

Metode izmjera detalja

- ortogonalna
- polarna (tahymetrijska)

Geodetska izmjera

- Sve definicije geodezije kao nauke, ističu da je njezin **primarni zadatak**: *mjerenje i prikazivanje većeg ili manjeg dijela površine Zemlje na planovima i kartama različitih mjerila.*

- **Geodetska izmjera je**

- prikupljanje,
- obrada
- i prikazivanje podataka

prikupljenim geodetskim metodama

o reljefu i izgrađenim ili prirodnim objektima na površini Zemlje



Geodetska izmjera

Vrste :

- **Izmjera geodetske osnove** – control survey
definiranje geodetske osnove
- **Topografski izmjera**– topographic survey
prikaz konfiguracije terena (reljefa), te položaja prirodnih i izgrađenih objekata;
- **Građevinski izmjera** - construction survey
za izgradnju građevinskih objekata
- **Izmjera zemljišta** – land survey
za potrebe katastarsa
- **Fotogrametrijska izmjera** – photogrammetric survey;
- **Hidrografska izmjera** – hydrographic survey
određivanja obalne crte, mjerenja morskih mijena, geoloških, geofizičkih, geomagnetskih i gravimetrijskih mjerenja mora i morskog dna

Geodetska izmjera

- **Podaci o izmjerenom području osim u geodeziji koriste i u mnogim drugim područjima kao što su:**
 - **kartografija,**
 - **GIS,**
 - **graditeljstvo,**
 - **arhitektura,**
 - **urbanizam i prostorno planiranje,**
 - **agronomija,**
 - **šumarstvo,**
 - **promet, telekomunikacije,**
 - **radiokomunikacije,**

Geodetska izmjera

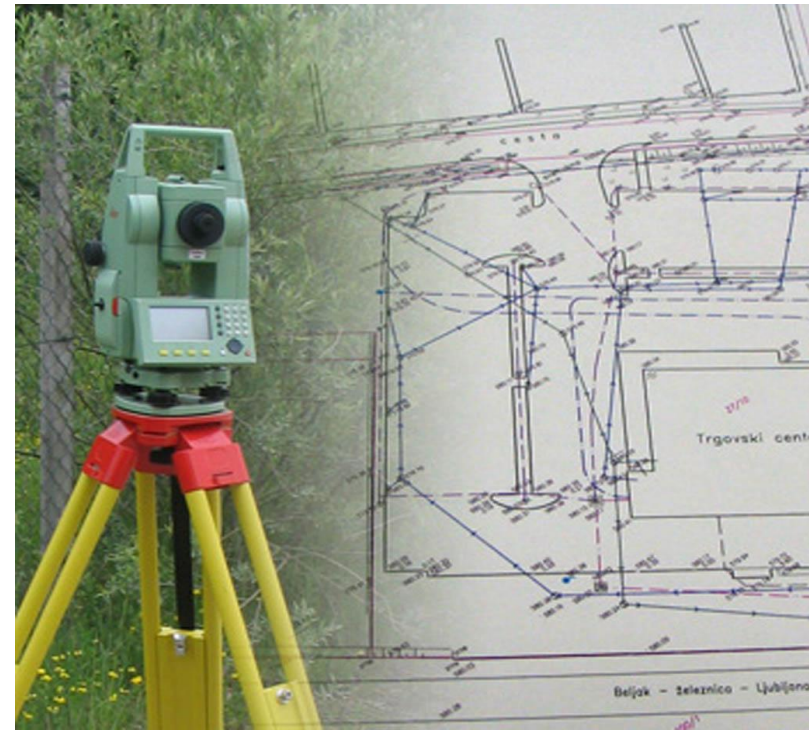
➤ Tok mjernog postupka

- **Odabir instrumenta i metode:**
 - instrument biramo ovisno o predviđenoj metode
 - metodu definiramo prema točnosti koju trebamo postići
- **Postupak mjerenja:**
 - **organizacija mjerenja:**
 - priprema instrumentarija
 - odabir i priprema pomoćnog pribora
 - definiranje terenske ekipe i vremena početka mjerenja
 - **izvođenje terenskih mjerenja i registriranje mjerenih veličina**
 - **terenska kontrola kvaliteta mjerenja**
 - **izvedba "pomoćnih" mjerenja** (npr. mjerenje meteoroloških parametara ...)

