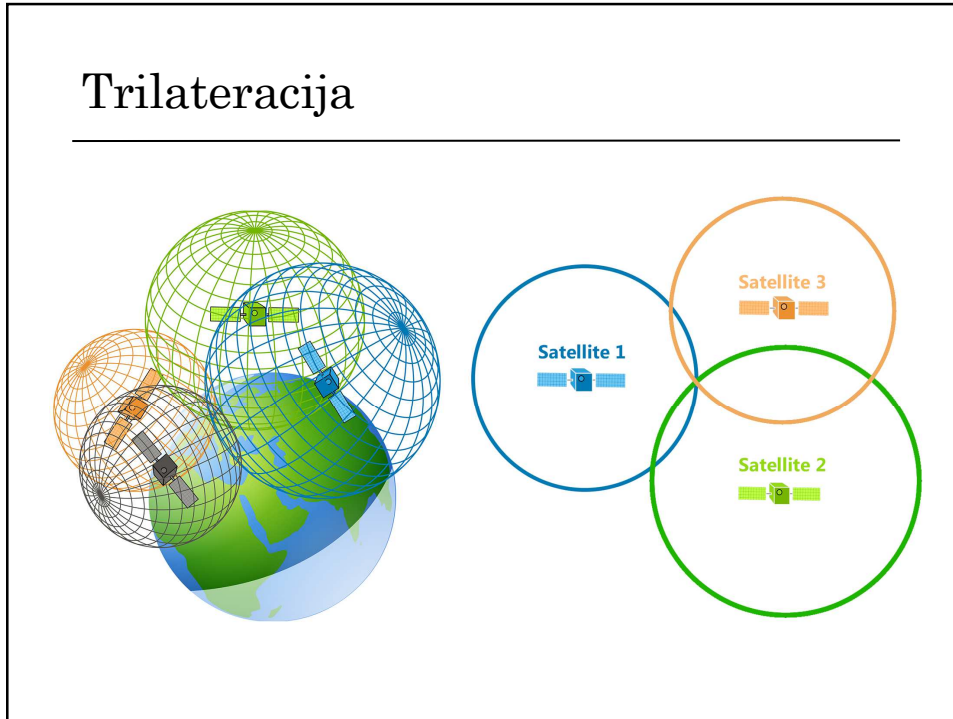
13

## Princip funkcionisanja GNSS-a

- Osnovna ideja određivanja položaja tačke na Zemlji na osnovu merenja rastojanja do satelita zasniva se na trilateracionoj metodi.
- Pozicija GNSS prijemnika određuje se na osnovu merenja dužina do tri ili više satelita.
- Sateliti emituju kodirane navigacione poruke koje sadrže:
  - tačnu poziciju satelita u vreme emitovanja poruke;
  - tačno vreme emitovanja poruke.
- Dužina od satelita do prijemnika računa se na osnovu vremena potrebnog da navigaciona poruka stigne od satelita do prijemnika.

14

## Trilateracija



15

## Određivanje pozicije prijemnika

➤ Rastojanje od prijemnika do  $i$ -tog satelita:

$$R_i = \sqrt{(x_i - X)^2 + (y_i - Y)^2 + (z_i - Z)^2},$$

$$R_i^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 + x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 - 2x_iX - 2y_iY - 2z_iZ,$$

gde su  $x_i, y_i, z_i$  koordinate satelita (poznate), a  $X, Y$  i  $Z$  koordinate prijemnika (nepoznate).

➤ Na osnovu prethodnog izraza formira se sistem jednačina:

$$R_1^2 - (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2) - r^2 = -2x_1X - 2y_1Y - 2z_1Z,$$

$$R_2^2 - (x_2^2 + y_2^2 + z_2^2) - r^2 = -2x_2X - 2y_2Y - 2z_2Z,$$

$$R_3^2 - (x_3^2 + y_3^2 + z_3^2) - r^2 = -2x_3X - 2y_3Y - 2z_3Z,$$

gde je  $r$  poluprečnik Zemlje.

16



## Određivanje pozicije prijemnika

---

- Navedeni princip podrazumeva da su časovnici u svim satelitima i GNSS prijemnicima u potpunosti sinhronizovani.
- Sateliti su opremljeni veoma preciznim atomskim časovnicima, dok su GNSS prijemnici opremljeni časovnicima na bazi kristalnih oscilatora znatno manje preciznosti.
- Iz tog razloga svi vremenski intervali u trenutku merenja su opterećeni sistematskom greškom.
- Budući da časovnik u prijemniku ima istu vremensku grešku prilikom merenja rastojanja do svih vidljivih satelita, uvodi se još jedno dodatno merenje do četvrtog satelita.
- Vremenska greška časovnika prijemnika predstavlja nepoznatu veličinu.

17

## Određivanje pozicije prijemnika

---

- Ukoliko se uzme u obzir odstupanje časovnika  $\Delta t$ , dobija se sledeći sistem jednačina:

$$R_1^2 - (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2) - r^2 = c \cdot \Delta t - 2x_1X - 2y_1Y - 2z_1Z,$$

$$R_2^2 - (x_2^2 + y_2^2 + z_2^2) - r^2 = c \cdot \Delta t - 2x_2X - 2y_2Y - 2z_2Z,$$

$$R_3^2 - (x_3^2 + y_3^2 + z_3^2) - r^2 = c \cdot \Delta t - 2x_3X - 2y_3Y - 2z_3Z,$$

$$R_4^2 - (x_4^2 + y_4^2 + z_4^2) - r^2 = c \cdot \Delta t - 2x_4X - 2y_4Y - 2z_4Z,$$

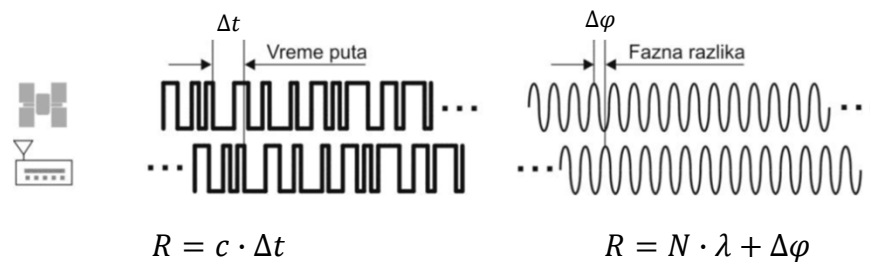
gde je  $c$  brzina prostiranja talasa.

