

# Inženjerska geodezija 1

PREDAVANJE

## GODETSKO OBELEŽAVANJE U GRAĐEVINARSTVU

dr Milutin Pejović, dipl.geod.inž.

[mpejovic@grf.bg.ac.rs](mailto:mpejovic@grf.bg.ac.rs)

Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet

Odsek za geodeziju i geoinformatiku

Beograd, 22. Decembar 2023



# GEODETSKO OBELEŽAVANJE OBJEKATA

- Geodetsko obeležavanje predstavlja prvi korak izgradnje svakog objekta,
- Geodetsko obeležavanje objekata podrazumeva prenošenje projektovane geometrije objekata sa na teren koji je predviđen za izgradnju (pozicioniranje geometrije projektovanog objekta),
- Geodetsko obeležavanje objekata je obrnut proces od geodetskog snimanja objekata. Kod geodetskog obeležavanja ne postoji objekat na terenu.
- Kao što se objekat gradi po fazama, tako se izvršavaju i geodetski zadaci na obeležavanju objekata.
- ISO 7078: 1985 *Building Construction – Procedures for Setting Out, Measurement and Surveying – Vocabulary and Guidance Notes*:
  - *Setting Out is the establishment of the marks and lines to define the position and level of the elements for the construction work so that works may proceed with reference to them. This process may be contrasted with the purpose of Surveying which is to determine by measurement the positions of existing features*

# ŠTA OBELEŽAVAMO?

- Karakteristične tačke objekta (npr. liniju trase, granice građenja, pozicije stubova itd.)
- Građevinske mašine i opremu (pozicioniranje/navođenje)
- Kao što se objekat gradi po fazama, tako se izvršavaju i geodetski zadaci na obeležavanju objekata.
- ISO 7078: 1985 *Building Construction – Procedures for Setting Out, Measurement and Surveying – Vocabulary and Guidance Notes*:
  - *Setting Out is the establishment of the marks and lines to define the position and level of the elements for the construction work so that works may proceed with reference to them. This process may be contrasted with the purpose of Surveying which is to determine by measurement the positions of existing features*

# PRIBOR ZA GEODETSKO OBELEŽAVANJE

- Geodetski instrument (Totalna stanica, GNSS, nivelir),
- Kočiči,
- Sprej,
- Ekseri (bolcne, čekić itd.),

# KAKVO OBELEŽAVANJE MOŽE BITI

## PO POLOŽAJU

- Položajno (2D) geodetsko obeležavanje,
- Visinsko (1D) geodetsko obeležavanje,
- 3D geodetsko obeležavanje.

## PO NAČINU POZICIONIRANJA

- Markiranje tačaka na terenu,
- Navođenje elemenata i mašina.



# CILJEVI GEODETSKOG OBELEŽANJA

- Obeležavanje mora biti potpuno (u skladu sa dogovorenim pozicijama) i dovoljno da omogući nastavak radova u skladu sa tehnologijom građenja,
- Apsolutni i relativni položaji obeleženih elemenata objekta moraju odgovarati projektovanim položajima, u skladu sa dopuštenim odstupanjima,
- Dimenzije obeleženih elemenata moraju odgovarati projektovanim dimenzijama, u skladu sa dopuštenim odstupanjima,
- Obeležavanje mora biti izvedeno u skladu sa dinamikom radova.



# PREDUSLOVI USPEŠNOG GEODETSKOG OBELEŽAVANJA

***Uspešno je ono obeležavanje koje ispunjava ciljeve!***

Za uspešno obeležavanje neophodno je:

- Postojanje (ili priprema) geodetske mreže, odgovarajuće tačnosti,
- Izbor odgovarajuće metodologije i geodetskih instrumenata,
- Dobra priprema podataka,
- Kontrola geodetskog obeležavanja.



# PROCES GEODETSKOG OBELEŽAVANJA

## 1. Upoznavanje sa projektom:

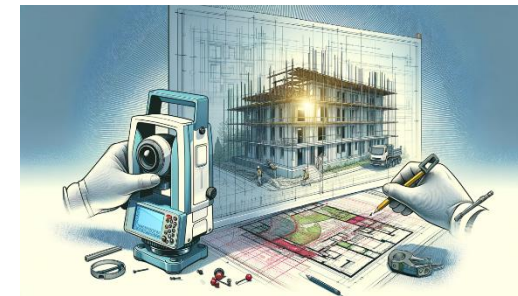
- analiza Projekta geodetskog obeležavanja (ako postoji)
- analiza crteža,
- pozicija izgradnje,
- upoznavanje sa tehnologijom izgradnje (od tehnologije izgradnje zavise potrebe izvođača za geodetskim obeležavanjem),
- upoznavanje sa ograničenjima i mogućnosti (okolnosti na gradilištu, lokacija tačaka mreže itd.),

**NAPOMENA: Važno je imati poslednju verziju projekta!**



## 2. Priprema za geodetsko obeležavanje

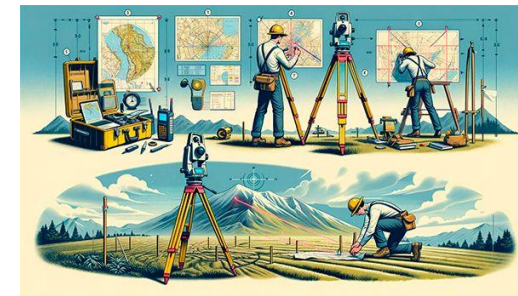
- Analitička razrada projekta,
- Priprema podataka,
- Kontrola i priprema geodetske mreže,
- Izbor metodologije obeležavanja,
- Kontrola geodetske mreže.



## 3. Obeležavanje na terenu

## 4. Kontrola geodetskog obeležavanja

## 5. Osiguranje obeleženih tačaka i arhiviranje dokumentacije geodetskog obeležavanja.





# METODE POLOŽAJNOG 2D GEODETSKOG OBELEŽAVANJA

Metode položajnog 2D obeležavanja:

- Polarna metoda,
- Ortogonalna metoda,
- Metoda presecanja pravaca,
- Lučni presek
- GNSS pozicioniranje

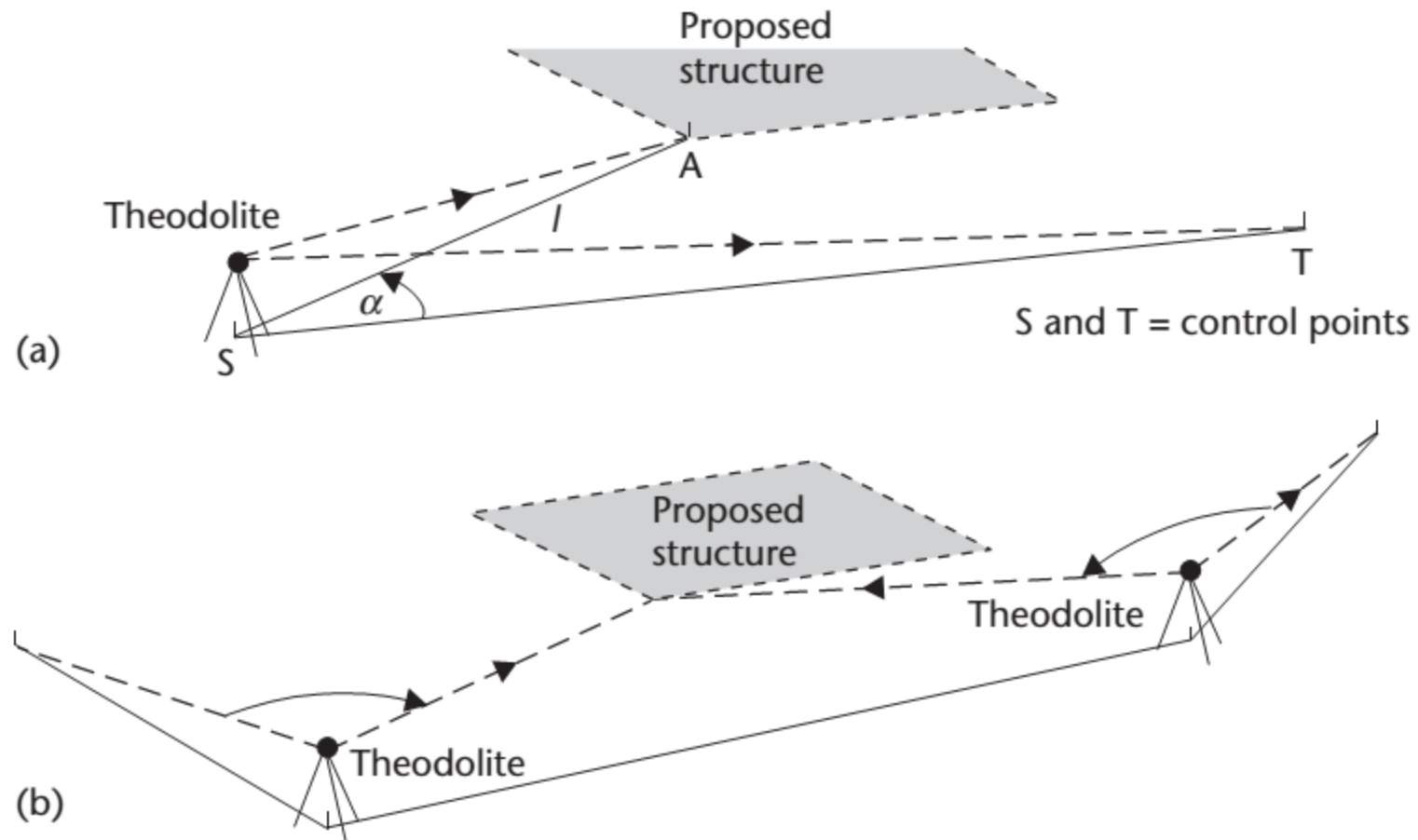
# POLARNA METODA POLOŽAJNOG OBELEŽAVANJA

Polarna metoda obeležavanja podrazumeva odmeranje horizontalnog ugla u odnosu na orijentacionu tačku (polarnog ugla) i horizontalne dužine.