Geodetska izmjera

➤ Metoda izmjere uključuje:

- instrument kojim mjerimo i odgovarajući pribor
- propisani postupak izvođenja mjerenja, koji omogućava ostvarivanje tražene kvalitete mjerenja (smanjivanje i eliminiranje pogrešaka ...)
- postupak obrade mjerenih veličina
- način računanja traženih veličina



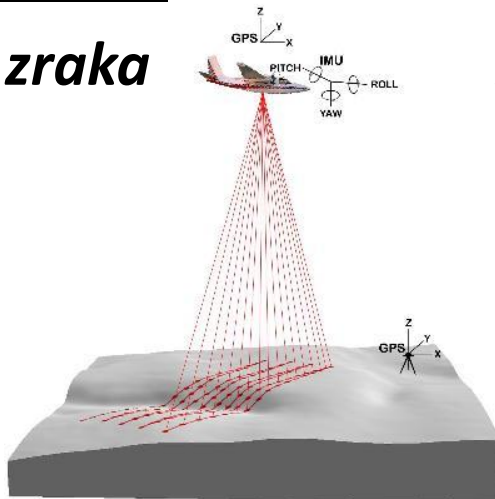
Geodetska izmjera

- Geodetske metode izmjere dijele se na dvije osnovne skupine:

- **neposredne**, kod kojih se *i instrument i opažač nalaze se na površini Zemlje*