- Navedeni model koristi određen broj aproksimacija pa se iz tog razloga ne koristi u praksi.
- Prijem signala sa većeg broja satelita smanjuje grešku određivanja pozicije.

18

## Princip merenja rastojanja od prijemnika do satelita

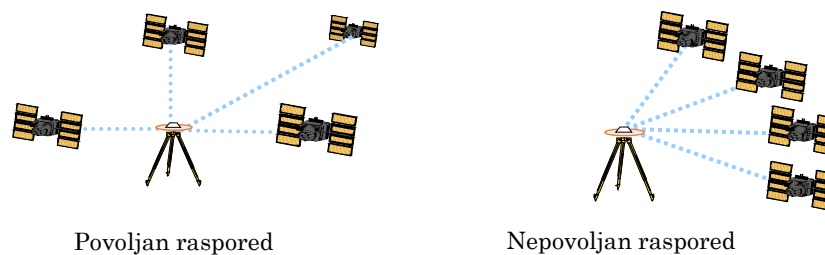
- GNSS prijemnik generiše kopiju signala i vremenski je pomera u odnosu na originalni signal koji prima sa satelita.
- Metode merenja rastojanja od satelita do prijemnika:
  - kodna merenja;
  - fazna merenja.



19

## Položajni raspored satelita

- Za veću tačnost određivanja pozicije GNSS prijemnika potrebno je da raspored satelita bude ravnomeran.
- Položajni raspored satelita se prati preko PDOP (*Position Dillution of Precision*), koji treba da bude što manji.



20

## Metode pozicioniranja

- Pod pozicioniranjem se podrazumeva određivanje prostornih položaja stacionarnih ili mobilnih objekata.
- Principijelno postoje dve vrste pozicioniranja:
  - apsolutno pozicioniranje ili pozicioniranje tačke;
  - relativno (diferencijalno) pozicioniranje.
- U slučaju apsolutnog pozicioniranja položaj se određuje u globalnom elipsoidnom koordinatnom sistemu koji je vezan za Zemlju, dok se kod relativnog pozicioniranja položaj određuje u odnosu na neku tačku, koja je usvojena za početak lokalnog koordinatnog sistema.

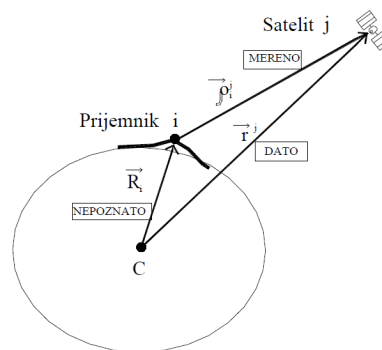
21

## Apsolutno pozicioniranje

- Osnovni princip pozicioniranja baziran je na jednostavnom geometrijskom principu određivanja nepoznatog vektora položaja tačke  $i$  ( $\mathbf{R}_i$ ), na osnovu poznatog vektora položaja satelita  $j$  ( $\mathbf{r}^j$ ) i merenog vektora položaja satelita u odnosu na tačku  $i$  ( $\boldsymbol{\rho}_i^j$ ):

$$\mathbf{R}_i = \mathbf{r}^j - \boldsymbol{\rho}_i^j.$$

- Zbog veoma niske tačnosti apsolutno pozicioniranja ne nalazi primenu u geodeziji.

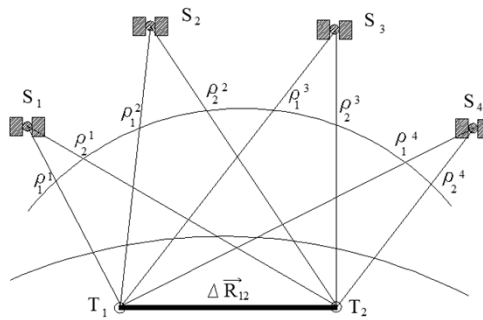


22

## Relativno pozicioniranje

- U relativnom pozicioniranju neophodna su najmanje dva GNSS prijemnika, a pozicioniranje jedne tačke se vrši u odnosu na drugu tačku:

$$\Delta \mathbf{R}_{12} = \mathbf{R}_2 - \mathbf{R}_1 = (\mathbf{r}^j - \boldsymbol{\rho}_2^j) - (\mathbf{r}^j - \boldsymbol{\rho}_1^j) = \boldsymbol{\rho}_2^j - \boldsymbol{\rho}_1^j.$$



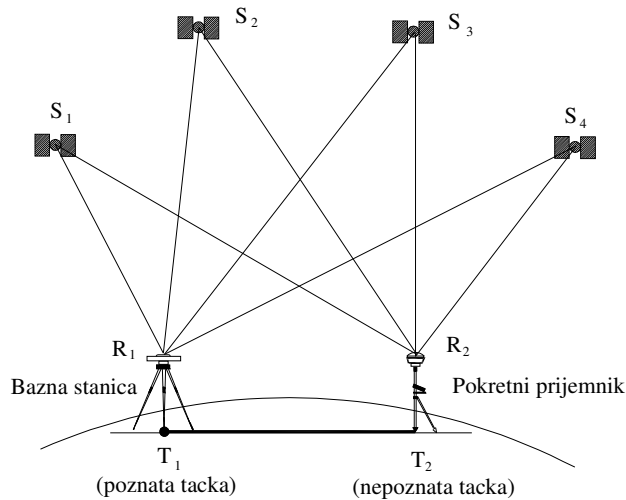
23

## Relativno pozicioniranje

- Zavisno od načina na koji su mereni vektori  $\boldsymbol{\rho}_1^j$  i  $\boldsymbol{\rho}_2^j$  primenjuju se:
- statičke metode pozicioniranja – primenjuju se kada je objekat koji se pozicionira statičan;
  - kinematičke metode pozicioniranja – primenjuju se kada je prijemnik montiran na neko vozilo ili se premešta sa tačke na tačku.
- Metoda relativnog statičkog pozicioniranja je bazirana na određivanju prostornog vektora između dva prijemnika koji su postavljeni na dve stanice.
- Metode relativnog kinematičkog pozicioniranja zasnivaju se na određivanju prostornog vektora između stacionarnog i pokretnog prijemnika.

