



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA GRAĐEVINARSTVO I GEODEZIJU
GRAĐEVINARSTVO



GEODEZIJA

Geodetski radovi u inženjerstvu

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

Novi Sad, 2023/2024

1

Geodezija i građevinarstvo

- Geodezija je korišćena kod izgradnje drevnih objekata, poput piramida, hramova, svetionik, tunela i slično.
- Ovakvi objekti svedoče o veoma visokom nivou radova na obeležavanju i trasiranju u tom vremenu.
- Eruptivan razvoj inženjersko-geodetskih radova vezuje se za industrijsku revoluciju.
- Znatno veći obim putarskog građevinarstva, izgradnja tunela, brana, plovnih kanala i drugih složenih objekata, zahteva izvođenje geodetskih radova na sve većem nivou.
- U cilju razvoja adekvatnih rešenja, formirana je posebna oblast geodezije koja se naziva inženjerska geodezija.

2

Inženjerska geodezija

- Inženjerska geodezija predstavlja deo geodetske delatnosti koji je usko povezan sa inženjersko-tehničkim oblastima:
 - građevinarstvo i arhitektura;
 - mašinstvo i brodogradnja;
 - rudarstvo i energetika;
 - poljoprivreda i šumarstvo.
- Izgradnja železnica, puteva, aerodroma, mostova, tunela.
- Izgradnja fabričkih hala sa postrojenjima, tornjeva.
- Izgradnja brana, dalekovoda, gasovoda.

3

Geodetski radovi u inženjerstvu

- Cilj inženjerskih radova kod izgradnje objekata je njihovo prostorno lociranje (pozicioniranje) i obezbeđivanje da geometrija izgrađenog objekta bude saglasna projektovanoj u granicama tolerancija građenja i montaže.
- Za uspešno projektovanje, kvalitetnu izgradnju i efikasnu eksploataciju objekata pored građevinskih i drugih radova neophodno je da se izvrše raznovrsni geodetski radovi.
- U cilju uspešnog prostornog lociranja objekta, geodetski stručnjaci projektovane objekte aproksimiraju geometrijskim elementima kao što su: tačka, prava linija, kriva linija i slično.
- Osim aproksimacije, radi se i analitička razrada geometrije objekta, odnosno računanje koordinata svih karakterističnih tačaka objekta, koje u potpunosti reprezentuju taj objekat.

4

Vrste geodetskih radova u inženjerstvu

- Geodetska mreža objekta.
- Prikupljanje podataka o zemljišnim oblicima i objektima i izrada geodetskih podloga za projektovanje.
- Eksproprijacija zemljišta za potrebe izgradnje objekta.
- Obeležavanje (projektovane) geometrije objekta.
- Geodetska kontrola geometrije objekta.
- Geodetsko osmatranje objekta.
- Oblikovanje građevinskog zemljišta projektovanim površima.
- Organizacija geodetskih radova.
- Geodetsko snimanje izvedenog stanja objekta.

5

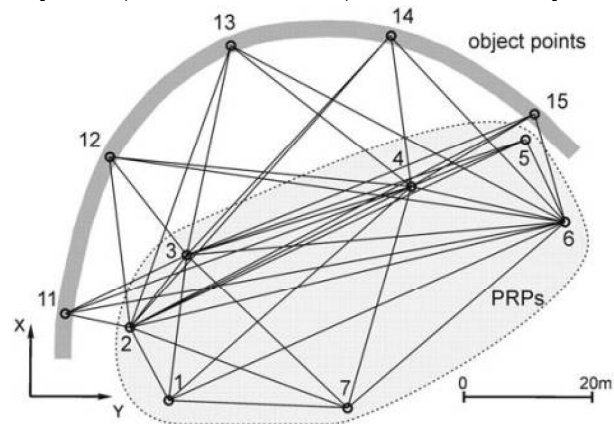
Geodetske mreže objekata

- Geodetska mreža – neophodna osnova u mnogim geodetskim zadacima.
- Geodetska mreža se definiše kao geometrijska konfiguracija tri ili više tačaka na površi Zemlje povezanih geodetskim merenjima.
- Državne geodetske mreže svojom lokacijom i načinom stabilizacije tačaka, kao ni tačnošću položaja tačaka mreže ne zadovoljavaju potrebe geodetskih radova u inženjerstvu.
- Geodetske mreže objekata projektuju se i realizuju za potrebe geodetskih radova u inženjerstvu.

6

Geodetske mreže objekata

- Geodetska mreža objekta sastoji se od geodetskih tačaka izvan objekta (referenta mreža) i tačaka na objektu.



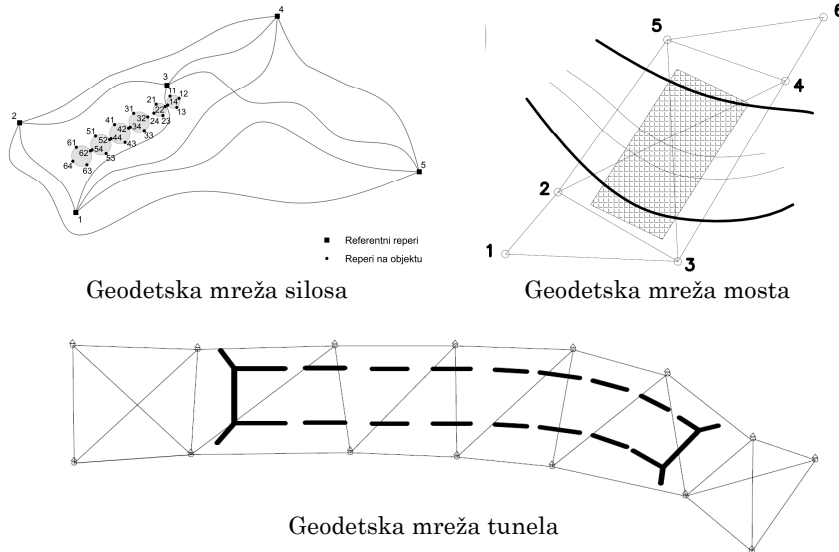
7

Geodetske mreže objekata

- Geodetska mreža objekta prvenstveno služi da:
- definiše matematičku osnovu za prostorno lociranje objekata;
 - omogući obeležavanje karakterističnih tačaka, linija i površina građevinskih objekata;
 - omogući kontrolu geometrije u toku gradnje;
 - omogući osmatranje objekata (mreža se proširuje tačkama van zona očekivanih deformacija i tačkama na objektu čije pomeranje karakteriše pomeranje objekata i tla na kojima se one nalaze).

8

Primeri geodetskih mreža za različite vrste inženjerskih objekata



9

Geodetske podloge za projektovanje

- Geodetska podloga – polazna tačka u postupku projektovanja i izgradnje građevinskih objekata.
- Geodetskim podlogama smatraju se:
 - topografske karte;
 - topografski planovi;
 - katastarski planovi;
 - katastarsko-topografski planovi;
 - geodetski planovi podzemnih i nadzemnih vodova;
 - digitalni modeli terena;
 - ortofoto planovi;
 - podužni i poprečni profili.