- **posredne** kod kojih se izmjera terena izvodi iz zraka ili iz svemira

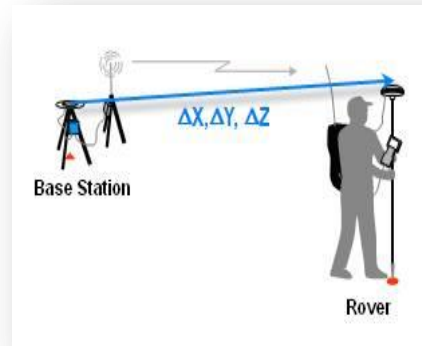


Geodetska izmjera

- **Neposredne metode:**
 - ortogonalna – rijetko se koristi
 - **polarna**

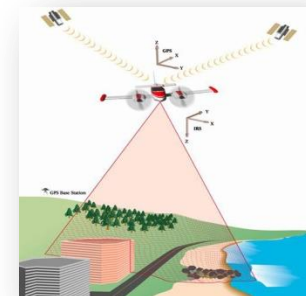


- **satelitska GNSS_RTK**

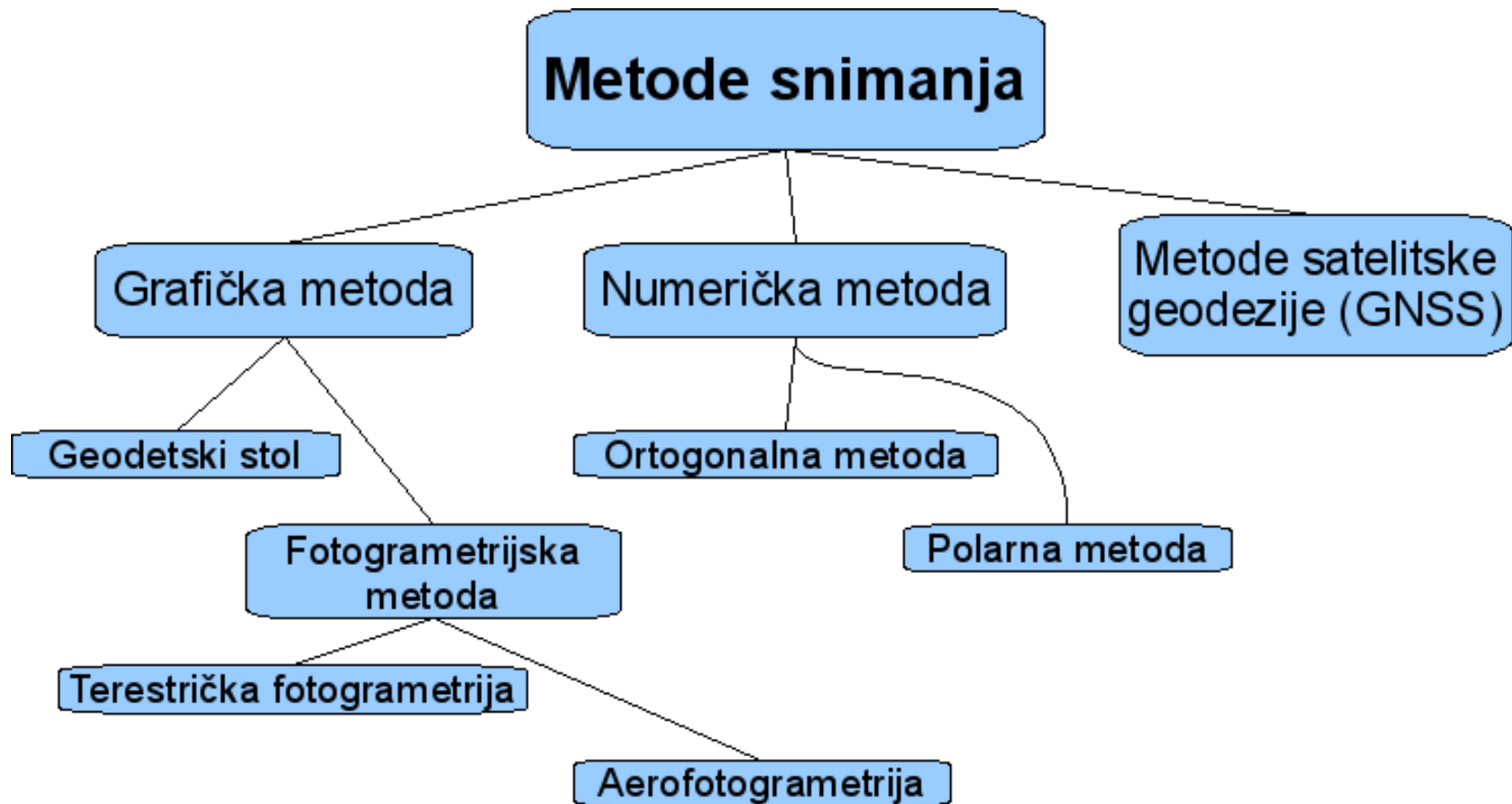


Koje se uglavnom koriste pri izmjeri terena danas

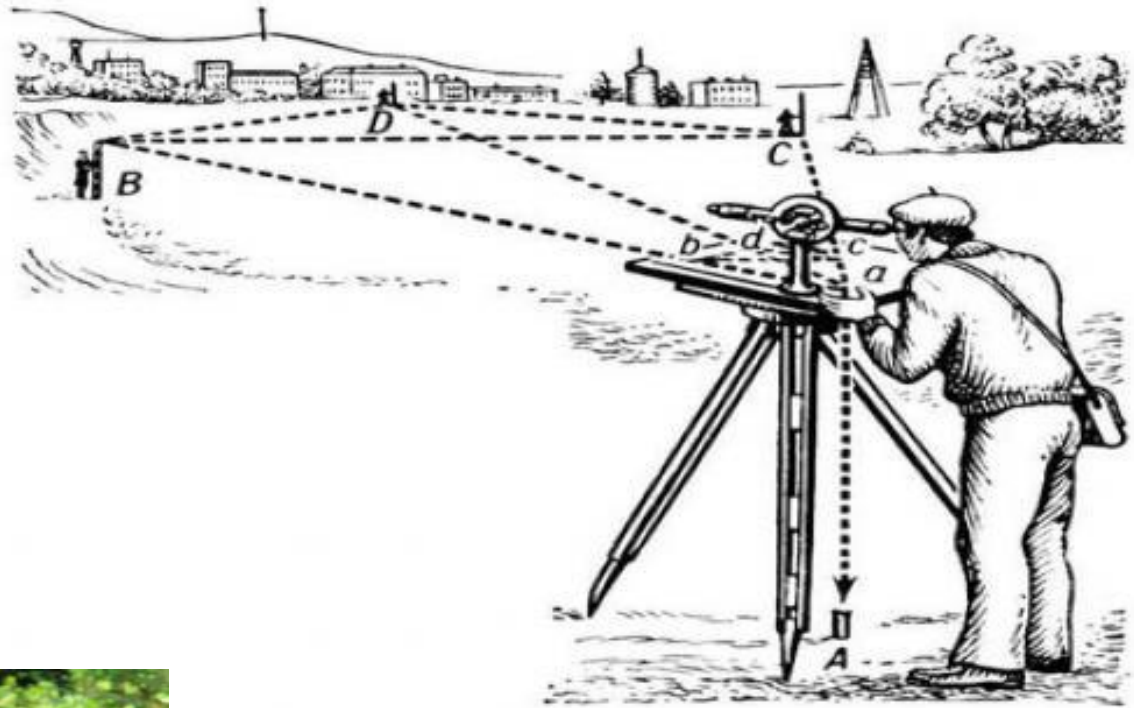
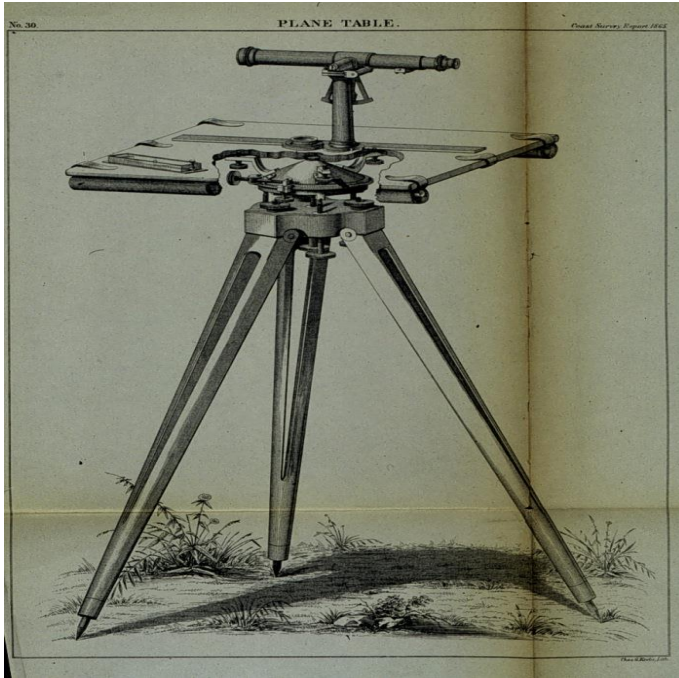
- **Posredne metode:**
 - fotogrametrijska
 - daljinska istraživanja (remote sensing)