24

## Relativno kinematičko pozicioniranje



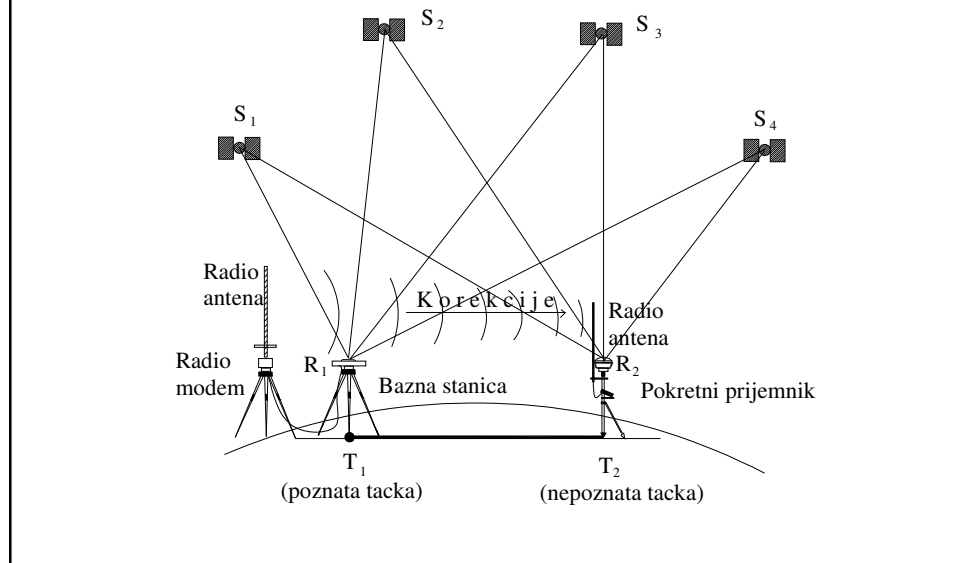
25

## Relativno kinematičko pozicioniranje

- Pokretni prijemnik se postavlja na tačke čije je koordinate potrebno odrediti.
- Stacionarni prijemnik se proglašava baznim prijemnikom dok pokretni prijemnik ima ulogu rovera.
- Bazni prijemnik ostaje nepomičan tokom merenja, dok se rover pomera od tačke do tačke.
- Vreme zadržavanja na svakoj tački se kreće od nekoliko sekundi do nekoliko minuta.
- Postoje dve metode relativnog kinematičkog pozicioniranja:
  - relativno kinematičko pozicioniranje sa naknadnom obradom (*Post Processed Kinematic – PPK*);
  - relativno kinematičko pozicioniranje u realnom vremenu (*Real Time Kinematic – RTK*).

26

## Relativno kinematičko pozicioniranje u realnom vremenu



27

## Relativno kinematičko pozicioniranje u realnom vremenu

- Da bi se omogućilo pozicioniranje u realnom vremenu neophodan je radio modem ili radio stanica sa antenom na baznoj stanici i radio antena na pokretnom prijemniku.
- Prijemnik na baznoj stanici prima signale sa satelita i na osnovu registrovanih podataka računa koordinate tačke, uporedi sračunate koordinate sa datim koordinatama, sračuna razlike koordinata i računa korekcije za otklanjanje greške.
- Pokretni prijemnici pored prijema signala sa satelita, povezani su sa baznom stanicom koja im putem radio veze distribuira korekcije.
- Koordinate tačaka dobijaju se neposredno na terenu, u realnom vremenu.

28

## Ocena tačnosti izvršenih merenja

---

- U postupku merenja neke veličine potrebno je ne samo da se odredi ta veličina, već i da se utvrdi tačnost sa kojom je određena.
- Ocena tačnosti merenja vrši se obradom rezultata merenja i računanjem različitih parametara koji karakterišu tačnost izvršenog merenja.
- Kriterijum za ocenu tačnosti merenja jeste greška, koja se pojavljuje kao neminovni pratilac svih merenja.
- Opšte je poznato da kada se izvrše merenja određene veličine dobijeni rezultati neće biti tačni i međusobno se neće podudarati, što je posledica grešaka merenja.

29

## Greške merenja

---

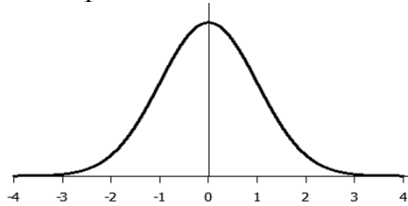
- Prema karakteru nastanka greške merenja mogu se podeliti na:
  - slučajne ili neizbežne greške;
  - sistematske ili jednoznačne greške;
  - grube greške.

30

## Slučajne greške merenja

---

- Slučajne greške merenja pokoravaju se normalnoj raspodelu.



- Veća verovatnoća pojave manjih grešaka nego većih.
- Ista verovatnoća pojave pozitivnih i negativnih grešaka.
- Verovatnoća pojave velikih grešaka teži nuli.

- Uzorci pojave slučajnih grešaka su: nesavršenstvo instrumenata, operater, spoljni uslovi i slično.
- Otklanjanje slučajnih grešaka merenja vrši se višestrukim merenjem iste veličine i uzimanjem aritmetičke sredine za konačnu vrednost, izbor uslova pri merenju.

31

## Sistematske greške merenja

---

- Sistematske greške merenja deluju uvek u istom smeru na rezultat merenja, ali je nekada taj smer nepoznat.
- Primeri sistematskih grešaka meranja: duža pantljika od deklarisanе, nehorizontalna vizura kod nivelira i slično.
- Uzroci nastanka sistematskih grešaka merenja su: nesavršenstvo pribora i instrumenata za merenje, operater, spoljni uslovi i slično.
- Otklanjanje sistematskih grešaka:
- rektifikacija instrumenata;
  - uvođenje popravke;
  - izbor metode merenja;
  - izbor spoljnjih uslova za merenje.