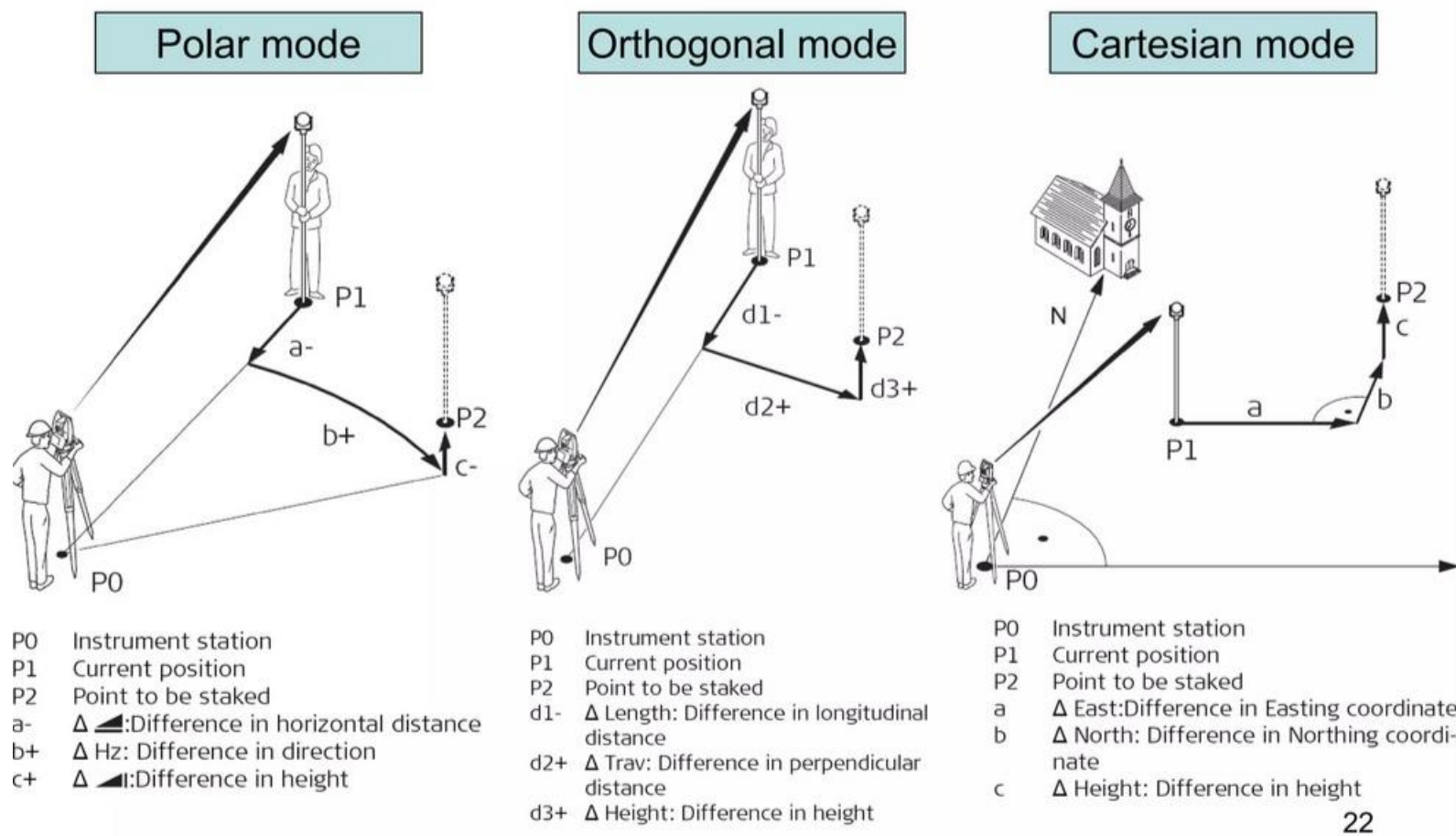
Procedura polarnog obeležavanja podrazumeva:

1. Postavljanje i podešavanje instrumenta (totalne stanice) na poznatu tačku,
2. Unošenje informacija o koordinatama tačaka stanice i orijentacije,
3. Viziranje orijentacione tačke i podešavanje horizontalnog ugla na  $H_z=0^\circ$ ,
4. Odmeravanje polarnog ugla,
5. Grubo navođenje signala (prizme na štapu) na pravac vizure i odmeranje dužine,
6. Markiranje grubog položaja (kočića)
7. Precizno navođenje signala i markiranje tačke.

# POLARNA METODA POLOŽAJNOG OBELEŽAVANJA



# POLARNA METODA POLOŽAJNOG OBELEŽAVANJA



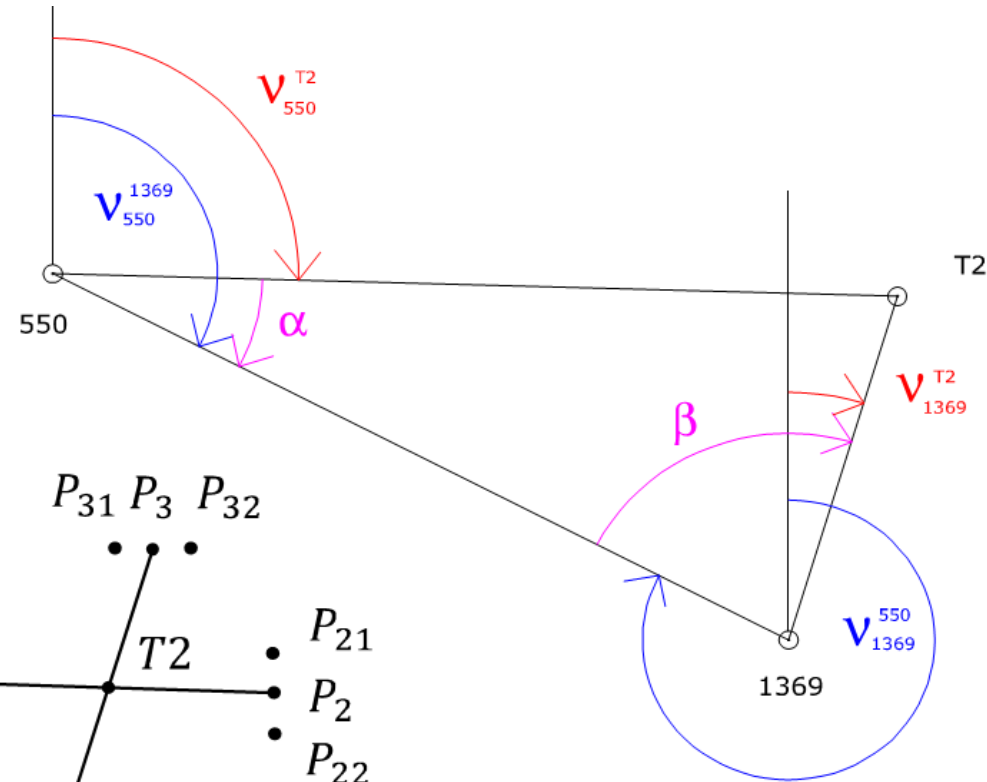
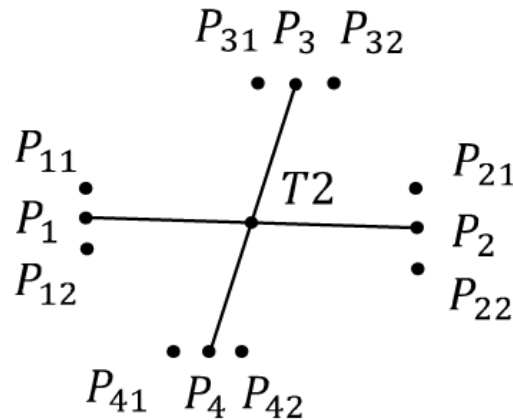
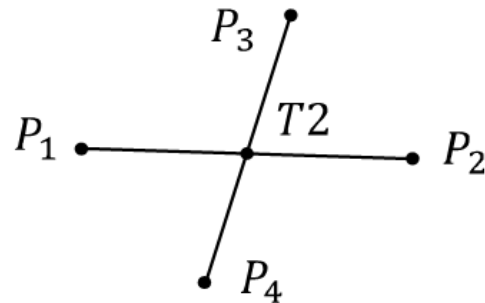
22

# METODA PRESECANJA PRAVACA

➤ Računanje elemenata za obeležavanje:

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

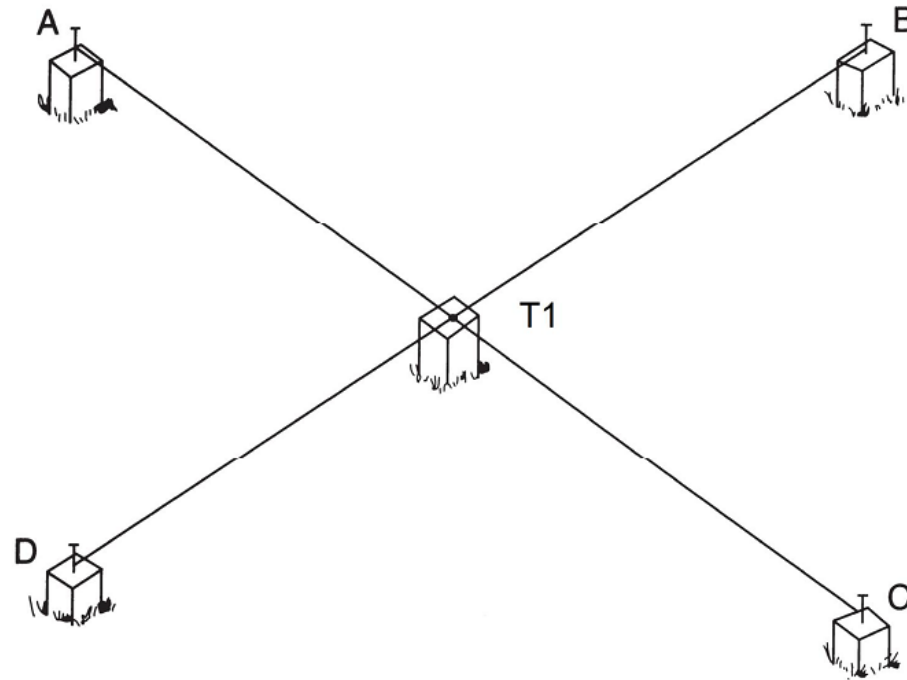
$$\beta = v_{1369}^{T2} - v_{1369}^{550} + 360^\circ.$$





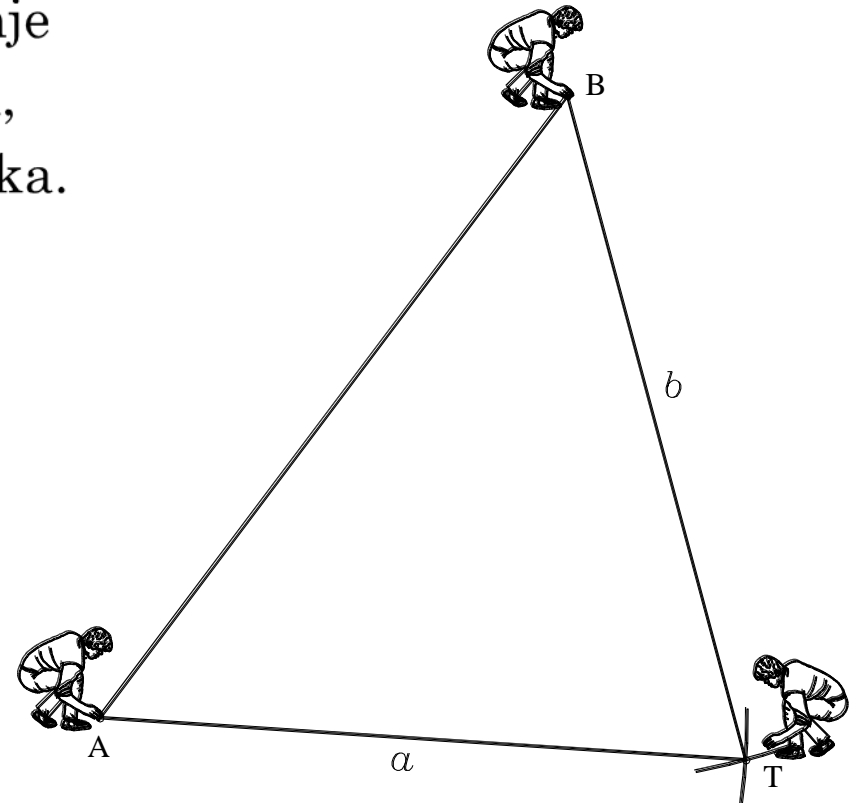
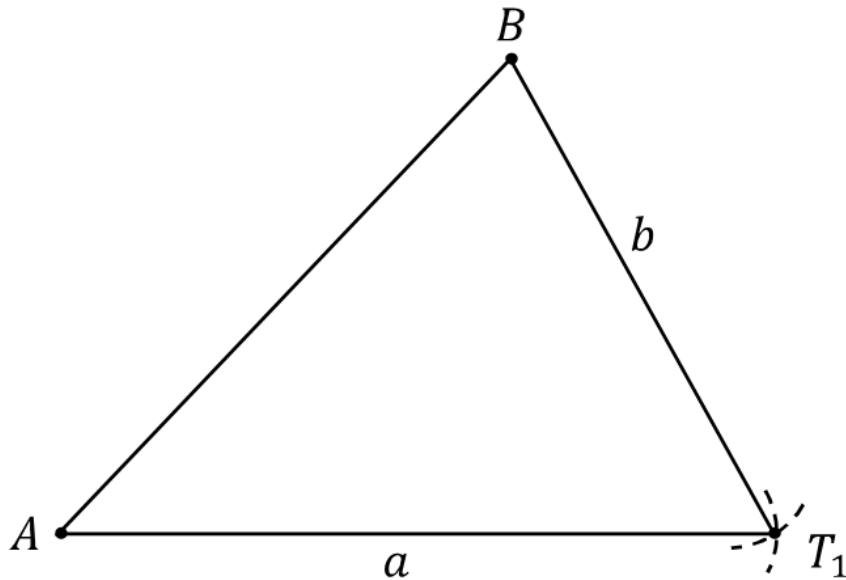
# METODA DIREKTNOG PRESECANJA PRAVACA