10

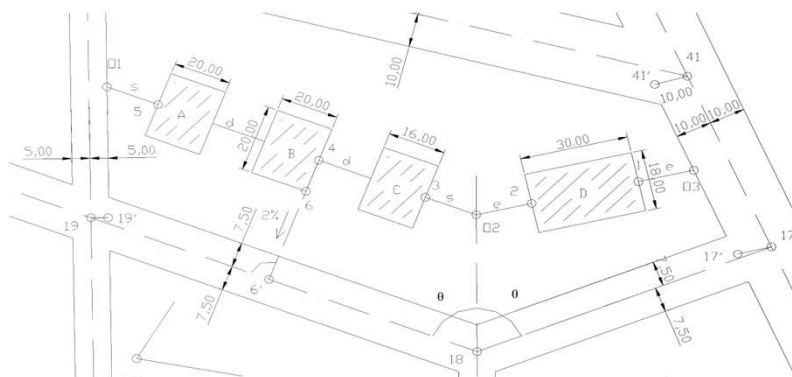
Aproksimacija objekta geometrijskim elementima

- Inženjerski objekti sastoje se od konstruktivnih elemenata (armirano-betonski elementi, čelični elementi).
- Konstruktivni elementi objekata mogu biti:
 - linijski konstruktivni elementi – linijski nosač, štap, greda, stub, konzola;
 - površinski konstruktivni elementi – ravanska rešetka, ram u ravni, ploča i slično;
 - prostorni konstruktivni elementi – prostorna rešetka i ram, ljuska i elementi u obliku drugih geometrijskih tela.
- Projektovani objekti i njihovi konstruktivni elementi aproksimiraju se geometrijskim elementima kao što su: tačka, prava linija, kriva linija, figura u ravni i slično.
- Geometrija objekta – skup geometrijskih elemenata.

11

Aproksimacija objekta geometrijskim elementima

- Analitička razrada geometrije projektovanog objekta – određivanje koordinata i visina karakterističnih tačaka objekta u koordinatnom sistemu geodetske mreže objekta.



12

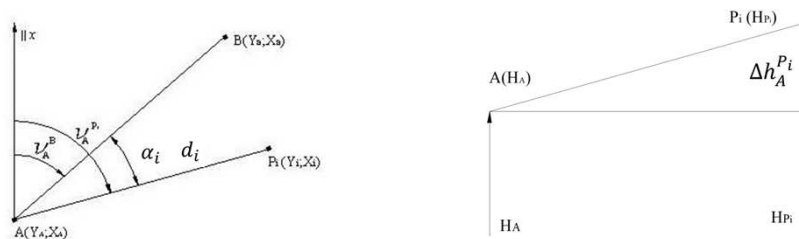
Analitička razrada geometrije objekta

➤ Koordinate i kote karakterističnih tačaka objekta određuju se na osnovu koordinata i kota tačaka geodetske mreže objekta i formula za:

- računanje koordinata tačaka na liniji i upravnoj;
- računanje koordinata tačke na preseku dva pravca;
- računanje koordinata tačaka u preseku linije i kružnice;
- računanje koordinata tačaka u preseku dve kružnice;
- računanje koordinata tačaka na kružnoj liniji;
- i slično.

13

Opšti slučaj računanja koordinata/kote tačke



Dato: $Y_A, X_A, Y_B, X_B, d_i, \alpha_i, H_A, \Delta h_A^{P_i}$.

Nepoznato: $Y_{P_i}, X_{P_i}, H_{P_i}$.

$$Y_{P_i} = Y_A + d_i \sin(v_A^{P_i})$$

$$X_{P_i} = X_A + d_i \cos(v_A^{P_i})$$

$$H_{P_i} = H_A + \Delta h_A^{P_i}$$

$$v_A^{P_i} = v_A^B + \alpha_i$$

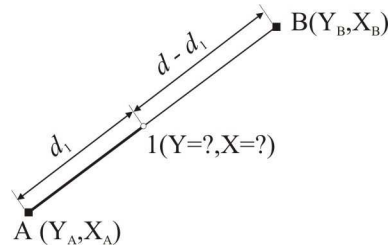
$$v_A^B = \arctg\left(\frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}\right)$$

14

Računanje koordinata jedne tačke koja se nalazi na pravoj liniji

Dato: Y_A, X_A, Y_B, X_B, d_1 .

Nepoznato: Y_1, X_1 .



Kontrola računanja:

$$Y_1 = Y_A + d_1 \cdot \sin(v_A^B)$$

$$X_1 = X_A + d_1 \cdot \cos(v_A^B)$$

$$Y_1 = Y_B + (d - d_1) \cdot \sin(v_B^A)$$

$$X_1 = X_B + (d - d_1) \cdot \cos(v_B^A)$$

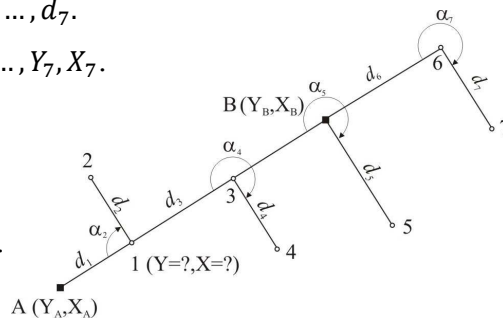
15

Računanje koordinata tačaka na linijama upravnim na definisani pravac

Dato: $Y_A, X_A, Y_B, X_B, d_1, d_2, \dots, d_7$.

Nepoznato: $Y_1, X_1, Y_2, X_2, \dots, Y_7, X_7$.

Koordinate tačaka 1, 3 i 6 se računaju na osnovu formula koje su prikazane na prethodnim slajdovima.



$$Y_2 = Y_1 + d_2 \cdot \sin(v_A^B - 90^\circ)$$

$$X_2 = X_1 + d_2 \cdot \cos(v_A^B - 90^\circ)$$

$$Y_5 = Y_B + d_5 \cdot \sin(v_A^B + 90^\circ)$$

$$X_5 = X_B + d_5 \cdot \cos(v_A^B + 90^\circ)$$

16

Računanje koordinata tačke na preseku dva pravca – presek pravaca napred

Dato: $Y_A, X_A, Y_B, X_B, \alpha_{A1}, \beta_{B1}$.

Nepoznato: Y_1, X_1 .

Sinusna teorema:

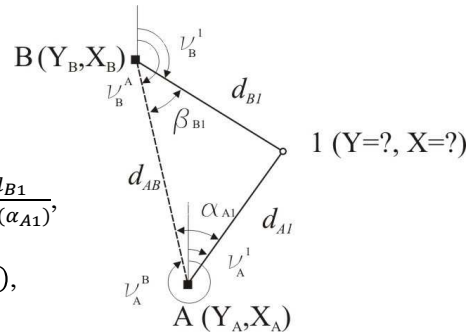
$$\frac{d_{AB}}{\sin(180^\circ - \alpha_{A1} - \beta_{B1})} = \frac{d_{A1}}{\sin(\beta_{B1})} = \frac{d_{B1}}{\sin(\alpha_{A1})}$$

$$d_{A1} = \frac{d_{AB}}{\sin(180^\circ - \alpha_{A1} - \beta_{B1})} \cdot \sin(\beta_{B1}),$$

$$d_{B1} = \frac{d_{AB}}{\sin(180^\circ - \alpha_{A1} - \beta_{B1})} \cdot \sin(\alpha_{A1}).$$

$$Y_1 = Y_A + d_{A1} \cdot \sin(\nu_A^B + \alpha_{A1}) \quad Y_1 = Y_B + d_{B1} \cdot \sin(\nu_B^A - \beta_{B1})$$

$$X_1 = X_A + d_{A1} \cdot \cos(\nu_A^B + \alpha_{A1}) \quad X_1 = X_B + d_{B1} \cdot \cos(\nu_B^A - \beta_{B1})$$



Kontrola računanja:

17

Računanje koordinata tačkaka na preseku prave linije i kružnice

Dato: $Y_A, X_A, Y_B, X_B, Y_C, X_C, R$.