32



## Grube greške merenja

---

- Grube greške merenja je relativnog lako uočiti jer „odskaku“ od ostalih rezultata merenja.
- Uzrok nastanka grubih grešaka je isključivo ljudski faktor (permutacija cifara, pogrešno očitavanje, nedovoljna obučenost).
- Grube greške se otklanjaju ponovnim merenjem uz veću koncentraciju ili bolju obučenost operatera.
- Do danas su razvijene brojne metode za detekciju grubih grešaka u merenjima.

33

## Ocena grešaka

---

- Istinita greška merenja definiše se kao:

$$\mu_i = A - l_i,$$

gde je  $A$  istinita vrednost, a  $l_i$  rezultat merenja.

- Najverovatnija greška merenja definiše se kao:

$$\delta_i = L - l_i,$$

gde je  $L$  najverovatnija vrednost, a  $l_i$  rezultat merenja.

- Srednja kvadratna greška, koja predstavlja meru tačnosti, određuje se na sledeći način:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum(A - l_i)^2}{n}}, \quad m = \pm \sqrt{\frac{\sum(L - l_i)^2}{n - 1}}. \quad n - \text{ broj merenja}$$

34

## Aritmetička sredina

---

➤ Pošto u većini slučajeva, prilikom merenja neke veličine, nije poznata istinita vrednost, na osnovu izvršenih merenja određuje se najverovatnija vrednost kao aritmetička sredina.

➤ Aritmetička sredina:

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n l_i.$$

➤ Opšta aritmetička sredina:

$$L = \frac{p_1 \cdot l_1 + p_2 \cdot l_2 + \dots + p_n \cdot l_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}.$$

35

## Svojstva aritmetičke sredine

---

➤ Zbir odstupanja od aritmetičke sredine je jednak nuli:

$$\sum \delta_i = \sum L - l_i = 0, \quad L = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n l_i$$

$$\delta_1 = L - l_1,$$

$$\delta_2 = L - l_2,$$

...

$$\delta_n = L - l_n,$$

$$\sum_{i=1}^n \delta_i = n \cdot L - \sum_{i=1}^n l_i = n \cdot \left( \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n l_i \right) - \sum_{i=1}^n l_i = 0.$$

36

## Svojstva aritmetičke sredine

---

➤ Zbir kvadrata odstupanja od aritmetičke sredine teži nuli:

$$\sum \delta_i^2 = \sum (L - l_i)^2 = \min,$$

$$F(L) = (L - l_1)^2 + (L - l_2)^2 + \dots + (L - l_n)^2,$$

$$\frac{\partial F(L)}{\partial L} = 0,$$

$$2(L - l_1) + 2(L - l_2) + \dots + 2(L - l_n) = 0,$$

$$n \cdot L - \sum_{i=1}^n l_i = 0 \Rightarrow L = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n l_i.$$

37

## Greške funkcije merenih veličina

---

➤ U geodeziji se veoma često pojavljuje potreba za određivanjem srednje kvadratne greške  $m_y$  neke funkcije  $y$  koja je u nelinearnoj vezi sa merenim veličinama  $l_1, l_2, \dots, l_n$  koje su određene sa srednjim greškama  $m_{l_1}, m_{l_2}, \dots, m_{l_n}$ .

$$y = F(l_1, l_2, \dots, l_n)$$

$$m_y = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial l_1}\right)^2 \cdot m_{l_1}^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial l_2}\right)^2 \cdot m_{l_2}^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial l_n}\right)^2 \cdot m_{l_n}^2}$$

38

## Greške funkcije merenih veličina

---

### ➤ PRIMER

Oceniti tačnost određivanja površine pravougaone parcele čije su stranice  $a = 100 \text{ m}$  i  $b = 10 \text{ m}$  merene sa tačnošću  $m_a = m_b = 1 \text{ cm}$ .

$$P = a \cdot b, \quad \left(\frac{\partial P}{\partial a}\right) = f_a = b, \quad \left(\frac{\partial P}{\partial b}\right) = f_b = a,$$

$$\sigma_P^2 = f_a^2 \cdot m_a^2 + f_b^2 \cdot m_b^2,$$

$$\sigma_P^2 = (10 \text{ m})^2 \cdot (0.01 \text{ m})^2 + (100 \text{ m})^2 \cdot (0.01 \text{ m})^2,$$

$$\sigma_P^2 = 1.01 \text{ m}^4 \Rightarrow \sigma_P = 1.00 \text{ m}^2.$$

39

## Geodetske mreže – baza premera

---

### ➤ Položajno određivanje:

- trigonometrijska mreža;
- poligonska mreža;
- linijska mreža.

### ➤ Visinsko određivanje:

- nivelmanska mreža.

### ➤ Prostorno određivanje:

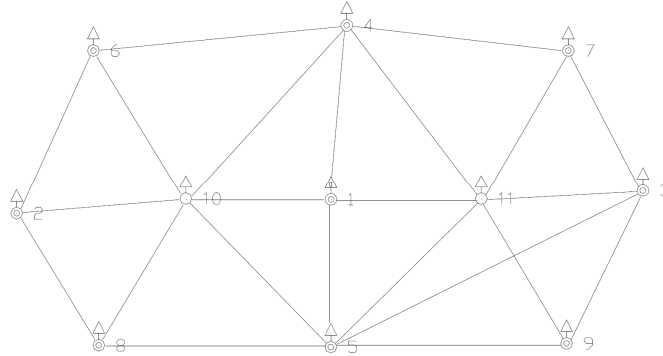
- državna referenta mreža Srbije (SREF);
- aktivna geodetska referentna osnova Srbije (AGROS).

40

## Trigonometrijska mreža

---

- Trigonometrijska mreža – skup tačaka na fizičkoj površi Zemlje postavljenih po izvesnim pravilima tako da predstavljaju temena trouglova koji se jedan na drugi nadovezuju i na taj način čine određenu geometrijsku osnovu.