Obeležavanje direktnim presekom pravaca napred podrazumeva direktno viziranje ili zatezanje kanapa između datih tačaka.



# METODA LUČNOG PRESEKA (ODMERANJA DUŽINA)

Obeležavanje lučnim presekom podrazumeva odmeranje dve dužine od poznatih tačaka prema nepoznatoj tački, pri čemu se u preseku tih dužina dobija nepoznata tačka.



# OBELEŽAVANJE POLOŽAJA GNSS TEHNOLOGIJOM

Obeležavanje položaja tačaka primenom GNSS tehnologije vrši se direktnim pozicioniranjem GNSS prijemnika na zadate koordinate tačke koja se obeležava.

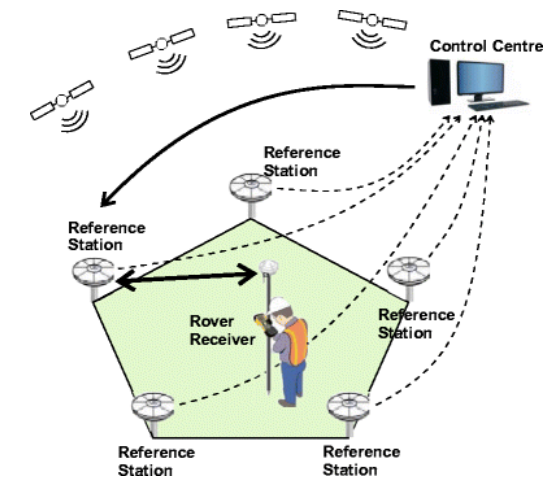
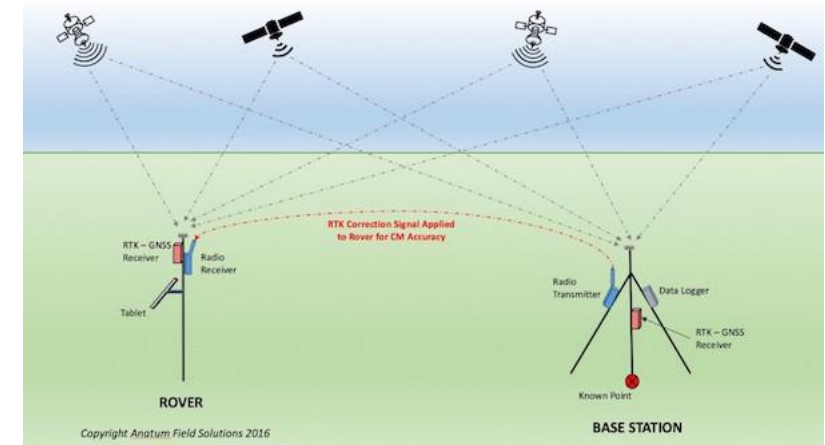
Preduslov uspešnog pozicioniranja tačke GNSS tehnologijom je ispravno definisan koordinatni sistem, odnosno parametri transformacije iz WGS84 koordinatnog sistema u koordinatni sistem projekta.



# OBELEŽAVANJE POLOŽAJA GNSS TEHNOLOGIJOM

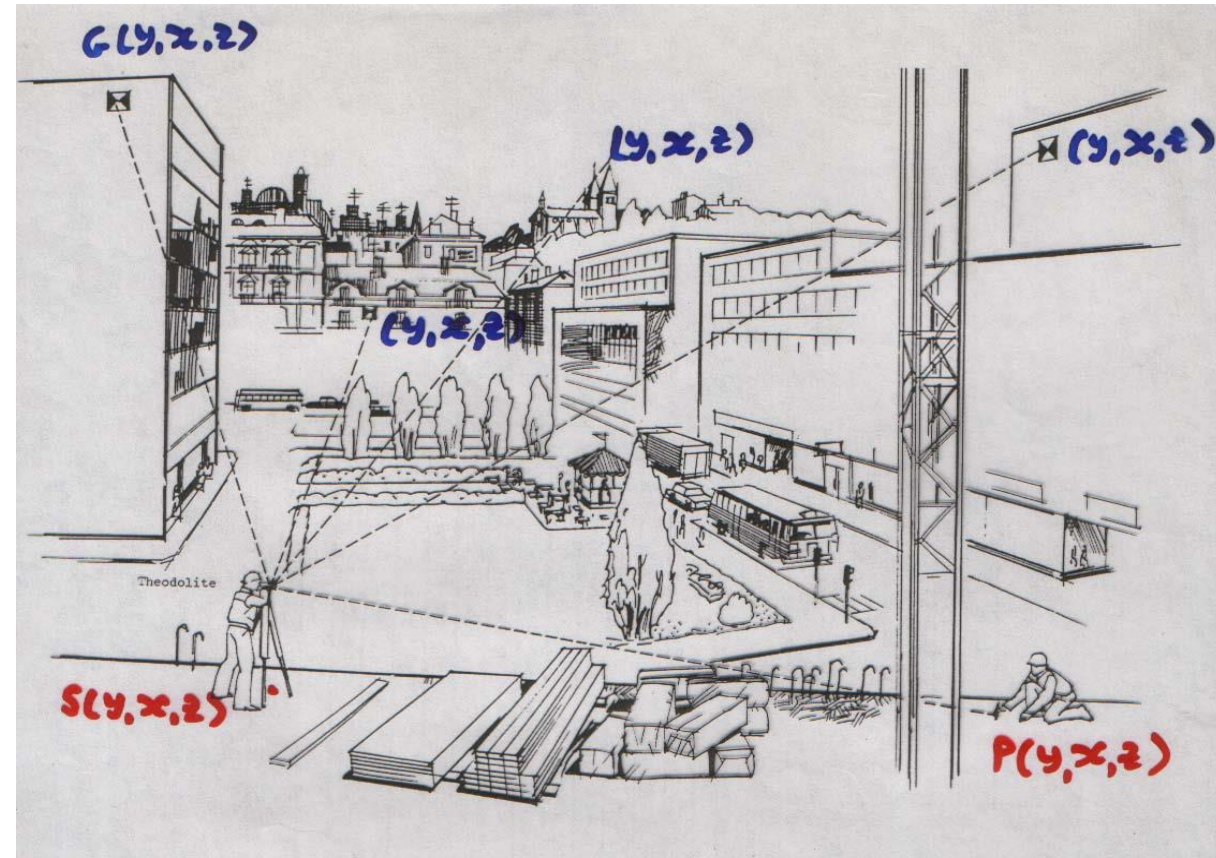
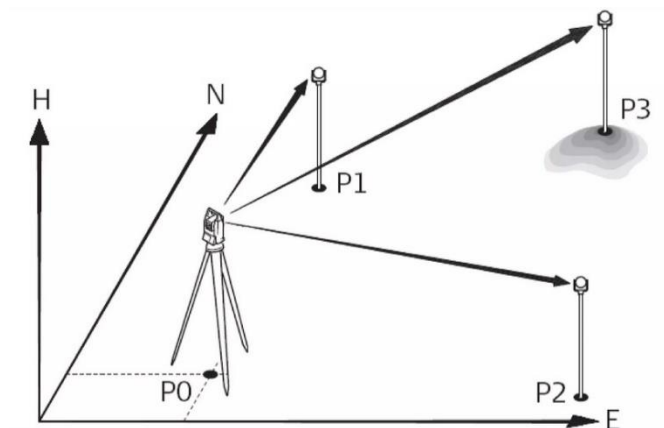
Obeležavanje se može izvršiti:

- Korišćenjem lokalnog RTK sistema Baza-Rover (10mm+1ppm horizontalno i 20mm+1 ppm visinski)
- Korišćenjem mrežnog RTK sistema (10-20mm+1ppm horizontalno i 15-30mm+1 ppm visinski)



# PRIMENA PRAKTIČNIH SOFTVERA INSTALIRANIH U INSTRUMENTU

**Free-station** (Slobodna stanica): Omogućava pozicioniranje instrumenta u koordinatnom sistemu geodetske mreže (projekta) metodom presecanja pravaca nazad. Primena slobodne stanice omogućava pozicioniranje instrumenta na pogodnu poziciju sa koje je moguće obeležiti ili snimiti tačke objekta.