Nepoznato: Y_1, X_1, Y_2, X_2 .

Rešavanje trougla AC1:

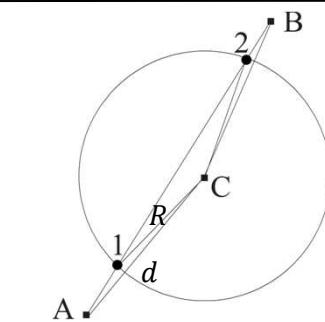
$$d = \sqrt{(Y_C - Y_A)^2 + (X_C - X_A)^2}, R = d_{C1}$$

$$\angle A = \alpha = \nu_A^C - \nu_A^B, \angle 1 = \beta, \angle C = \gamma,$$

$$\frac{R}{\sin(\alpha)} = \frac{d}{\sin(\beta)} = \frac{d_{A1}}{\sin(\gamma)} \Rightarrow$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{d \sin(\alpha)}{R}\right),$$

$$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta, d_{A1} = \frac{R}{\sin(\alpha)} \cdot \sin(\gamma).$$



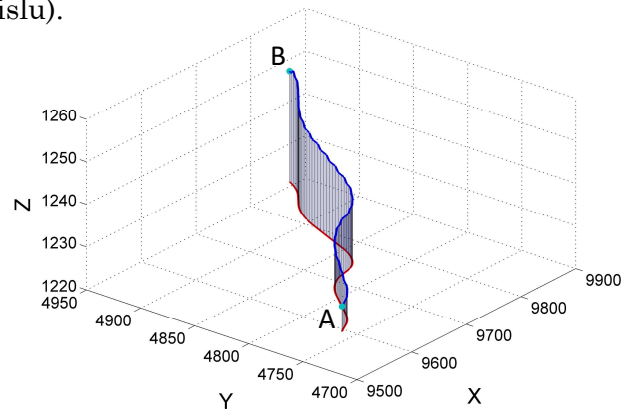
$$Y_1 = Y_A + d_{A1} \cdot \sin(\nu_A^B)$$

$$X_1 = X_A + d_{A1} \cdot \cos(\nu_A^B)$$

18

Trasa saobraćajnice

- Trasa saobraćajnice – prostorno definisana osovina saobraćajnice (određena u položajnom i visinskom smislu).

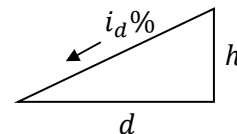


19

Trasiranje saobraćajnice

- Najpovoljniji položaj trase saobraćajnice određuje se pomoću nulte linije – putanja konstantnog nagiba koja spaja početnu i krajnju tačku saobraćajnice.
- Prognozni uzdužni nagib i korak za trasiranje određuju se na sledeći način:

$$i_d = \frac{\Delta H \cdot 100}{\alpha \cdot \Delta L}, \quad d = \frac{h}{i_d} \cdot 100 \cdot \frac{1}{M},$$

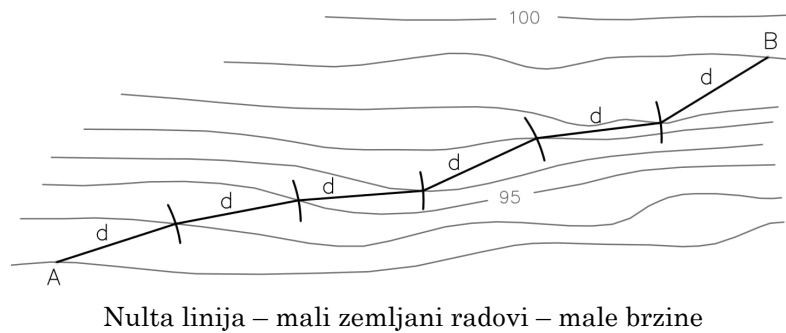


gde su: ΔH i ΔL visinska razlika i rastojanje između početne i krajnje tačke saobraćajnice, α koeficijent razvijanja trase ($\alpha \approx 1.05 - 1.15$), h ekvidistanca i M imenilac razmere.

20

Trasiranje saobraćajnice

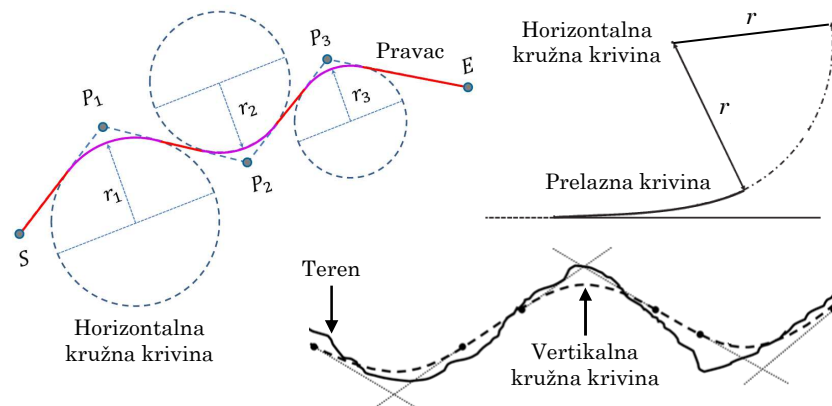
- Prelomne tačke nulte linije određuju se postupkom „koračanja” u kojem se polazi od početne tačke *A* i svaki put „zakorači” šestarom na višu ili nižu izohipsu prema krajnjoj tački *B*.



21

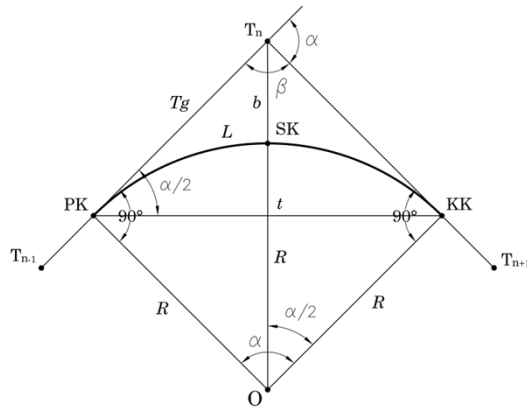
Trasiranje saobraćajnice

- Nulta linija se zamenjuje pravicima, odnosno tangentama, između kojih se na odgovarajući način konstruišu krivine.