41

## Trigonometrijska mreža

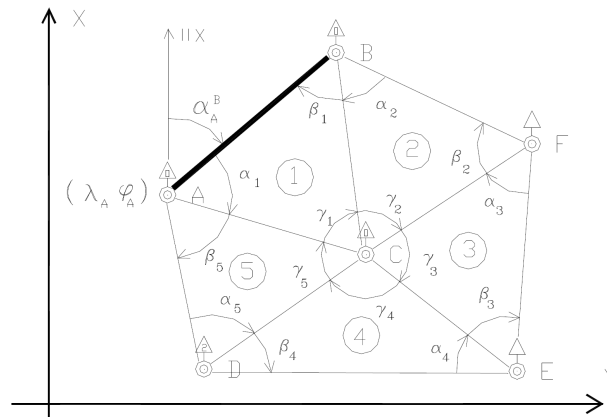
---

- Triangulacija – skup svih terenskih i kancelarijskih radova koji se obavljaju u cilju određivanja pozicija trigonometrijskih tačaka.
- Osnovna ideja triangulacije (Willebrand Snellius 1615.), proistekla je iz težnje da se trigonometrijske tačke određuju isključivo na osnovu uglovnih merenja.
- Navedeni koncept imao je široku primenu u praksi i bio je osnovni geodetski metod za stvaranje geodetske osnove na većim područjima.
- U vreme nastanka ovog koncepta bilo je teško i komplikovano sa zadovoljavajućom tačnošću meriti dužine.

42

## Trigonometrijska mreža

- Osnovni parametri trigonometrijske mreže su: oblik, razmera i pozicija.



43

## Trigonometrijska mreža

- Oblik trigonometrijske mreže definisan je na osnovu uglovnih merenja.
- Razmera trigonometrijske mreže definisana je poznatom dužinom jedne trigonometrijske strane, odnosno jednim rastojanjem između dve trigonometrijske tačke.
- Primenom sinusne teoreme mogu se izračunati dužine ostalih trigonometrijskih strana.
- U trigonometrijskoj mreži se dužine mere izuzetno, na pogodnim mestima i one se zovu trigonometrijske osnove.

44

## Trigonometrijska mreža

---

- Pozicija mreže je određena koordinatama početne trigonometrijske tačke i geodetskim azimutom jedne trigonometrijske strane (određuju se astronomskim merenjima).
- Koordinate ostalih tačaka se određuju na osnovu merenih uglova u mreži.
- Radi smanjenja gomilanja grešaka, postavlja se više astronomski određenih tačaka i više osnovica.

45

## Trigonometrijska mreža

---

- U sadašnjem trenutku postoje instrumenti za dovoljno precizno merenje dužina trigonometrijskih strana, tako da prethodno opisani koncept nije neophodan.
- Danas se trigonometrijska mreža može razvijati kao:
  - triangulacija – određivanje koordinata trigonometrijskih tačaka merenjem uglova u trigonometrijskoj mreži;
  - trilateracija – određivanje koordinata trigonometrijskih tačaka merenjem dužina u trigonometrijskoj mreži;
  - kombinacija triangulacije i trilateracije.

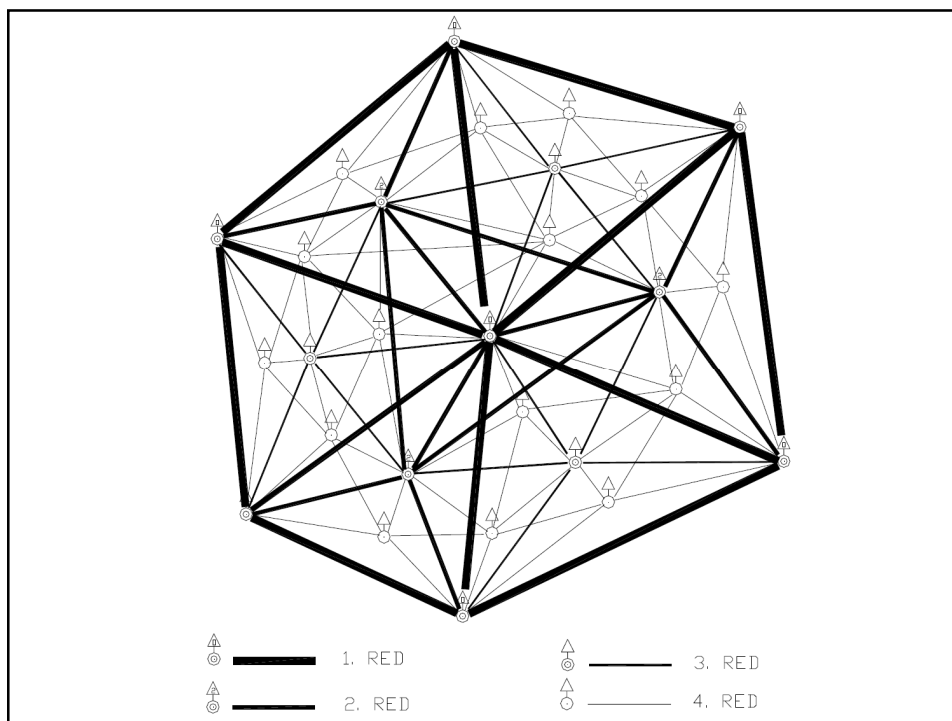
46

## Klasifikacije trigonometrijske mreže

➤ Kako bi se nagomilavanje neminovnih grešaka koje nastaju u procesu merenja, osnovna trigonometrijska mreža, razvija se po opšte poznatom principu “od većeg ka manjem”, gde se polazi od radova većeg obima i veće tačnosti ka radovima manjeg obima i manje tačnosti.