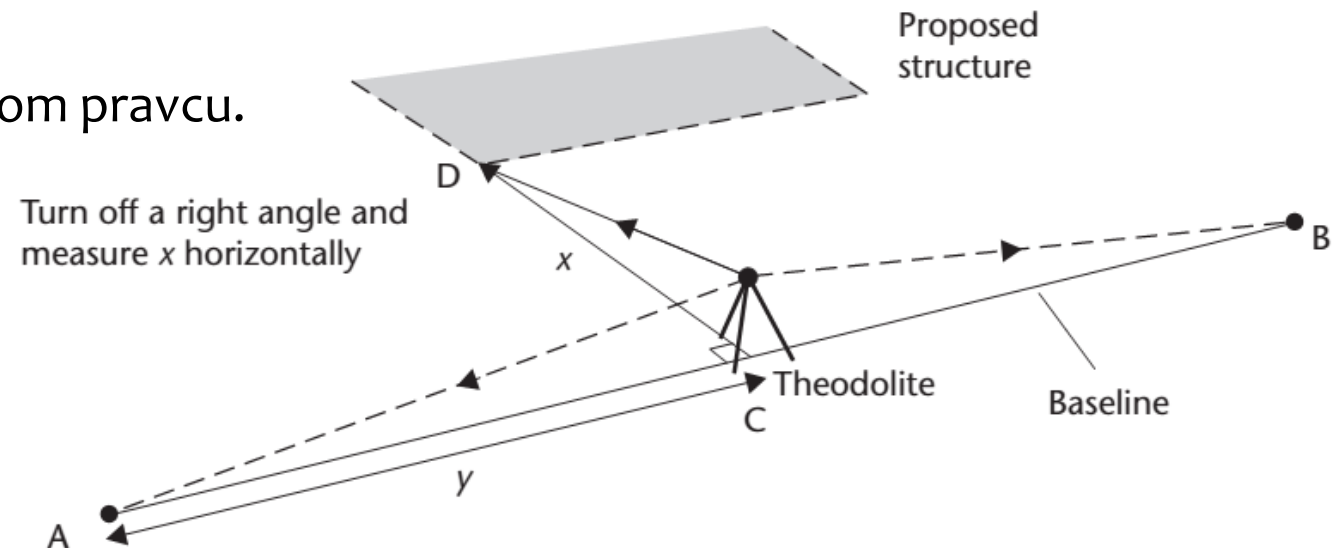
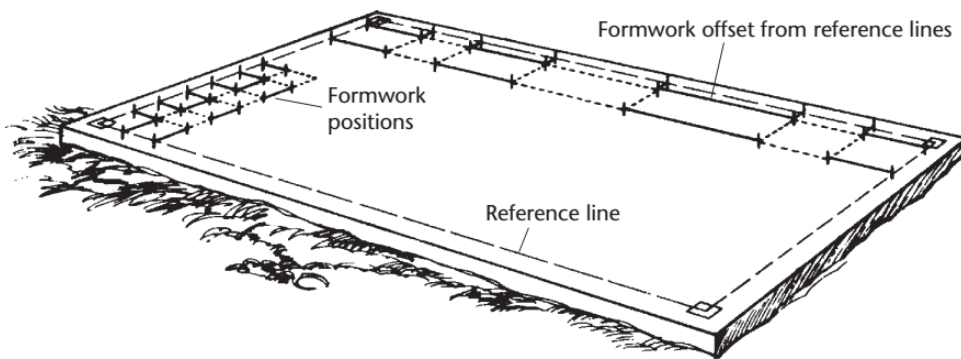




# PRIMENA PRAKTIČNIH SOFTVERA INSTALIRANIH U INSTRUMENTU

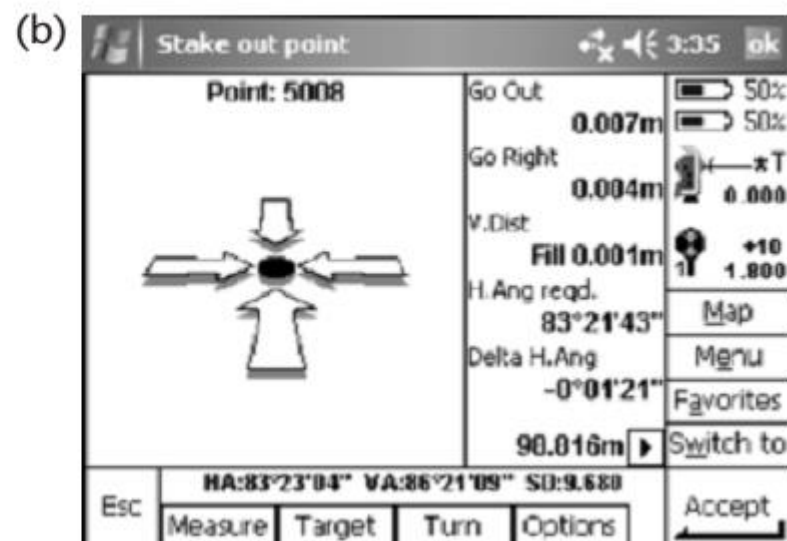
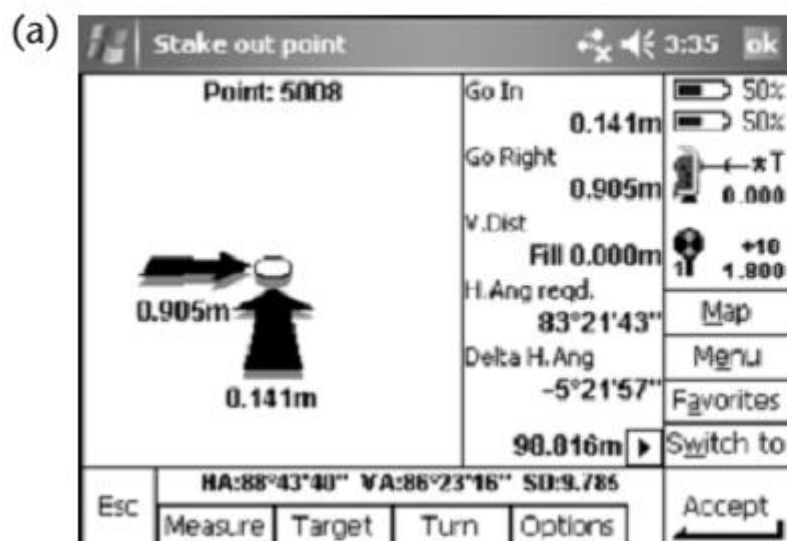
**Reference line** (referentna linija): Referentna linija je drugi najčešće korišćeni softver u modernim totalnim stanicama. Ona omogućava formiranje virtuelne linije od dve poznate tačke ili od dve snimljene tačke, na osnovu koje je moguće dobiti ortogonalno ili polarno udaljenje tačke koja se obeležava ili tačke koja se snima. Pogodno je za:

- Obeležavanje i kontrolu tačaka na liniji i upravnih odstojanja,
- Obeležavanje i kontrolu tačaka na projektovanom nagibu,
- Obeležavanje tačaka u gridu,
- Obeležavanje segmenata na projektovanom pravcu.



# PRIMENA PRAKTIČNIH SOFTVERA INSTALIRANIH U INSTRUMENTU

**Stake out (Obeležavanje):** Totalne stanice opremljene su adekvatnim softverom za geodetsko obeležavanje. Prethodno pripremljene koordinate tačaka za obeležavanje učitavaju se u instrument i dostupne su softveru za obeležavanje. Potrebno je podesiti stanicu u koordinatnom sistemu objekta (geodetske mreže) i odabrati tačku koju želimo da obeležimo.



# PRIMENA PRAKTIČNIH SOFTVERA INSTALIRANIH U INSTRUMENTU

**Robotizovane totalne stanice:** Robotizovane totalne stanice omogućavaju daljinsku kontrolu nad instrumentom što omogućava smanjenje broja ljudi potrebnih za obeležavanje. Jedan čovek može kontrolisati stanicu i obeležavati tačke na terenu.



# VISINSKO (1D) OBELEŽAVANJE

Obeležavanje visina podrazumeva prenošenje projektovanih visina tačaka na teren. U te svrhe koristi se:

- Geometrijski nivelman (nivelir)
- Trigonometrijski nivelman (totalne stanice)
- Rotacioni niveliri
- Hidrostatički nivelman
- GNSS tehnologija

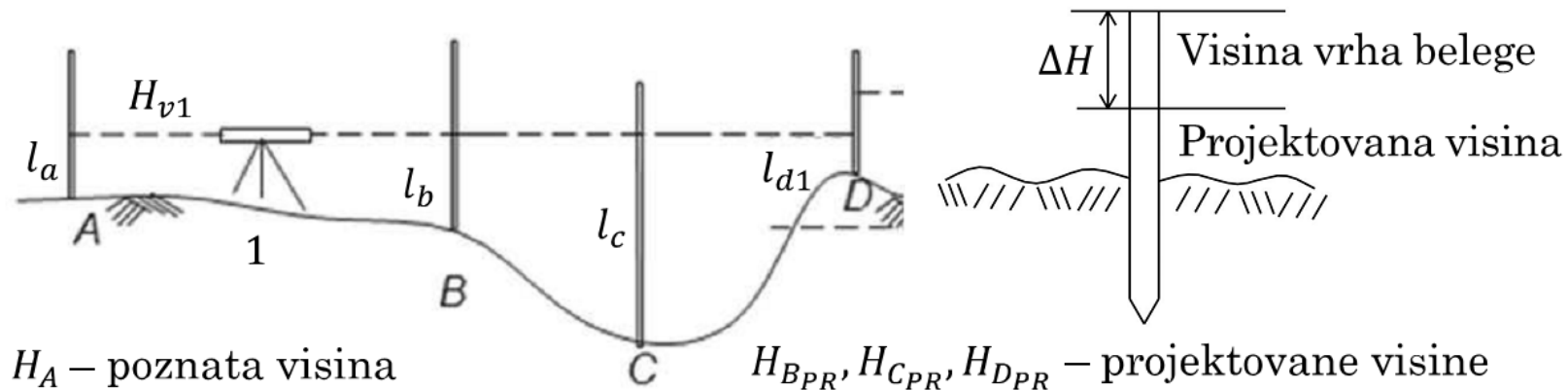
# VISINSKO (1D) OBELEŽAVANJE GEOMETRIJSKIM NIVELMANOM

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

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

$$\Delta H_B = H_{B_{PR}} - H_B, \quad \Delta H_C = H_{C_{PR}} - H_C, \quad \Delta H_D = H_{D_{PR}} - H_D$$