22

Elementi horizontalne kružne krivine



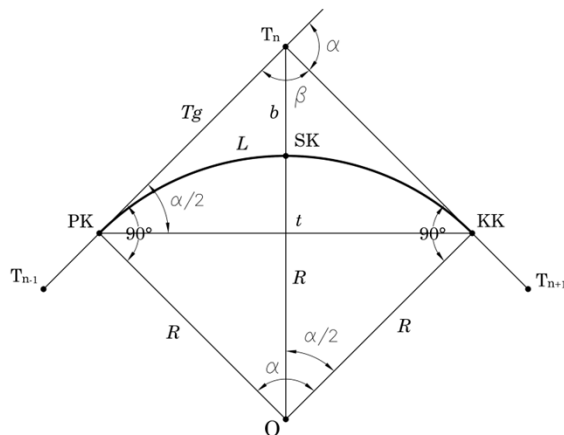
- PK – početak krivine
- SK – sredina krivine
- KK – kraj krivine
- O – centar krivine
- R – poluprečnik kružnog luka
- α – skretni (centralni) ugao
- β – prelomni ugao
- Tg – tangenta
- b – bisektrisa
- L – dužina kružnog luka
- t – tetiva

23

Određivanje elemenata kružne krivine

Dato: $R, \alpha = v_{T_n}^{T_{n+1}} - v_{T_{n-1}}^{T_n}$.

Nepoznato: Tg, b, L, t.



$$Tg = R \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$L = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ}$$

$$t = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{R}{R + b}$$

$$\Rightarrow b = \frac{R}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - R$$

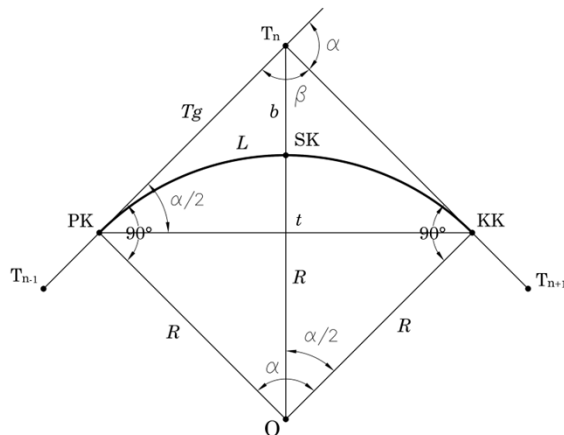
$$\Rightarrow b = R \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - 1 \right)$$

24

Određivanje koordinata glavnih tačaka horizontalne kružne krivine

Dato: $Y_{T_{n-1}}, X_{T_{n-1}}, Y_{T_n}, X_{T_n}, Y_{T_{n+1}}, X_{T_{n+1}}$.

Nepoznato: $Y_{PK}, X_{PK}, Y_{SK}, X_{SK}, Y_{KK}, X_{KK}, Y_O, X_O$.



$$Y_{PK} = Y_{T_n} + Tg \cdot \sin(v_{T_n}^{T_{n-1}})$$

$$X_{PK} = X_{T_n} + Tg \cdot \cos(v_{T_n}^{T_{n-1}})$$

$$Y_{KK} = Y_{T_n} + Tg \cdot \sin(v_{T_n}^{T_{n+1}})$$

$$X_{KK} = X_{T_n} + Tg \cdot \cos(v_{T_n}^{T_{n+1}})$$

$$v_{T_n}^{SK} = v_{T_n}^O = v_{T_n}^{T_{n+1}} + \beta/2$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha$$

$$Y_{SK} = Y_{T_n} + b \cdot \sin(v_{T_n}^{SK})$$

$$X_{SK} = X_{T_n} + b \cdot \cos(v_{T_n}^{SK})$$

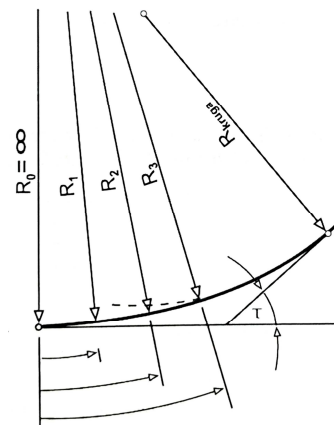
$$Y_O = Y_{T_n} + (R + b) \cdot \sin(v_{T_n}^O)$$

$$X_O = X_{T_n} + (R + b) \cdot \cos(v_{T_n}^O)$$

25

Prelazne krivine

- Prilikom kretanja vozila, usled prelaza iz pravca u kružni luk, na vozilo deluje centrifugalna sila.
- U cilju redukcije uticaja centrifugalne sile potrebno je postepeno smanjivati poluprečnik zakrivljenosti pomoću odgovarajućih prelaznih krivina.
- Prelazna krivina – kriva linija koja poluprečnik zakrivljenosti postepeno smanjuje od vrednosti ∞ koliko iznosi u pravcu do vrednosti poluprečnika kružne krivine R .



26

Tipovi prelaznih krivina

➤ Klotoida

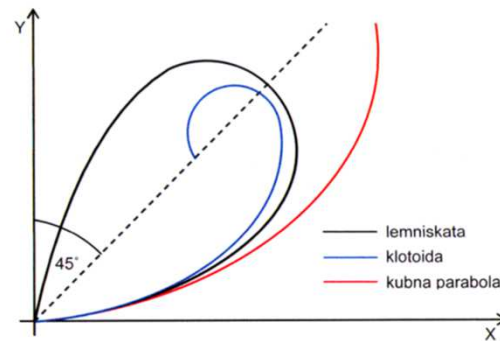
$$R \cdot L = C$$

➤ Kubna parabola

$$R \cdot l_x = C$$

➤ Lemniskata

$$R \cdot t = C$$



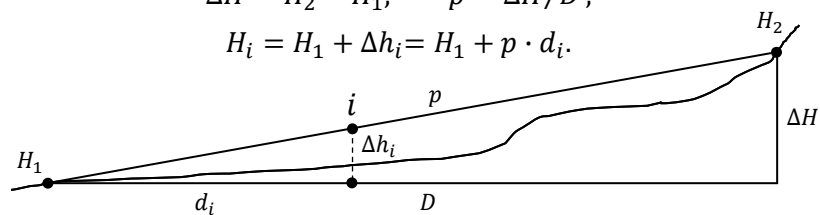
27

Linija projektovanog nagiba

- Linija projektovanog nagiba – prava ili kriva linija predstavljena određenim brojem tačaka.
- Niveleta – uzdužna linija koja definiše visinski tok puta, pruge, cevovoda, kanala i slično.
- Određivanje visina tačaka prave linije projektovanog nagiba:

$$\Delta H = H_2 - H_1, \quad p = \Delta H / D,$$

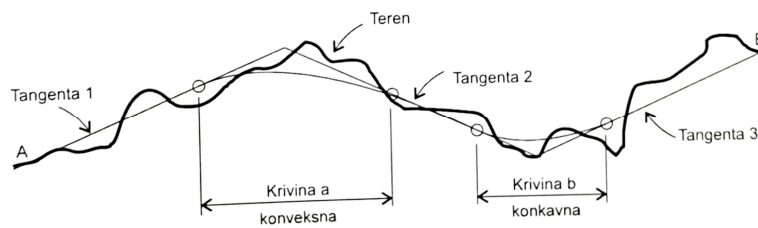
$$H_i = H_1 + \Delta h_i = H_1 + p \cdot d_i.$$



28

Vertikalne krivine

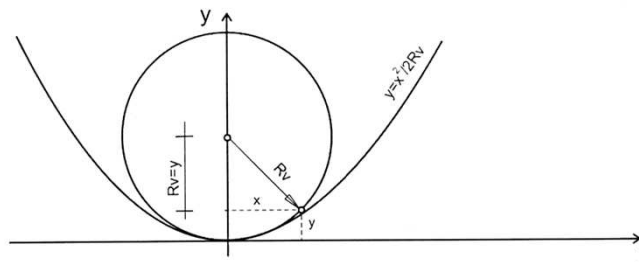
- Kontinualni prelaz iz pravca u pravac, odnosno postepena promena nagiba nivelete saobraćajnice, obezbeđuje se umetanjem vertikalnih krivina.
- Osnovni tipovi vertikalnih krivina:
 - konveksna – prelazi se iz pozitivnog u negativan nagib;
 - konkavna – prelazi se iz negativnog u pozitivan nagib.