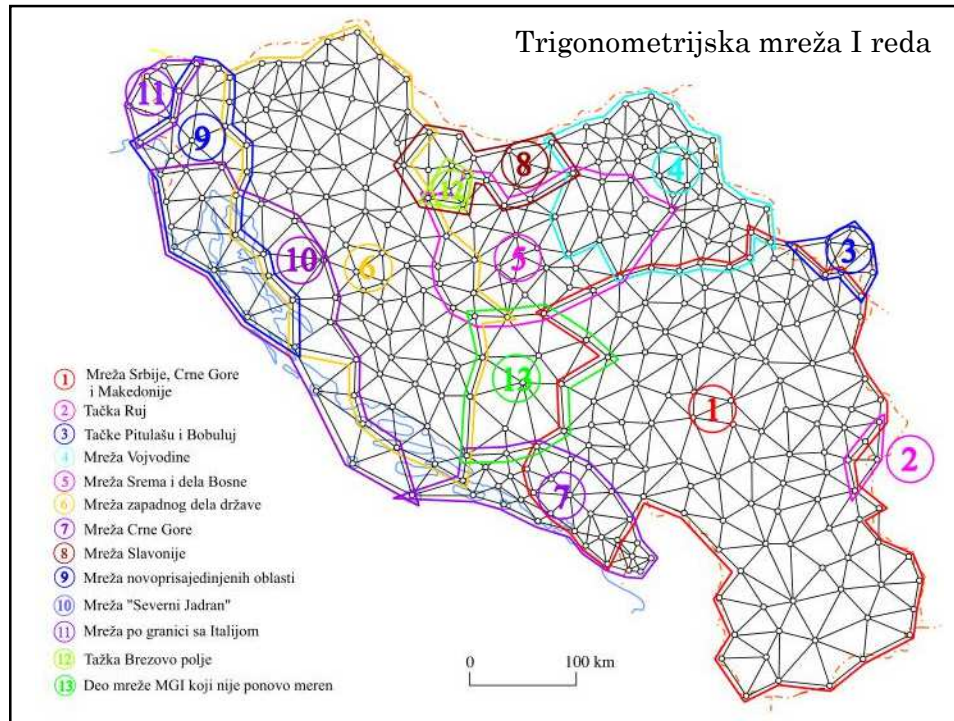
Red mreže	Dužina strane
I red	preko 20 km
II red – osnovni	15–25 km
II red – popunjavajući	9–18 km
III red – osnovni	5–13 km
III red – popunjavajući	3–7 km
IV red	1–4 km

47



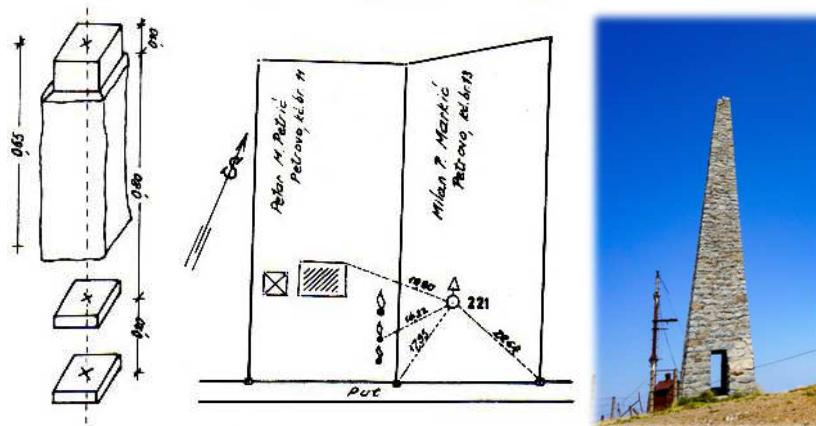
48





49

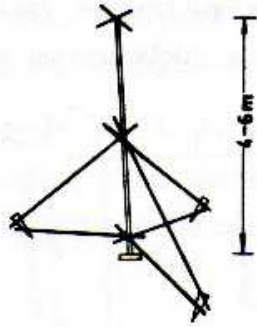
## Stabilizacija trigonometrijskih tačaka



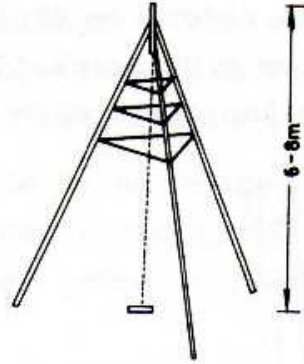
50

## Signalizacija trigonometrijskih tačaka

---



Švajcarski signal



Piramida

51

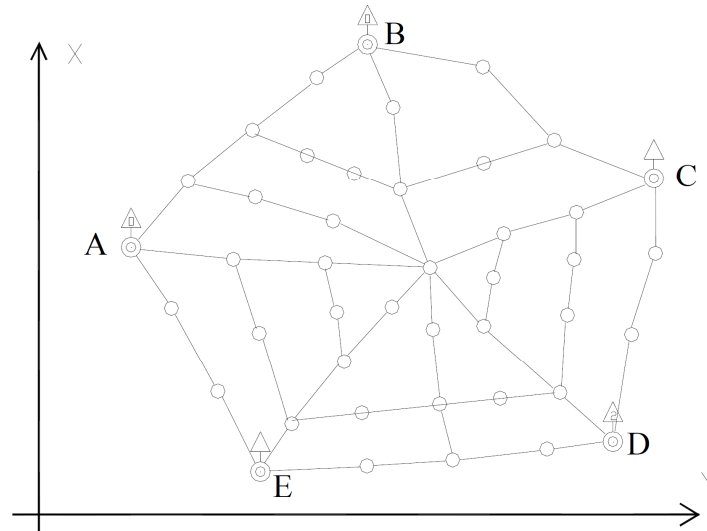
## Poligonska mreža

---

- Poligonska mreža se razvija da bi se pogustila trigonometrijska mreže na području radi detaljnog premera terena.
- Niz tačaka u poligonu povezanih merenjima uglova i dužina naziva se poligonski vlak.
- Poligonski vlak je vezan za trigonometrijske tačke ili poligonske tačke višeg reda (koordinate ovih tačaka su date veličine).
- Poligonska mreža – skup međusobno povezanih poligonskih vlakova.