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





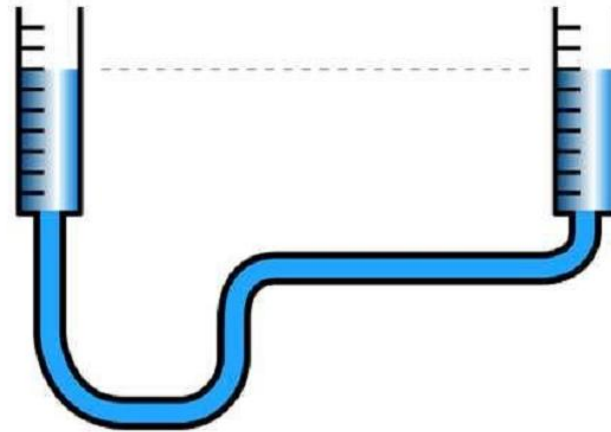


# VISINSKO (1D) OBELEŽAVANJE TRIGONOMETRIJSKIM NIVELMANOM

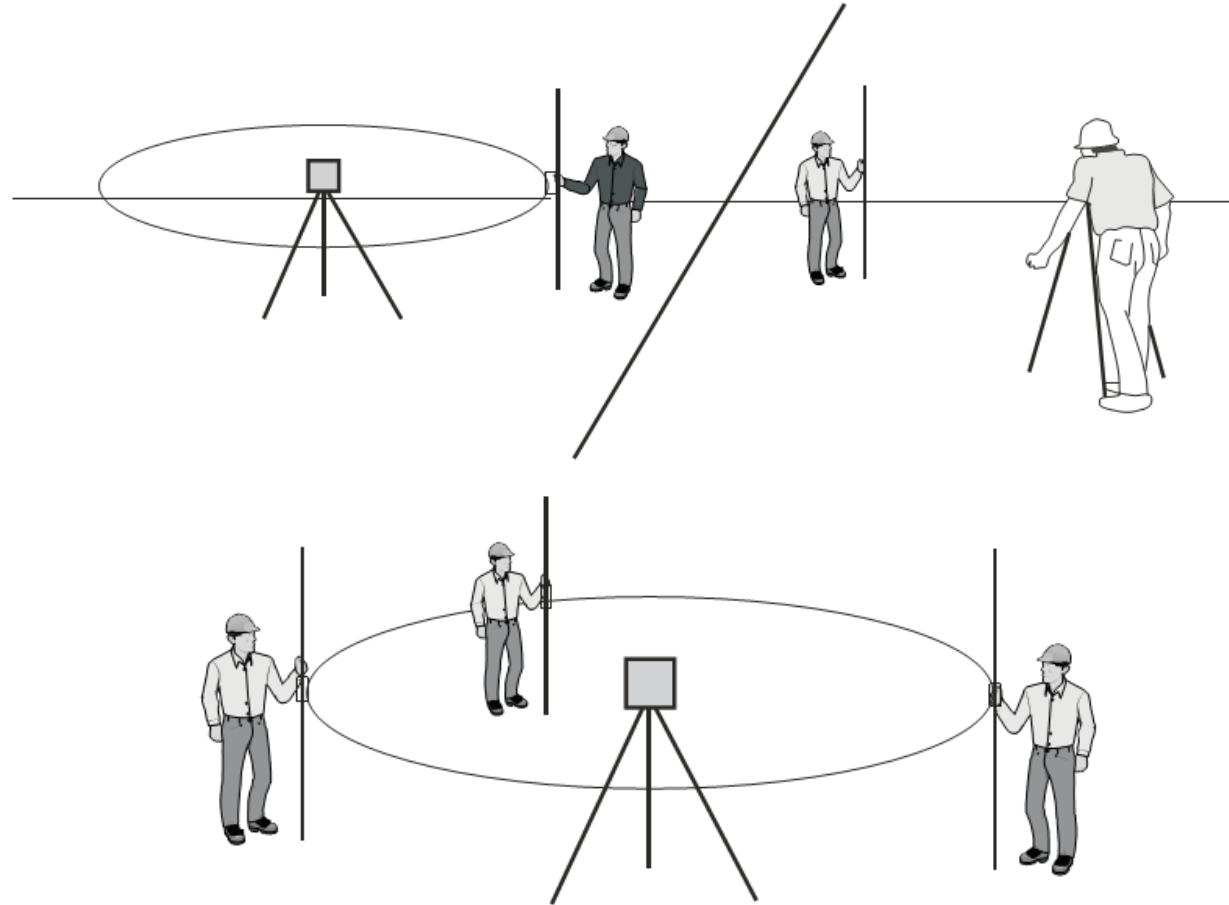
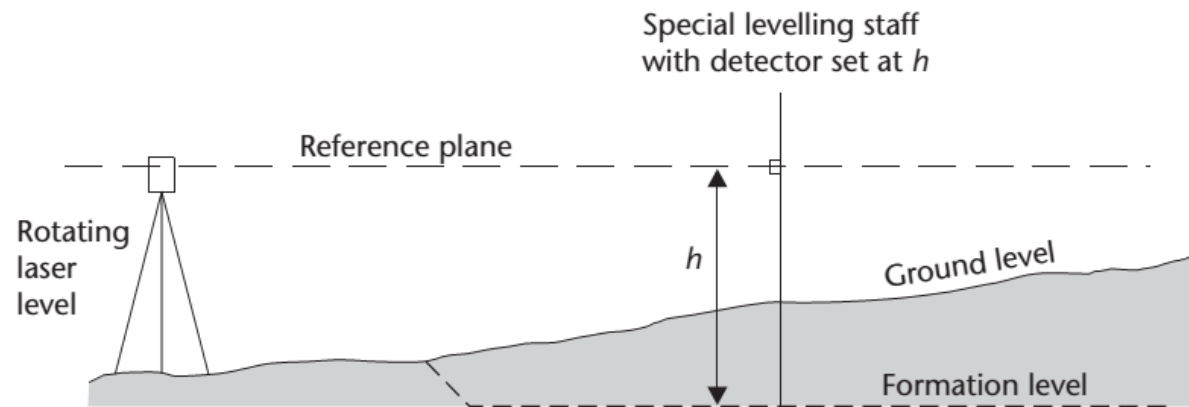


# VISINSKO (1D) OBELEŽAVANJE HIDROSTATIČKIM NIVELMANOM

- Obeležavanje visina tačaka metodom hidrostatičkog nivelmana zasniva se na korišćenju pribora koji radi na principu spojenih sudova.
- Dve staklene posude međusobno povezane providnim gumenim crevom koje je napunjeno tečnošću (alkoholom ili destilovanom vodom).



# KORIŠĆENJE ROTACIONIH LASERSKIH NIVELIRA



# OBELEŽAVANJE ZGRADA

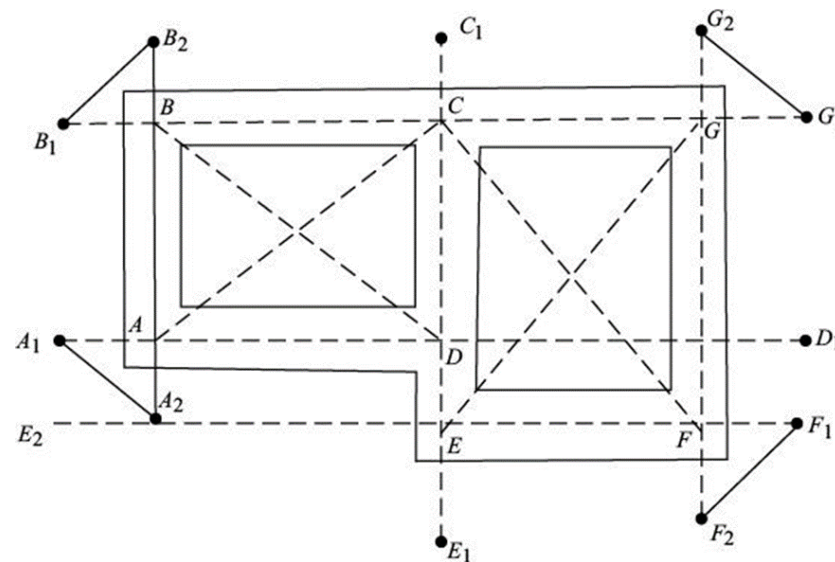
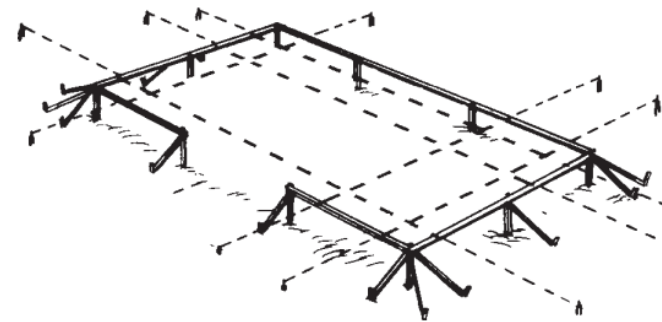
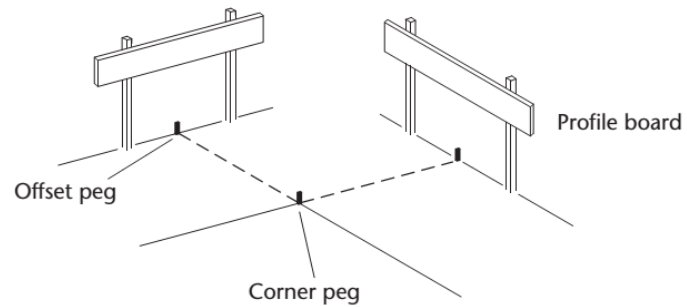
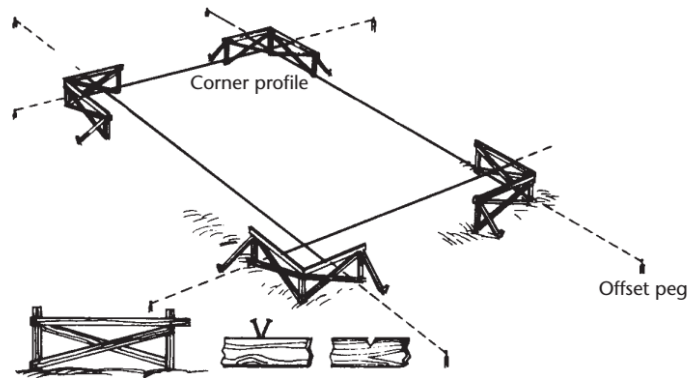
Geodetsko obeležavanje zgrada može se podeliti u faze shodno faza izgradnje:

- Pripremni radovi (obeležavanje gradilišta i zemljanih radova)
- Obeležavanje temelja (šipovi i nadglavne grede).
- Obeležavanje nadzemne konstrukcije (stubovi, zidovi, ploče itd).

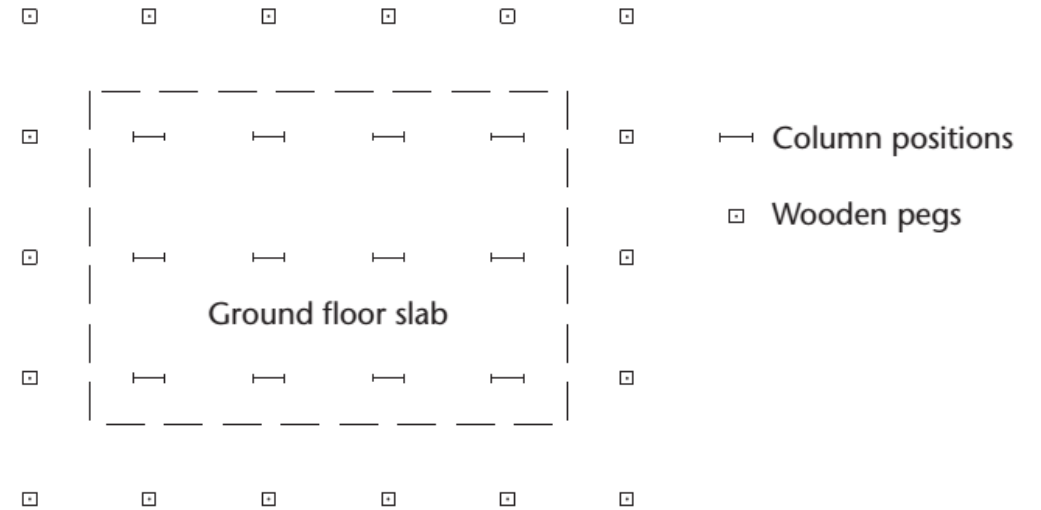
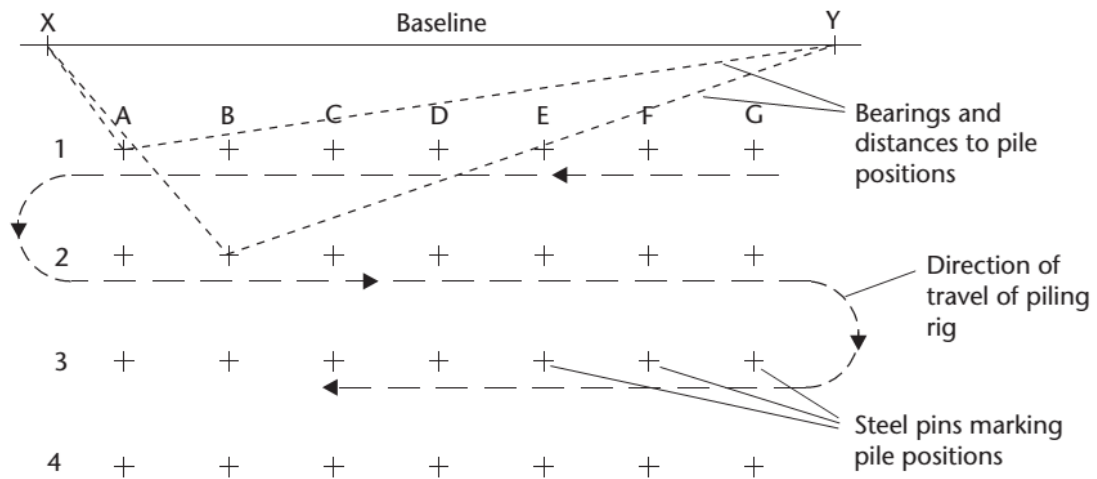