29

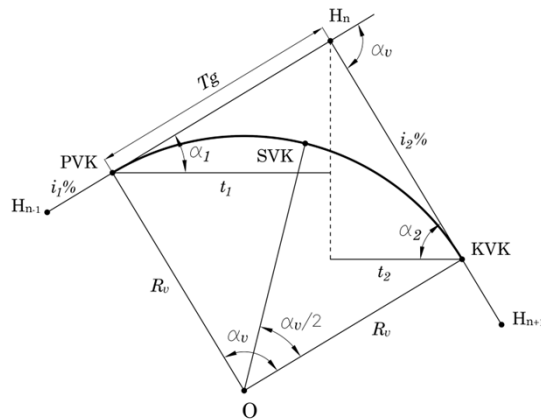
Vertikalne krivine

- Najčešće se koriste vertikalne krivine u obliku:
 - kružnog luka;
 - parabole.
- Krive u obliku parabole i kružnog luka obezbeđuju konstantni stepen promene nagiba, odnosno zaobljenja.



30

Vertikalna kružna krivina



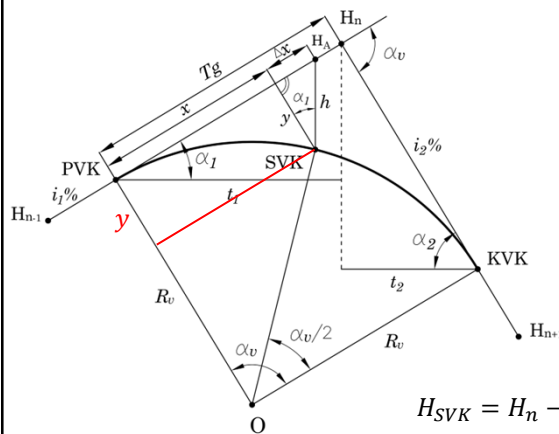
- PVK – početak krivine
- SVK – sredina krivine
- KVK – kraj krivine
- O – centar krivine
- R_v – poluprečnik kružnog luka
- α_v – skretni (centralni) ugao
- Tg – kosa dužina tangente
- t_1, t_2 – dužine horizontalnih projekcija tangenata Tg
- $i_1\%, i_2\%$ – nagibi nivelete
- α_1, α_2 – uglovi nagiba

31

Određivanje elemenata i visina glavnih tačaka vertikalne kružne krivine

Dato: $R_v, \alpha_1, \alpha_2, H_n$.

Nepoznato: $Tg, t_1, t_2, H_{PVK}, H_{SVK}, H_{KVK}$.



$$\alpha_v = \alpha_1 + \alpha_2$$

$$Tg = R_v \cdot \operatorname{tg}(\alpha_v/2)$$

$$t_1 = Tg \cdot \cos(\alpha_1)$$

$$t_2 = Tg \cdot \cos(\alpha_2)$$

$$x = R_v \cdot \sin(\alpha_v/2)$$

$$y = R_v - R_v \cdot \cos(\alpha_v/2)$$

$$h = y / \cos(\alpha_1)$$

$$\Delta x = y \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1)$$

$$H_{PVK} = H_n - Tg \cdot \sin(\alpha_1)$$

$$H_{KVK} = H_n - Tg \cdot \sin(\alpha_2)$$

$$H_{SVK} = H_n - (Tg - x - \Delta x) \cdot \sin(\alpha_1) - h$$

32

Računanje površina i zapremina

- Računanje površina i zapremina predstavlja polaznu osnovu u inženjerskim radovima kao što su izgradnja puteva, pruga, kanala i slično, gde su prisutni veliki zemljani radovi.
- Greške u određivanju površina i zapremina mogu da prouzrokuju ogromne materijalne gubitke.
- Danas se računanje površina i zapremina sprovodi u okviru specijalizovanih softverskih rešenja.
- U cilju pripreme ulaznih podataka i interpretacije dobijenih rezultata neophodno je poznavati principe na kojima se zasnivaju postupci određivanja površina i zapremina implementirani u okviru softverskih rešenja.

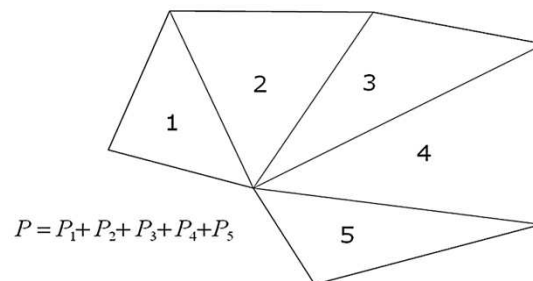
33

Računanje površina pomoću figura jednostavnih geometrijskih oblika

- Površina trougla može se odrediti primenom Heronovog obrasca:

$$P = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}, \quad s = \frac{a+b+c}{2},$$

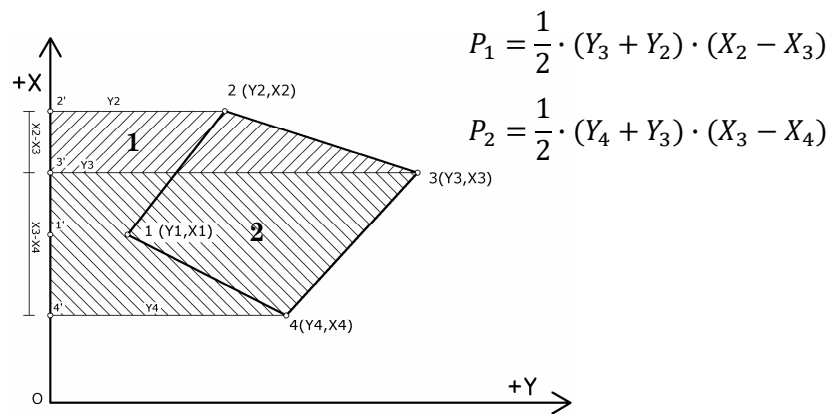
gde su a , b , i c stranice trougla.



34

Računanje površina iz koordinata graničnih tačaka

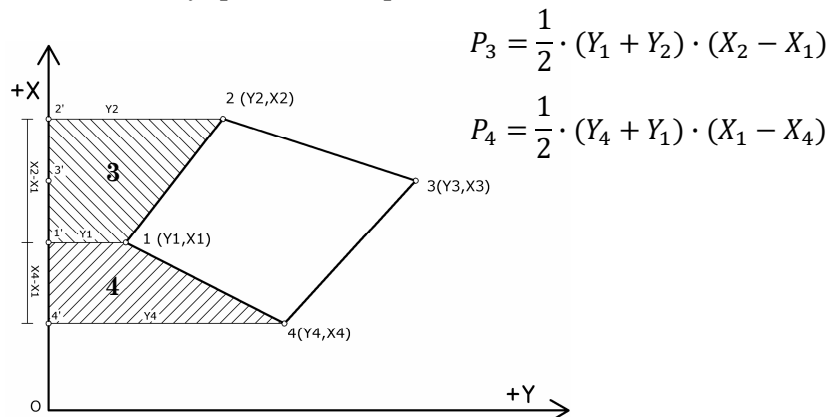
➤ Postupak određivanja površina iz koordinata prikazan je na primeru poligona od četiri granične tačke.