52

## Poligonska mreža



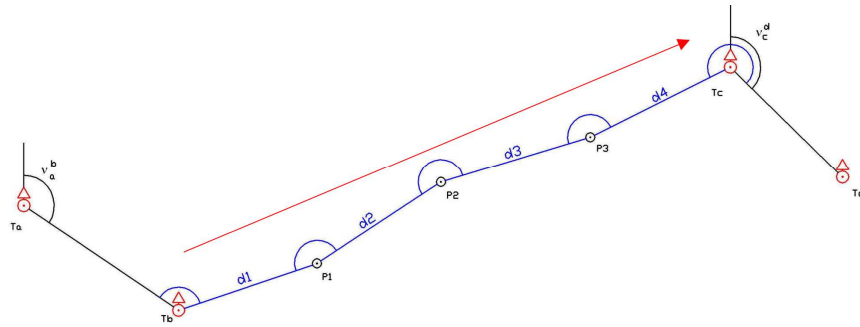
53

## Poligonska mreža

- Postoje tri vrste poligonskih vlakova:
  - umetnuti poligonski vlak;
  - zatvoreni poligonski vlak;
  - slepi poligonski vlak.
- Poligonska strana – duž koja se dobija spajanjem poligonskih tačaka.
- Vezni ugao – ugao koji prva poligonska strana obrazuje sa datom trigonometrijskom stranom, odnosno poslednja poligonska strana u vlak u datom poligonskom stranom.
- Prelomni ugao – ugao koje zaklapaju dve uzastopne poligonske strane.

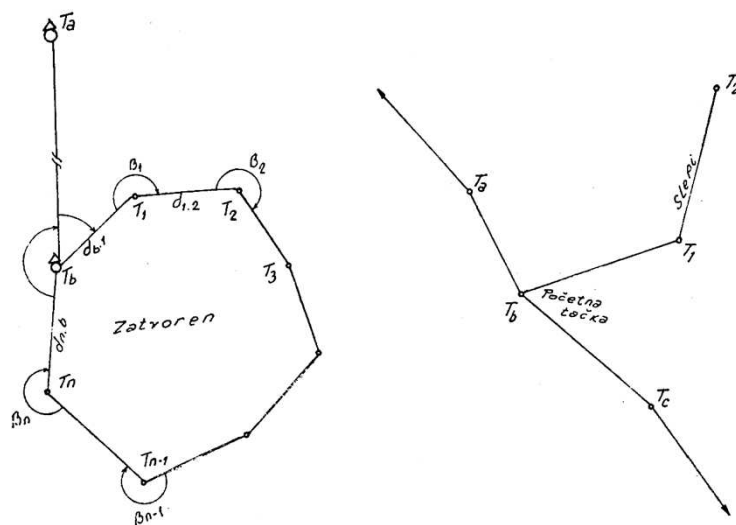
54

## Umetnuti poligonski vlak



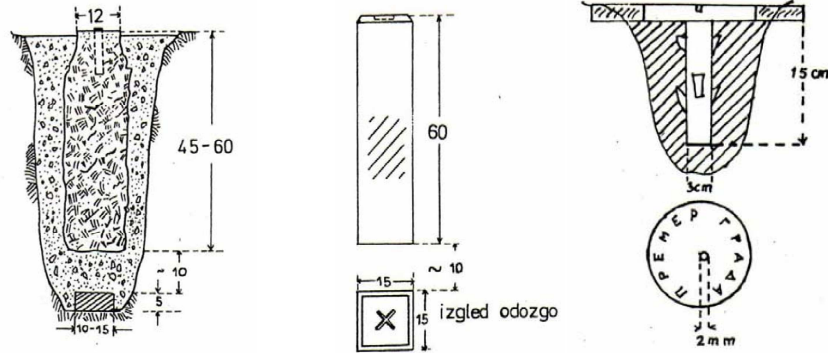
55

## Zatvoreni i slepi poligonski vlak



56

## Stabilizacija poligonskih tačaka



Kamena belega

Armirano-betonska belega

Metalna belega

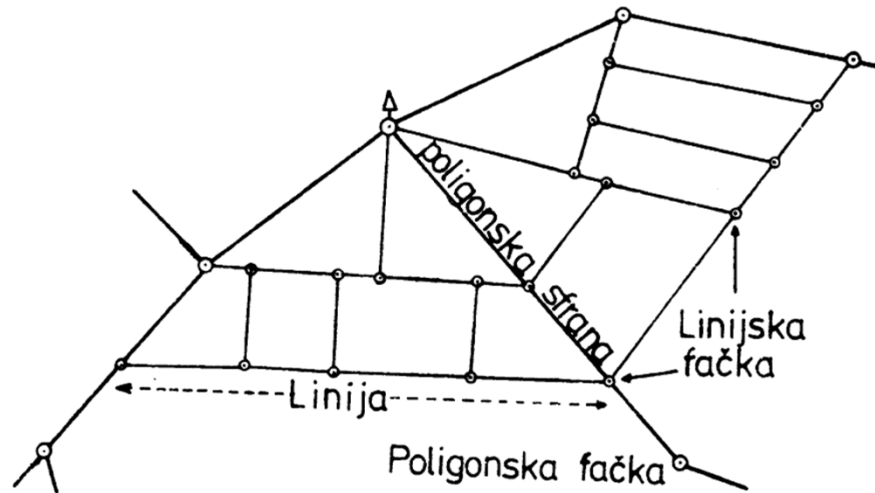
57

## Linijaska mreža

- Poligonska mreža nema dovoljnu gustinu koja je potrebna za potpuno snimanje terena u:
  - gusto naseljenim mestima;
  - uzidanim blokovima;
  - uzanim i krivudavim ulicama.
- Zato se postavlja linijska mreža kao neposredna osnova za snimanje detalja.
- Linijska mreža se oslanja na: poligonsku mrežu, trigonometrijsku mrežu i postojeću linijsku mrežu.
- U linijskoj mreži se mere samo dužine, a tačke se postavljaju po pravcima linija, pa se zato nazivaju linijske tačke.

58

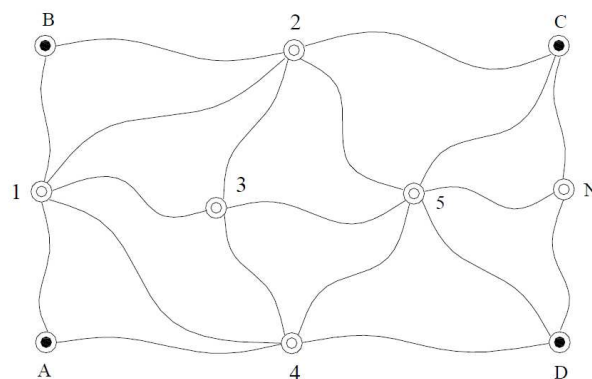
## Linijska mreža



59

## Nivelmanska mreža

- Skup tačaka na fizičkoj površi Zemlje međusobno povezanih merenjima visinskih razlika geometrijskog nivelmana naziva se nivelmanska mreža.