# OBELEŽAVANJE ZGRADA - ISKOPI



# OBELEŽAVANJE ZGRADA - ŠIPOVI



# OBELEŽAVANJE ZGRADA – DETALJNO OBELEŽAVANJE - STUBOVI

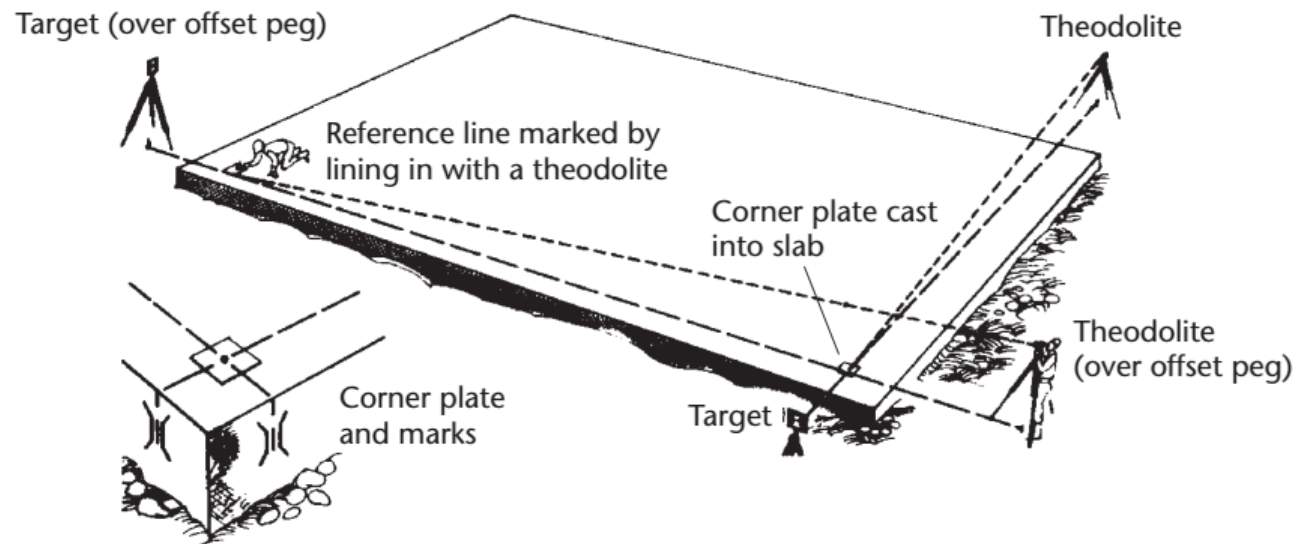
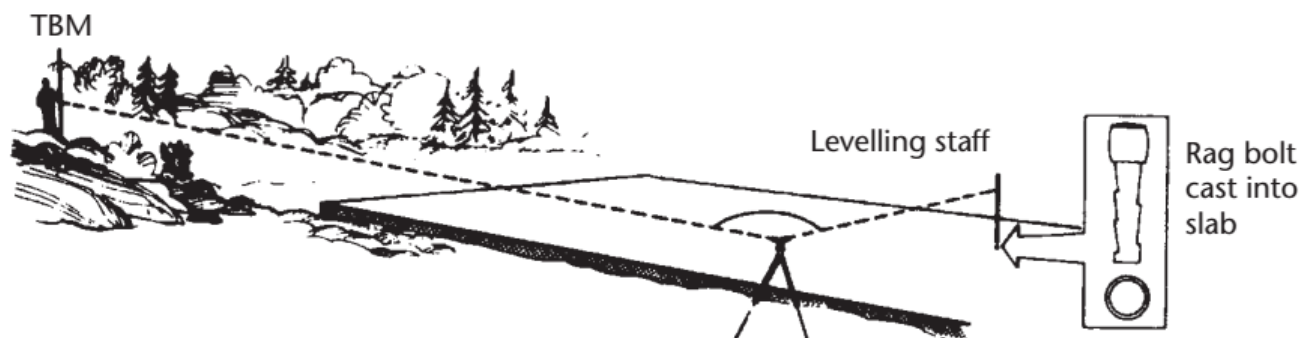


Figure 11.44 • Transferring horizontal control to a ground floor slab.



# OBELEŽAVANJE ZGRADA – PRENOŠENJE VISINE

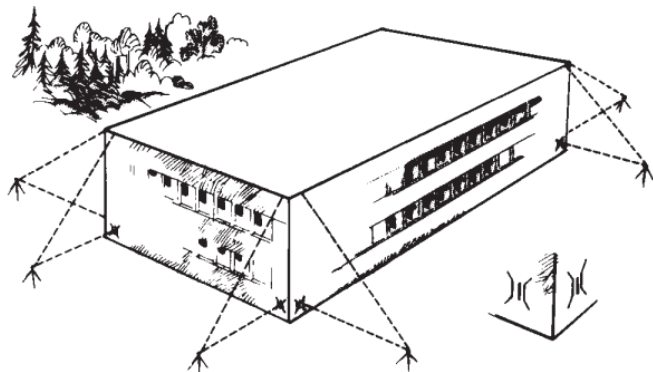
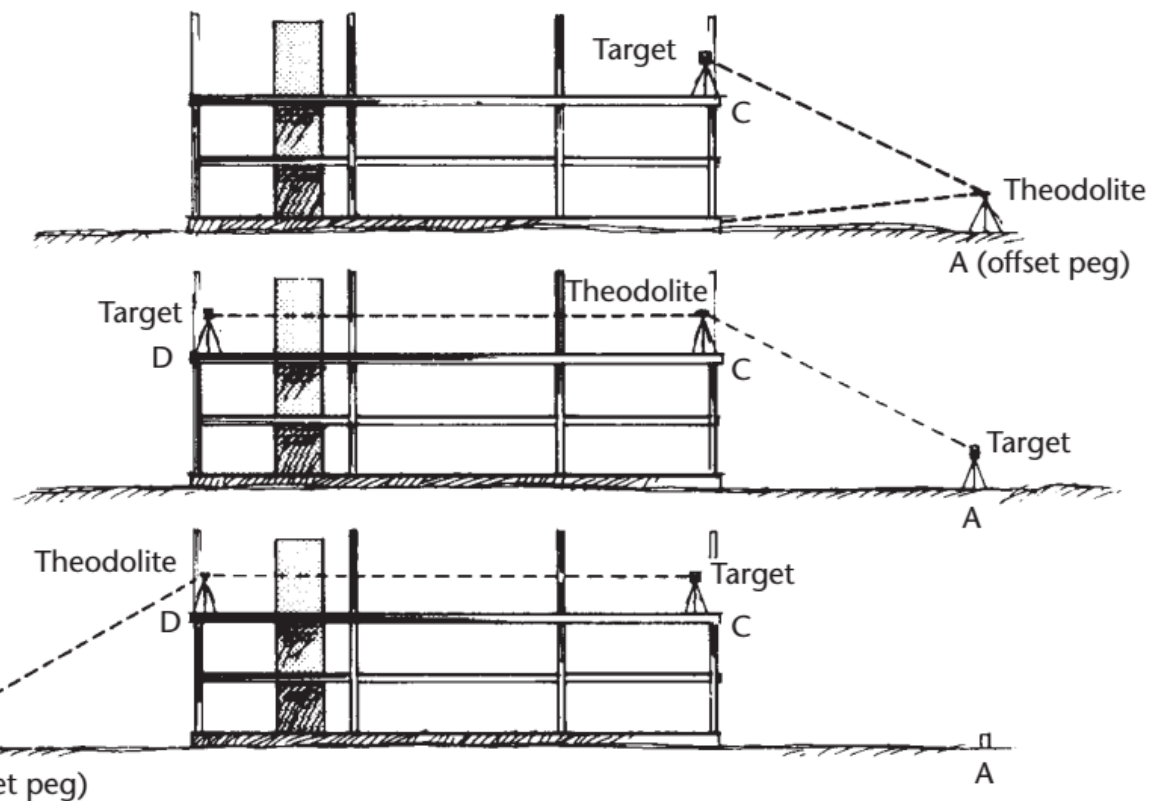
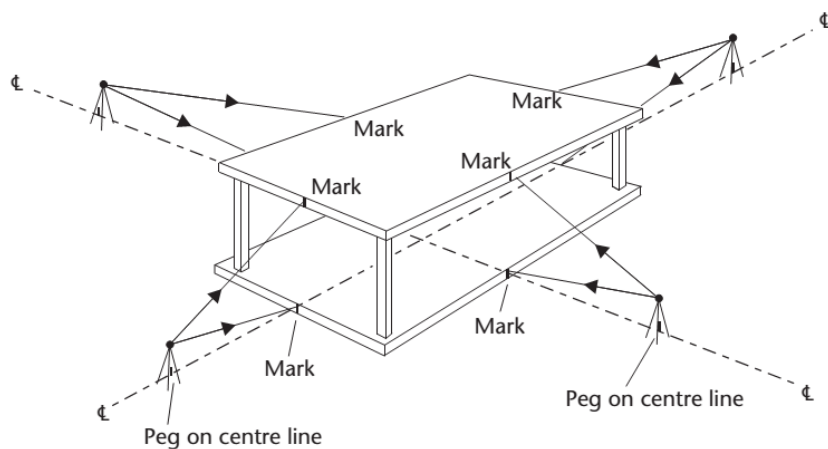
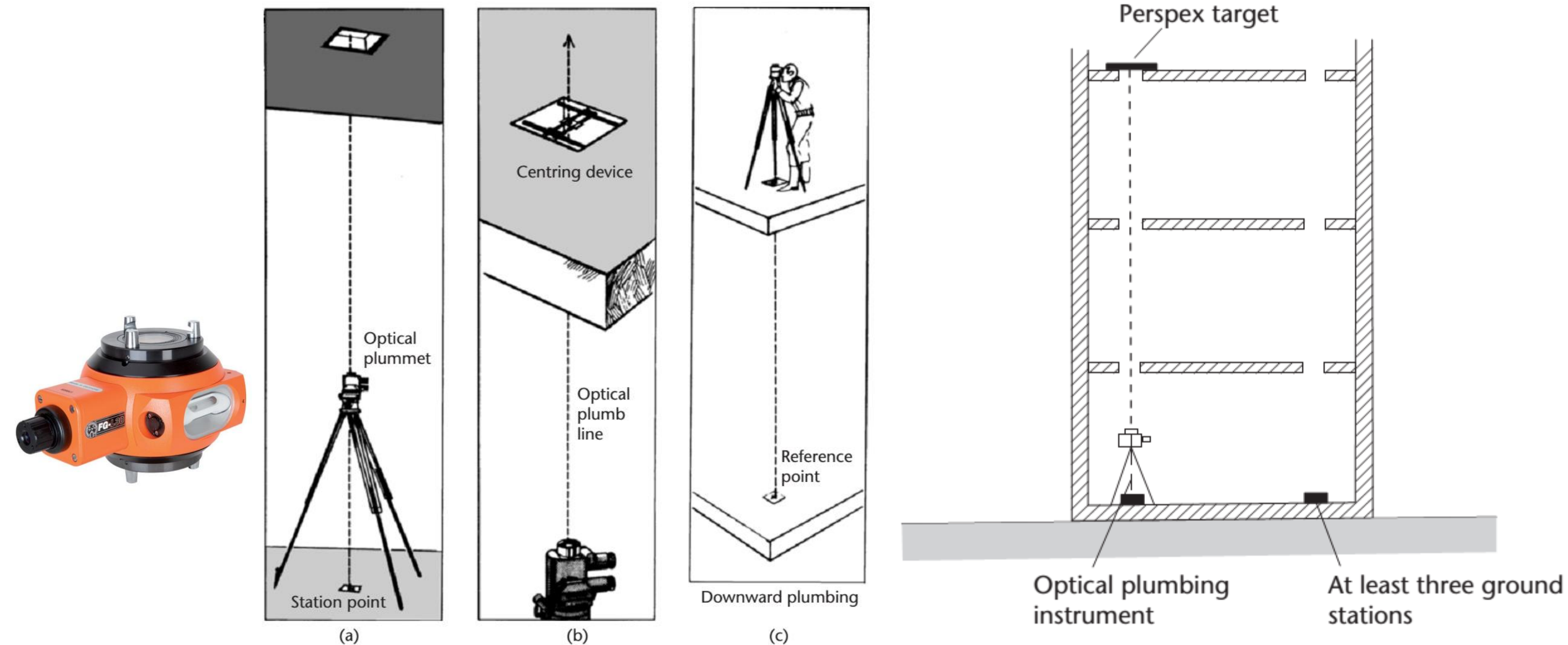