Metode izmjere (snimanja)



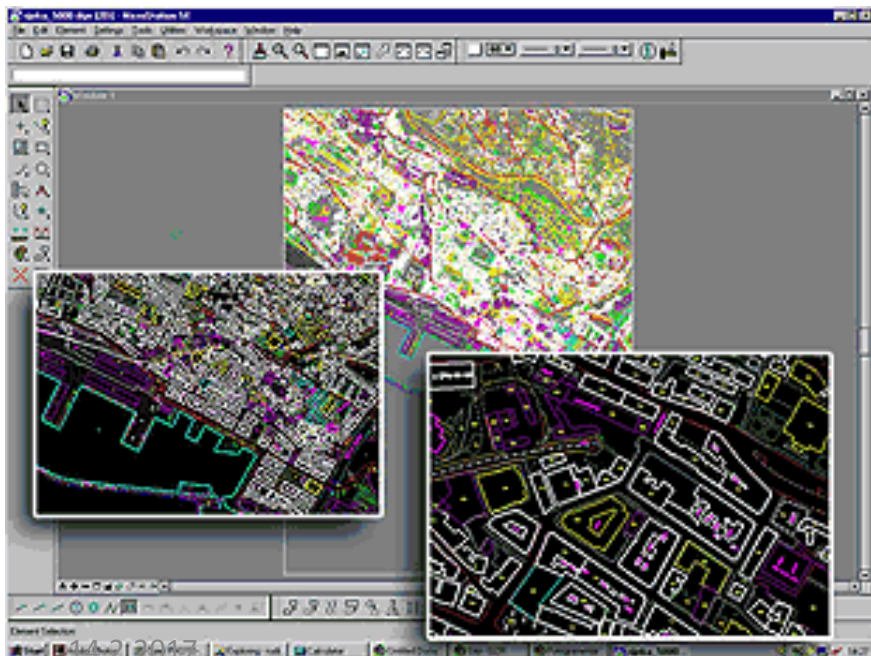
Grafička izmjera



mjerenje → **geodetskim stolom**
Većina katastarskih planova izrađena je u mjerilu 1:2880, a rjeđe u mjerilu 1:1440 na osnovu grafičke izmjere

Fotogrametrijska metoda

- Fotogrametrija → na osnovi fotografskih mjernih snimaka u analognom ili digitalnom obliku i s određenim instrumentima mogu se dobiti trodimenzionalni prikazi terena i objekata.
- Dijeli se na:
 - *Terestričku fotogrametriju* – kamera se nalazi na vanjskoj površini Zemlje
 - *Aerofotogrametriju* – kamera je smještena u avionu ili helikopteru.