35

Računanje površina iz koordinata graničnih tačaka

➤ Šrafirane površine sa slike određuju se na osnovu formula za računanje površine trapeza.

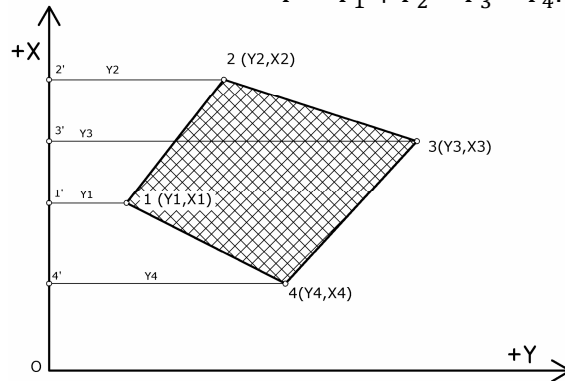


36

Računanje površina iz koordinata graničnih tačaka

- Tražena površina poligona prikazana na slici određuje se na sledeći način:

$$P = P_1 + P_2 - P_3 - P_4.$$



37

Računanje površina iz koordinata graničnih tačaka

- Uvrštavanjem izraza za P_1 , P_2 , P_3 i P_4 u prethodni izraz dobija se:

$$2P = (Y_3 + Y_2) \cdot (X_2 - X_3) + (Y_4 + Y_1) \cdot (X_1 - X_4) \\ - (Y_1 + Y_2) \cdot (X_2 - X_1) - (Y_4 + Y_1) \cdot (X_1 - X_4),$$

odnosno

$$2P = Y_1 \cdot (X_4 - X_2) + Y_2 \cdot (X_1 - X_3) + Y_3 \cdot (X_2 - X_4) + Y_4 \cdot (X_3 - X_1).$$

- U opštem slučaju:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i \cdot (X_{i-1} - X_{i+1}),$$

pri čemu je n broj graničnih tačaka poligona.

38

Računanje površina iz koordinata graničnih tačaka

- Na identičan način izvodi se i formula za računanje površine na osnovu projekcije na Y osu:

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i \cdot (Y_{i-1} - Y_{i+1}),$$

pri čemu je n broj graničnih tačaka poligona.

- Granične tačke moraju biti indeksirane od 1 do n u rastućem nizu u pravcu kretanja kazaljke na satu.
- Alati za računanje površina u CAD softverskim rešenjima bazirani su na ovim formulama.

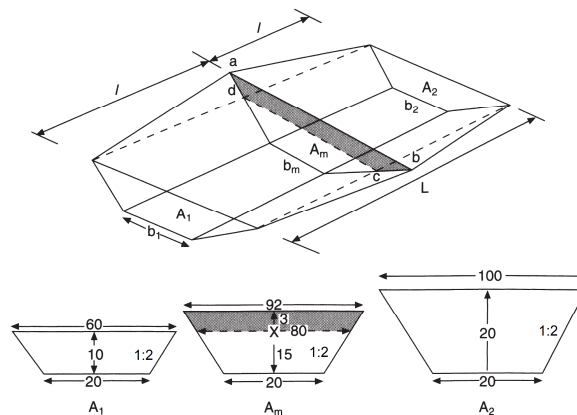
39

Računanje zapremina pomoću poprečnih profila

- Zapremina se određuje na sledeći način:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot L.$$

- Tačna vrednost zapremine dobija se samo kada je površina srednjeg preseka jednaka aritmetičkoj sredini površina krajnjih preseka.



40

Računanje zapremine pomoću izohipsi

- Zapremine se mogu sračunati na osnovu izohipsi primenom prethodno prikazanih metoda uz određene modifikacije.
- Zapremina se određuje na sledeći način:

$$V = A_n \cdot \frac{\Delta h}{3} + h \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{A_i + A_{i+1}}{2} \right),$$

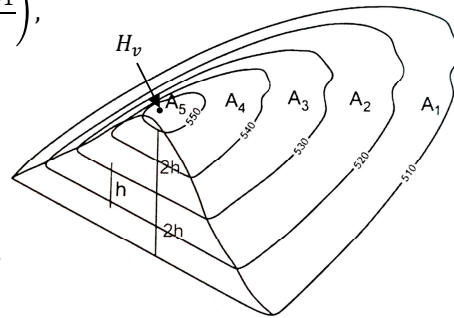
$$\Delta h = H_v - H_n,$$

h – ekvidistanca,

A_i – površina obuhvaćena
 i - tom izohipsom,

H_n – kota poslednje izohipse,

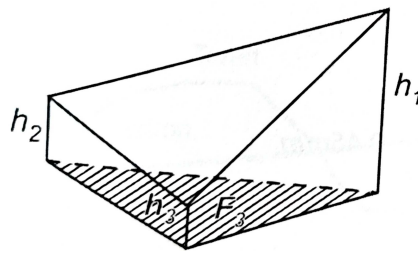
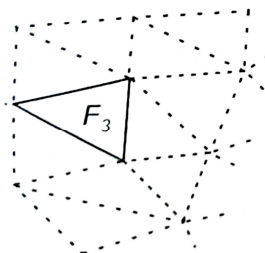
H_v – kota najvišocije tačke.



41

Računanje zapremine pomoću mreže pravilnih geometrijskih figura

- Kod ovog pristupa projektovana ravan se usvaja za bazu tela čija se zapremina određuje.
- Projektovana ravan se izdela na mrežu kvadrata, pravougaonika ili trouglova čije se visine temena h_i određuju direktno na terenu.



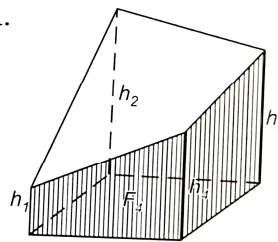
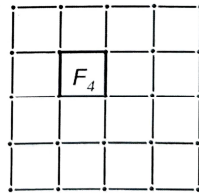
42

Računanje zapremina pomoću mreže pravilnih geometrijskih figura

➤ Ukupna zapremina dobija se sabiranjem zapremina pojedinačnih prizmi:

$$V = \sum_{j=1}^n V_j, \quad V_j = A_j \cdot \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k h_i, \quad k = 3 \text{ ili } 4,$$

gde je n broj prizmi, A_j površina osnove j -te prizme, h_i visine temena, a k broj temena.



43

Geodetsko obeležavanje

- Geodetsko obeležavanje podrazumeva prenošenje geometrije projektovanog objekta na zemljište predviđeno za izgradnju objekta, tj. materijalizaciju karakterističnih tačaka objekta na terenu.
- Obeležavanje geometrijskih elemenata ostvaruje se tako što se koriste elementarne veličine i to: horizontalni ugao, dužina, visinska razlika, zenitni ugao, koordinate i visine tačaka.
- Geodetsko obeležavanje može se podeliti na:
 - položajno (Y, X);
 - visinsko (H).

44

Položajno obeležavanje

➤ Geodetske metode za položajno obeležavanje tačaka:

- polarna metoda;
- ortogonalna metoda;
- presek pravaca napred;
- direktni presek pravaca;
- lučni presek;
- slobodno pozicioniranje;
- GNSS tehnologija pozicioniranja.