Figure 11.57 • Transfer of control in a multi-storey structure.



# OBELEŽAVANJE ZGRADA – prenošenje vertikale



# OBELEŽAVANJE PUTEVA

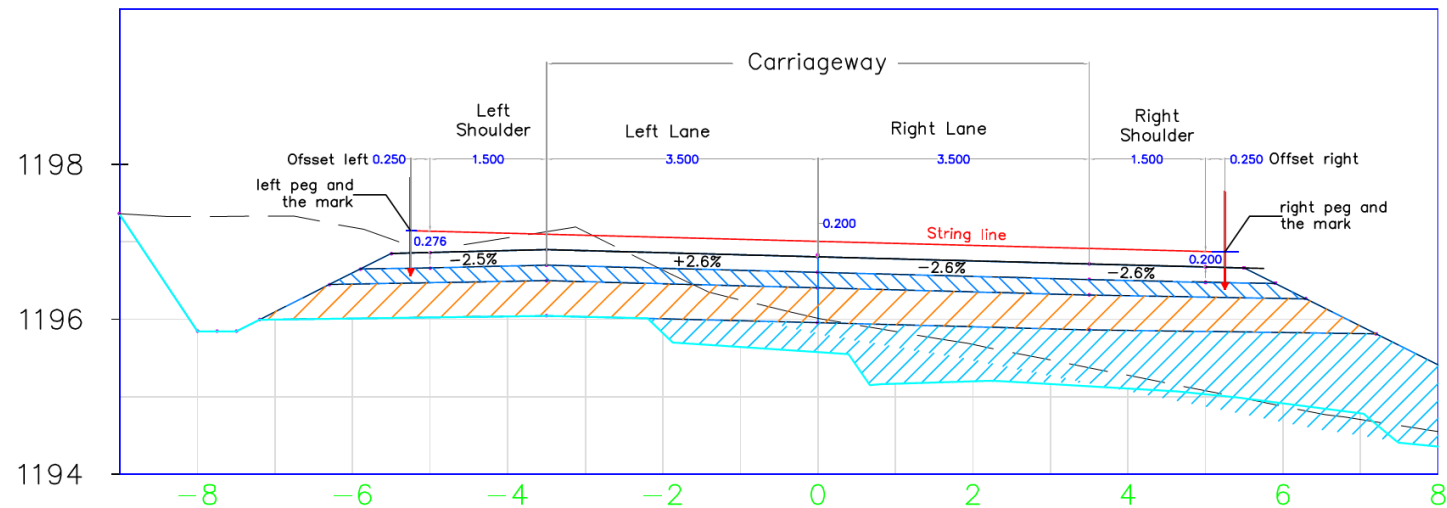




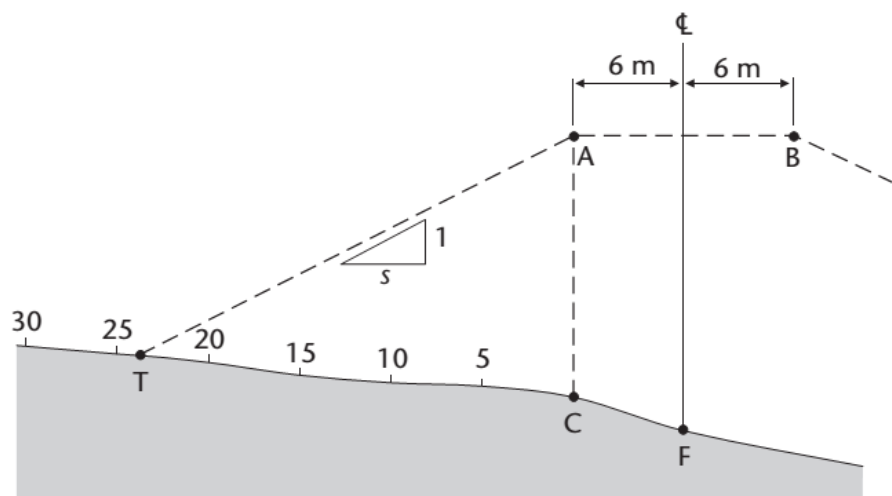
# OBELEŽAVANJE PUTEVA

CHAINAGE											Levels on Pegs				CHAINAGE	DIPING FOR SHOLDER 5m	
											For Left Pavement		For Right Pavement				
	E	N	TOP OF BASE	LHS SHOLDER	Cross Slope left (%)	Cross Slope right (%)	RHS SHOLDER	Offset LHS	Offset RHS	Left Peg (L-LP)	Left Peg (R- LP)	Right Peg (L-RP)	Right Peg (R-RP)	LHS		RHS	
24+800	407214.658	25315.515	1195.204	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1195.540	1195.540	1195.267	1195.267	24+800	0.276	0.200	
24+810	407206.570	25309.634	1195.404	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1195.740	1195.740	1195.467	1195.467	24+810	0.276	0.200	
24+820	407198.424	25303.834	1195.604	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1195.940	1195.940	1195.667	1195.667	24+820	0.276	0.200	
24+830	407190.221	25298.115	1195.804	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1196.140	1196.140	1195.867	1195.867	24+830	0.276	0.200	
24+840	407181.960	25292.480	1196.004	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1196.340	1196.340	1196.067	1196.067	24+840	0.277	0.200	
24+850	407173.644	25286.926	1196.204	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1196.540	1196.540	1196.267	1196.267	24+850	0.276	0.200	
24+860	407165.272	25281.457	1196.404	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1196.740	1196.740	1196.467	1196.467	24+860	0.276	0.200	
24+870	407156.846	25276.071	1196.604	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1196.940	1196.940	1196.667	1196.667	24+870	0.276	0.200	
24+880	407148.367	25270.770	1196.804	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1197.140	1197.140	1196.867	1196.867	24+880	0.276	0.200	
24+890	407139.835	25265.554	1197.004	-2.50%	2.60%	-2.60%	-2.60%	5.25	5.25	1197.340	1197.340	1197.067	1197.067	24+890	0.277	0.200	

24+880



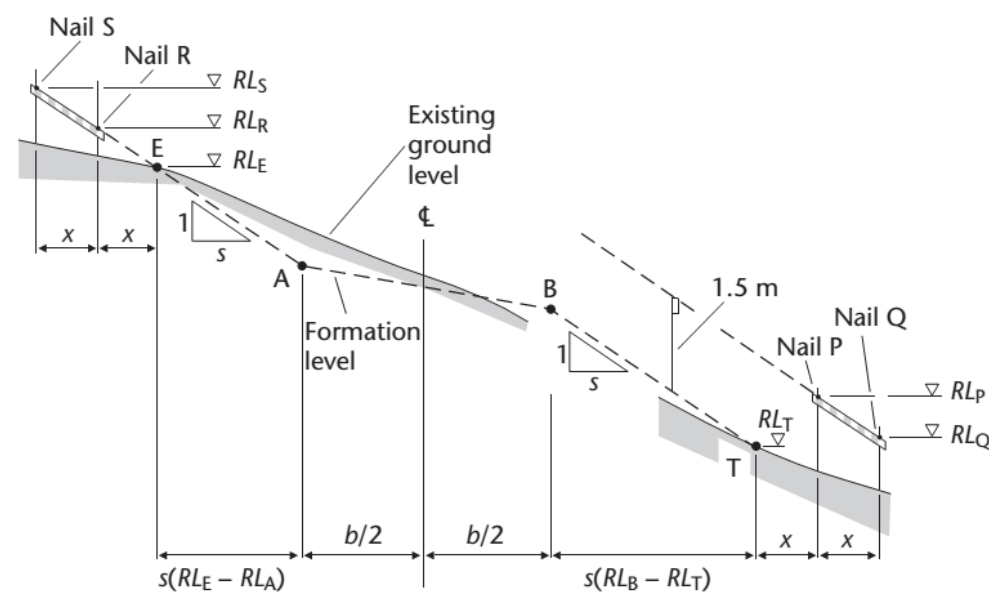
# OBELEŽAVANJE PUTEVA – obeležavanje nasipa