60

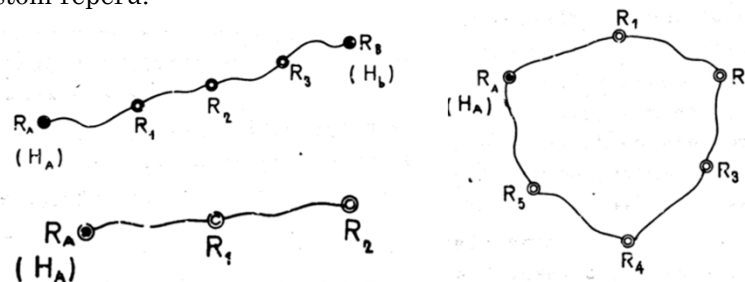
## Nivelmanska mreža

- Nivelmansku mreže čine:
  - geodetske tačke ili reperi;
  - visinske razlike geometrijskog nivelmana.
- Nivelmanski vlak – niz repera međusobno povezanih merenjem visinskih razlika.
- Nivelmanska strana – rastojanje između dva repera po kojem je izvršeno merenje visinske razlike.
- Postoje tri vrste nivelmanskih vlakova:
  - umetnuti nivelmanski vlak;
  - zatvoreni nivelmanski vlak;
  - slepi nivelmanski vlak.

61

## Nivelmanska mreža

- Umetnuti nivelmanski vlak – vlak koji se na oba kraja oslanja na date reperi.
- Slepi nivelmanski vlak – vlak koji se samo jednim krajem oslanja na dati reper.
- Zatvoreni nivelmanski vlak – vlak koji počinje i završava se na istom reperu.



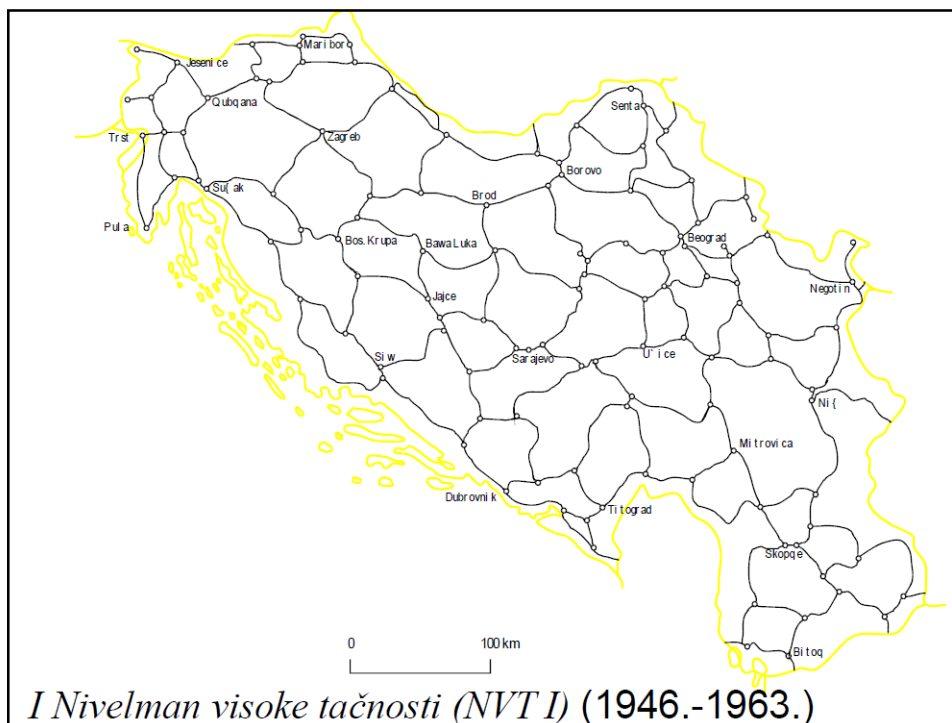
62

## Nivelmanska mreža

➤ Više povezanih nivelmanskih vlakova i zatvorenih poligona čine nivelmansku mrežu.

Vrsta nivelmana	Tačnost nivelanja	Dužina strane
1. Nivelman visoke tačnosti	1 mm/km	7 - 8 km
2. Precizni nivelman	2 mm/km	4 km
3. Tehnički nivelman povećane tačnosti	5 mm/km	2 km
4. Tehnički nivelman	8 mm/km	1 km

63



64



## AGROS mreža

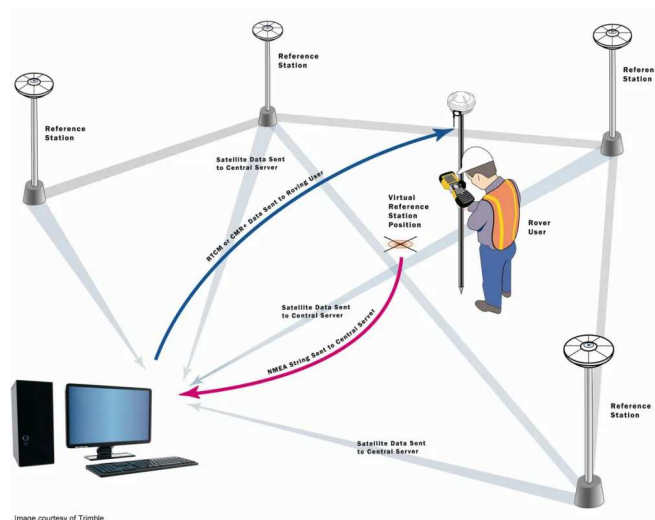
- Mreža permanentnih stanica koja pokriva teritoriju Srbije.
- AGROS mreža emituje RTK korekcije za precizno pozicioniranje GNSS prijemnika.
- Permanentne stanice su raspoređene na prosečnom međusobnom rastojanju od 70 km.
- AGROS mreža bazirana je na VRS (*Virtual Reference Station*) konceptu.



65

## AGROS mreža

### VRS (*Virtual Reference Station*) koncept



66



PITANJA?