45

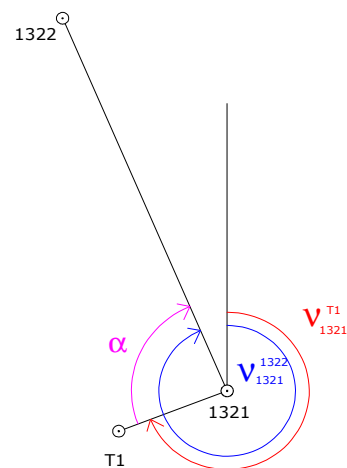
Polarna metoda obeležavanja tačaka

➤ Polarna metoda obeležavanja bazira se na obeležavanju pravca α u odnosu orijentacionu tačku i odmeranje horizontalne dužine d u tom pravcu.

➤ Računanje elemenata za obeležavanje polarnom metodom:

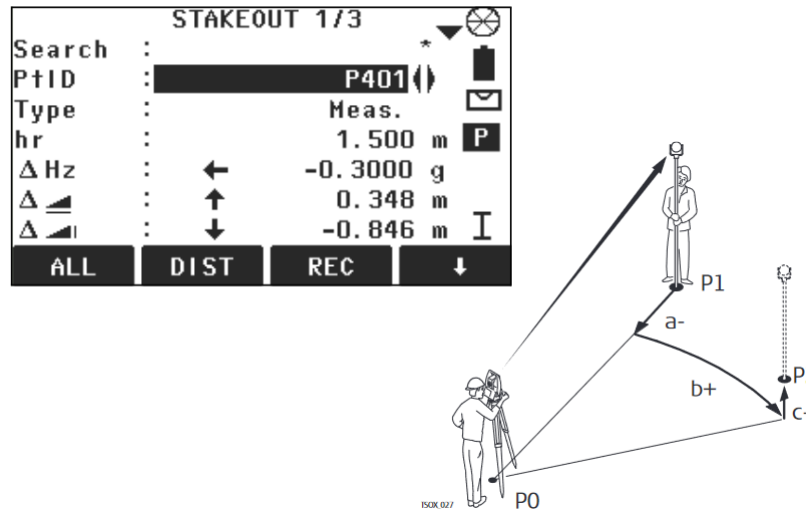
$$\alpha = v_{1321}^{1322} - v_{1321}^{T1},$$

$$d = \sqrt{(Y_{T1} - Y_{1321})^2 + (X_{T1} - X_{1321})^2}.$$



46

Polarna metoda obeležavanja tačka



47

Ortogonalna metoda obeležavanja tačka

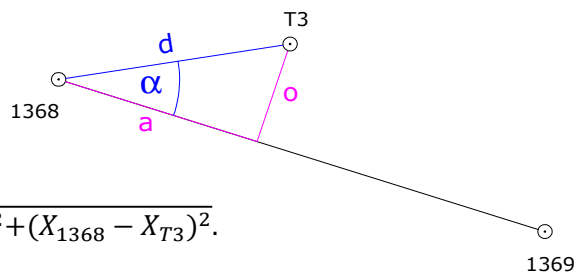
- Ortogonalna metoda obeležavanja zasnivana se na odmeranju dve dužine, apscise a i ordinate o .
- Računanje elemenata za obeležavanje ortogonalnom metodom:

$$a = d \cdot \cos(\alpha),$$

$$o = d \cdot \sin(\alpha),$$

$$\alpha = \nu_{1368}^{1369} - \nu_{1368}^{T3},$$

$$d = \sqrt{(Y_{1368} - Y_{T3})^2 + (X_{1368} - X_{T3})^2}.$$



48

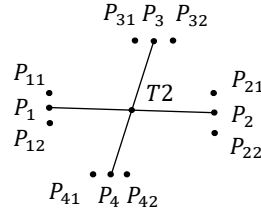
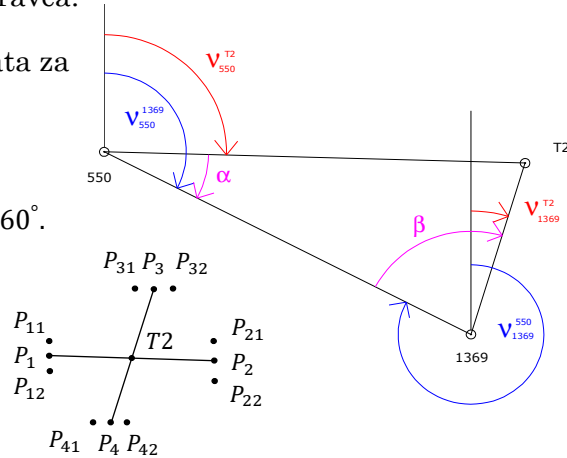
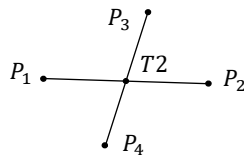
Obeležavanje tačaka presekom pravaca napred

➤ Obeležavanje presekom pravaca napred zasniva se na obeležavanju dva pravca.

➤ Računanje elemenata za obeležavanje:

$$\alpha = v_{550}^{1369} - v_{550}^{T2}$$

$$\beta = v_{1369}^{T2} - v_{1369}^{550} + 360^\circ$$



49

Obeležavanje tačaka primenom GNSS tehnologije pozicioniranja

➤ Obeležavanje primenom GNSS tehnologije zasniva se na poređenju projektovanih koordinata tačke i koordinata koje se očitavaju na kontroleru GNSS prijemnika.

➤ Direktno obeležavanje pozicija projektovanih tačaka.

RTK: Fiksno H. razl.: 0.017m V. razl.: 0.027m	RTK: Fiksno H. razl.: 0.021m V. razl.: 0.032m	RTK: Fiksno H. razl.: 0.020m V. razl.: 0.031m

50

Visinsko obeležavanje

➤ Geodetske metode za visinsko obeležavanje tačaka:

- geometrijski nivelman;
- trigonometrijski nivelman;
- hidrostatički nivelman;
- GNSS tehnologija pozicioniranja.

51

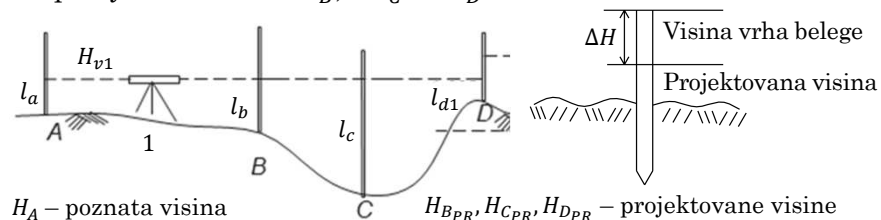
Obeležavanje tačaka geometrijskim nivelmanom

➤ Obeležavanje visina tačaka geometrijskim nivelmanom zasniva se na određivanju visina tačaka koje se obeležavaju.

$$H_{v1} = H_A + l_a, H_B = H_{v1} - l_b, H_C = H_{v1} - l_c, H_D = H_{v1} - l_{d1}$$

$$\Delta H_B = H_{BPR} - H_B, \Delta H_C = H_{CPR} - H_C, \Delta H_D = H_{DPR} - H_D$$

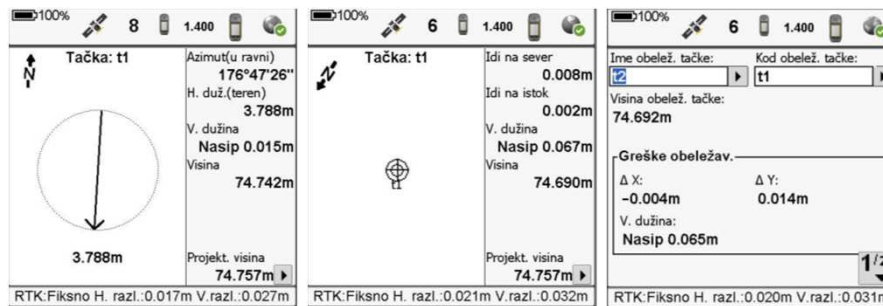
➤ Tačke B, C, D se materijalizuju na terenu, a pored se upisuju vrednosti $\Delta H_B, \Delta H_C$ i ΔH_D .