Obeležavanje dna nožice nasipa

$$RL_S = RL_E + \left( \frac{2x}{s} \right)$$

$$RL_R = RL_E + \left( \frac{x}{s} \right) = RL_S - \left( \frac{x}{s} \right)$$

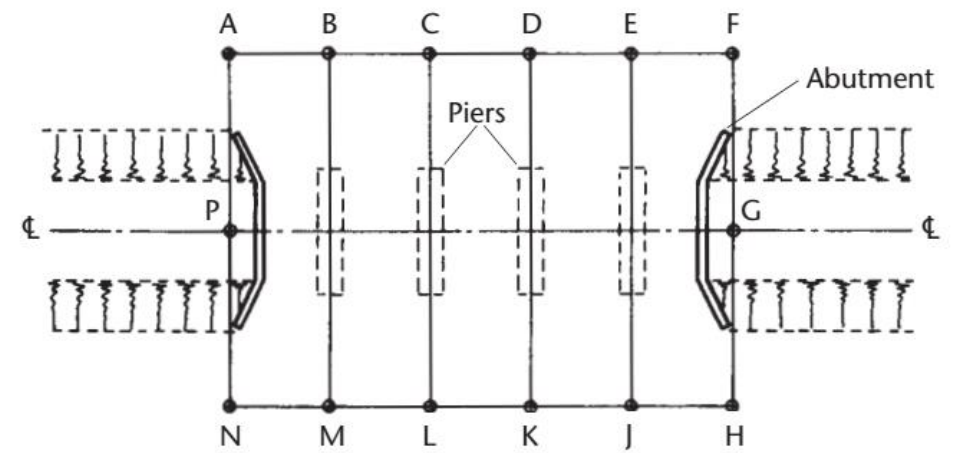
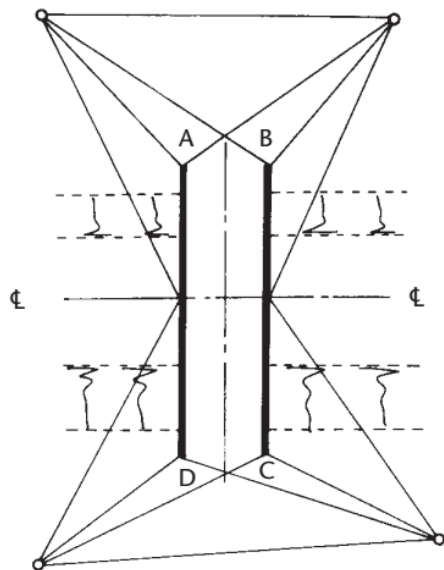
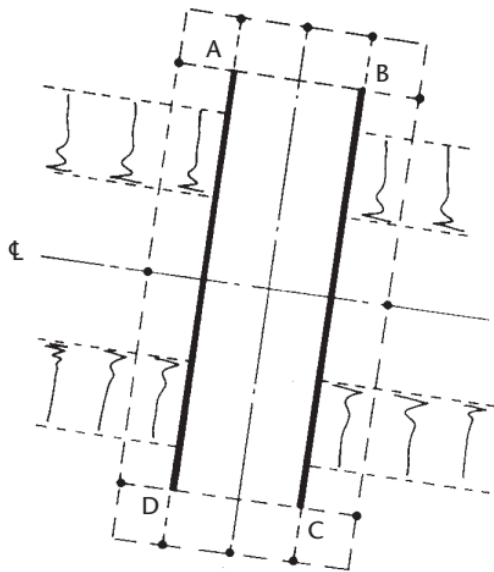


Obeležavanje projektovanog nagiba

$$RL_Q = RL_T - \left( \frac{2x}{s} \right) + 1.5$$

$$RL_P = RL_T - \left( \frac{x}{s} \right) + 1.5 = RL_Q + \left( \frac{x}{s} \right)$$

# OBELEŽAVANJE MOSTOVA



# KONTROLA GEODETSKOG OBELEŽAVANJA

- Ponavljanje obeležavanja - isti instrument i pribor, druge orijentacione tačke.
  - Ponavljanje obeležavanja - drugi instrument, pribor i ekipa.
  - Merenje frontova - rastojanja između obeleženih tačaka.
  - Merenje uglova između obeleženih tačaka.
  - Kombinacija metoda - presecanje pravaca napred pri obeležavanju, a presecanje pravaca nazad prilikom kontrole obeležavanja.
- 

## KONTROLA PODRAZUMEVA PRETHODNO DEFINISANA DOZVOLJENA ODSTUPANJA

# DOBRA PRAKSA PRILIKOM OBELEŽAVANJA

- **Koristite naprednu opremu:** Moderni geodetski instrumenti poput totalnih stanica, GPS uređaja i laserskih nivelira značajno poboljšavaju tačnost i efikasnost prilikom obeležavanja. Upotreba robotizovanih totalnih stanica omogućava precizna merenja čak i u izazovnim uslovima.
- **Pažljivo pregledajte projektne planove:** Pre početka obeležavanja, geodeti moraju detaljno pregledati projektne planove kako bi razumeli sve dimenzije, kote i specifikacije. Unakrsna provera ovih planova sa stanjem na terenu pomaže u ranom otkrivanju potencijalnih neslaganja.
- **Uspostavite jasnu komunikaciju:** Efikasna komunikacija između geodeta, inženjera, arhitekata i građevinskih ekipa je ključna. Redovni sastanci i ažuriranja osiguravaju da su sve strane usklađene i svesne eventualnih promena ili problema.
- **Redovno vršite inspekcije:** Periodične inspekcije tokom procesa gradnje pomažu uveravanju da su svi obeleženi tačke tačni i da nisu pomereni. Ovaj proaktivni pristup pomaže u očuvanju integriteta obeležavanja tokom projekta.
- **Sve dokumentujte:** Detaljna dokumentacija svih aktivnosti obeležavanja, uključujući merenja, proračune i prilagođavanja, je neophodna. Ova dokumentacija pruža referencu za rešavanje svih sporova ili neslaganja koja mogu nastati.

# TAČNOST OBELEŽAVANJA

## GEODETSKO OBELEŽAVANJE INŽENJERSKIH OBJEKATA PODRAZUMEVA ISPUNJENJE KRITERIJUMA TAČNOSTI!

Tačnost geodetskog obeležavanja može se klasifikovati u:

- Apsolutnu tačnost,
- Relativnu tačnost.

Tačnost geodetskog obeležavanja određuje izbor i razradu metodologije obeležavanja.

Neophodna tačnost uslovljena je kriterijumima koji se obično zadaju u vidu građevinske tolerancije ili dopuštenih odstupanja i razlikuje se za određene faze radova:

- Pripremni radovi (obeležavanje gradilišta i zemljanih radova)
- Obeležavanje temelja
- Obeležavanje nadzemne konstrukcije

*Vrednosti dozvoljenog odstupanja*

Vrsta radova	$\Delta$ [cm]
Zemljani radovi	5-6
Beton	2
Čelik	0,5-1
Staklo	0,1-0,3

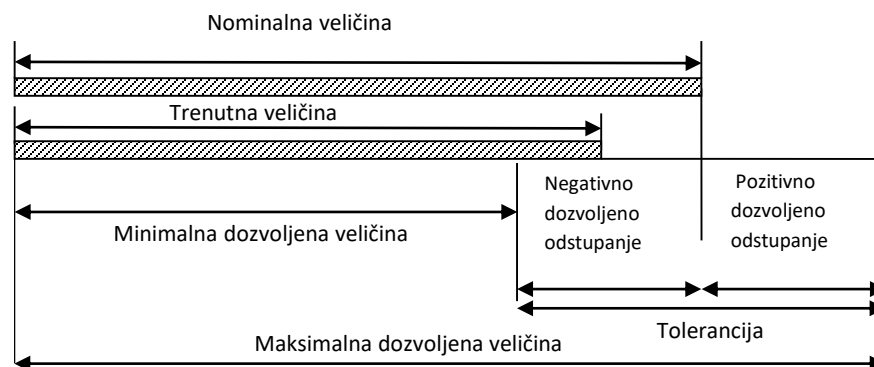


# Građevinska tolerancija

Na slici dat je grafički prikaz tolerancije u odnosu na: nominalnu (istinitu) veličinu, minimalnu i maksimalnu dozvoljenu i trenutnu veličinu. Prikazano je minimalno  $\Delta_{min}$  i maksimalno  $\Delta_{max}$  dozvoljeno odstupanje. Tolerancija je jednaka sumi minimalnog i maksimalnog dozvoljenog odstupanja:

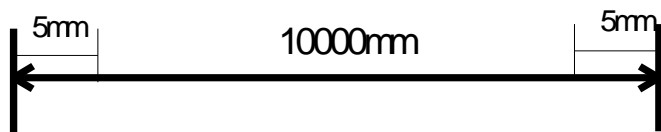
$$T = \Delta_{min} + \Delta_{max},$$

ako je  $\Delta_{min} = \Delta_{max}$ , onda je  $T = 2\Delta$ , gde je  $\Delta$ - dozvoljeno odstupanje.



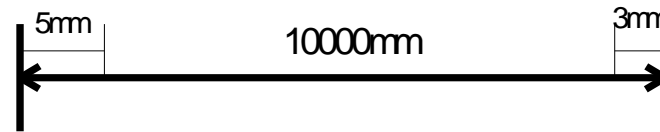
Veličina tolerancije se može odrediti na osnovu teorije (npr. primenom greške funkcije) ili na osnovu inženjerskog znanja i iskustva. Proračunata teorijska vrednost ili procenjena iskustvena vrednost tolerancije mora da se proveriti eksperimentalnim putem, najčešće pomoću modela.

# Dozvoljena odstupanja



a)  $\Delta_1 \equiv \Delta_2 = 5 \text{ mm}$

- simetrična dozvoljena  
odstupanja



b)  $\Delta_1 = 5 \text{ mm} , \Delta_2 = 3 \text{ mm}$

- asimetrična dozvoljena  
odstupanja

BRITISH STANDARD

---

## Building setting out and measurement —

Part 1: Methods of measuring, planning  
and organization and acceptance  
criteria

BS 5964-1:  
1990

ISO 4463-1:  
1989

*Incorporating  
Amendment No. 1*

# Osvrt na standarde i specifikacije

Načelo kriterijuma prihvatljivosti tačnosti tačke geodetske mreže i obeležene tačke objekta utvrđeno je u standardu BS5964 i SD 12/96 'Priručnik ugovornih dokumenata za radove na putevima - geodetski pregledi' koji su prihvaćeni je na međunarodnom nivou. Sledeće specifikacije primenjuju ovo načelo na građevinske radove i povezuju se, koliko je moguće, sa pomenutim publikacijama.

Kriterijumi prihvatljivosti su određeni u terminima interne, a ne apsolutne tačnosti i dati su kao dozvoljena odstupanja za rastojanja, azimute, uglove i visine. Unutrašnja tačnost je kritičnija za proces izgradnje od apsolutne tačnosti tačaka u višem kontrolnom sistemu.

Odnos između dozvoljenog odstupanja (PD) i srednje kvadratne greške (RMSE) je:

$$PD = 2.5 \times RMSE$$

Dozvoljeno odstupanje nije tolerancija već statistička varijacija koja uzima u obzir normalnu raspodelu grešaka merenja. U praksi, kada se radi sa tolerancijama, obeležavanje treba da bude tri puta tačnije od tolerancije da bi se u obzir uzela normalna raspodela grešaka.

# PROJEKAT GEODETSKOG OBELEŽAVANJA

Metodologija geodetskog obeležavanja razrađuje se u okviru Projekta geodetskog obeležavanja. Projekat geodetskog obelažavanja izrađuje se u cilju definisanja:

- Koordinatnog sistema objekta (geodetska mreža),
- Predmeta obeležavanja - projektovane pozicije i geometrije objekta,
- Procedura preuzimanja podataka (tehnički crteži iz projekta),
- Metodologije geodetskog obeležavanja za određene pozicije izgradnje objekta u skladu sa definisanim građevinskim tolerancijama-dopuštenim odstupanjima, (pripremni radovi, radovi na betonskoj konstrukciji, radovi na čeličnoj konstrukciji, instalacije itd.)
- Procedura kontrole geodetskog obeležavanja,
- Načina izveštavanja.

**HVALA NA PAŽNJI!**