52

Obeležavanje tačaka primenom GNSS tehnologije pozicioniranja

- Obeležavanje se zasniva na poređenju projektovane visine tačke i visine koja se očitava na kontroleru GNSS prijemnika.
- Visinsko obeležavanje se izvodi istovremeno sa položajnim.



53

Geodetsko osmatranje objekata

- Inženjerski objekti grade se na zemljištu koje je podložno stalnim većim i manjim promenama, odnosno sleganjima i deformacijama.
- Geodetsko osmatranje objekta – ispitivanje pomeranja i deformacija objekta i tla ispod i oko objekta geodetskim metodama.
- Geodetsko osmatranje objekata podrazumeva njegovo idealizovanje određenim brojem diskretnih tačaka koje u potpunosti karakterišu objekat.

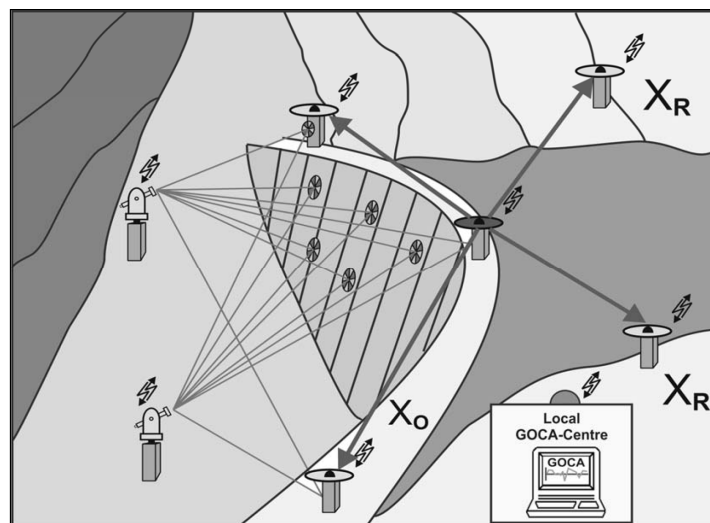
54

Geodetsko osmatranje objekata

- U svrhu praćenja pomeranja i deformacija objekata i tla projektuju se i realizuju:
 - absolutne geodetske mreže – sastoje se od referentnih tačaka mreže i tačaka na objektu;
 - relativne geodetske mreže – sastoje se samo od tačaka na objektu.
- Informacije o pomeranjima i deformacijama dobijaju se na osnovu:
 - dve ili više epoha opažanja realizovanih u različitim vremenskim periodima;
 - kontinualnih opažanja u okviru automatizovanih sistema za monitoring pomeranja i deformacija u realnom vremenu.

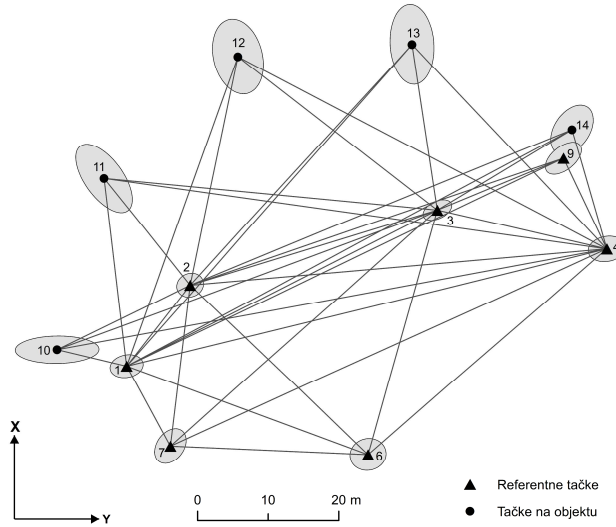
55

Geodetsko osmatranje objekata



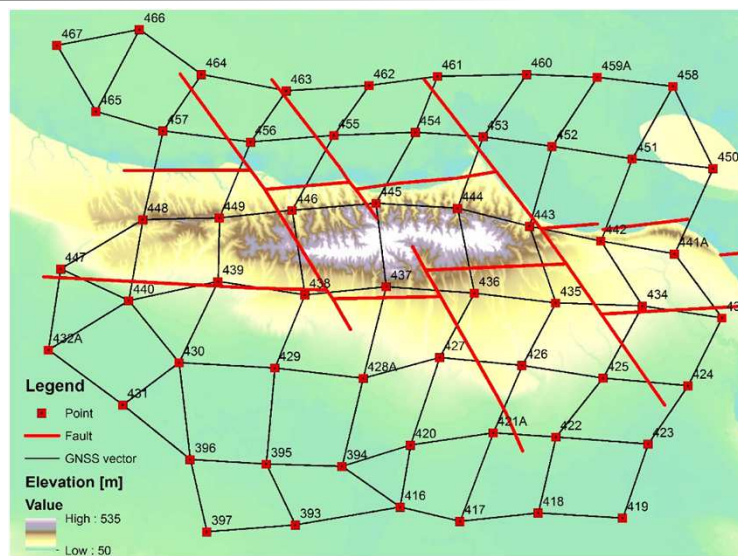
56

Apsolutne geodetske mreže



57

Relativne geodetske mreže



58

Deformaciona analiza geodetskih mreža

- Deformaciona analiza geodetskih mreža je naučna disciplina koja se bavi proučavanjem pouzdanosti informacija o pomeranju tla i objekata na njemu u određenim vremenskim intervalima.
- Metode deformacione analize geodetskih mreža mogu se podeliti u dve grupe:
 - konvencionalna deformaciona analiza
(engl. *Conventional deformation analysis* – CDA);
 - robusna deformaciona analiza
(engl. *Robust deformation analysis* – RDA).

59

Kontrola geometrije objekata i geodetsko snimanje izvedenog stanja objekta

- Kontrola geometrije objekta – poređenje izvedene geometrije objekta sa projektovanom geometrijom objekta.
- Kontrola geometrije objekta vrši se tokom izgradnje ili u eksploataciji.
- Geodetsko snimanje izvedenog stanja objekta obuhvata geodetske radove koji se izvode u toku i nakon izgradnje objekta.
- Geodetsko snimanje izvedenog stanja objekta izvodi se u cilju prikupljanja podataka o geometriji objekta i terena koji služe za:
 - tehnički prijem objekta i dobijanje upotrebne dozvole;
 - formiranje projekta izvedenog objekta;
 - uspešnu i bezbednu eksploataciju objekta.

60



PITANJA?