Računalna obrada foto-snimaka

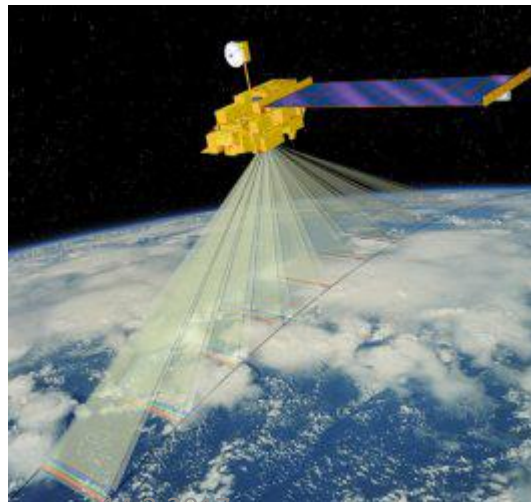


Mjerna kamera

Daljinska istraživanja - *Remote sensing*

- Instrumenti za daljinska istraživanja su senzori smješteni najčešće u shuttle-ovima, satelitima, i u zrakoplovima
- Daljinska istraživanja primjenjuju se osim pri snimanju reljefa i u meteorologiji, agronomiji, praćenju potresa itd.

Satelit



LiDAR-Light Detection and Ranging



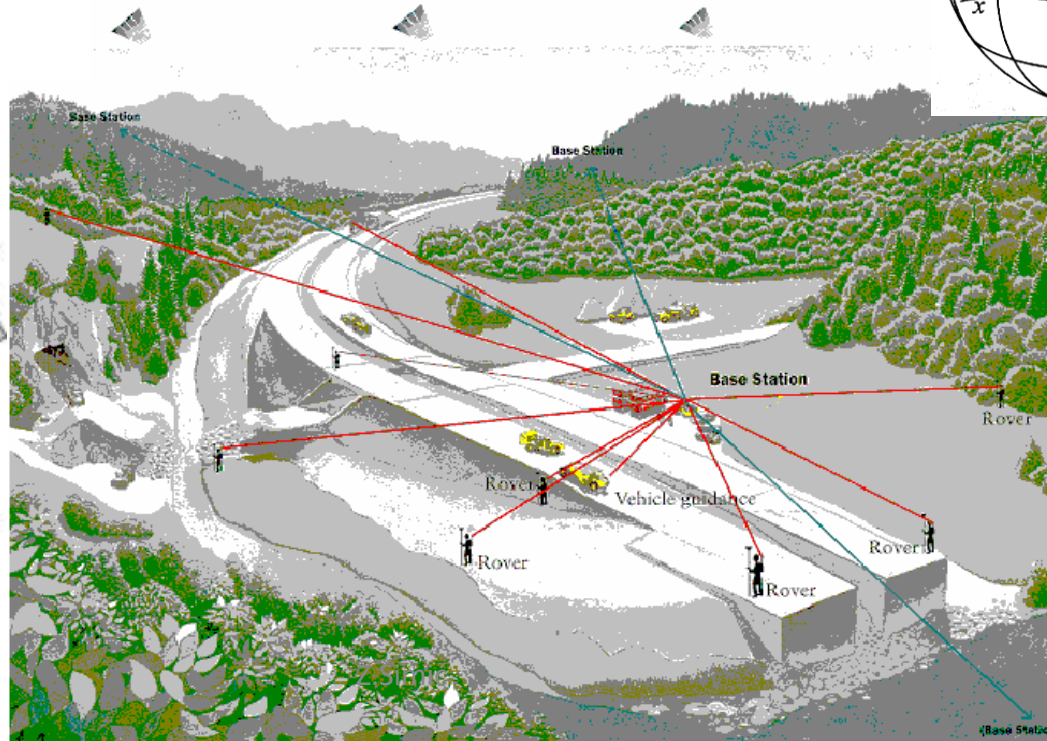
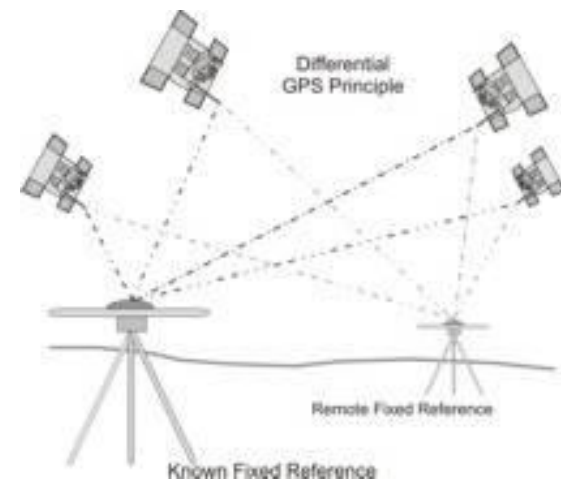
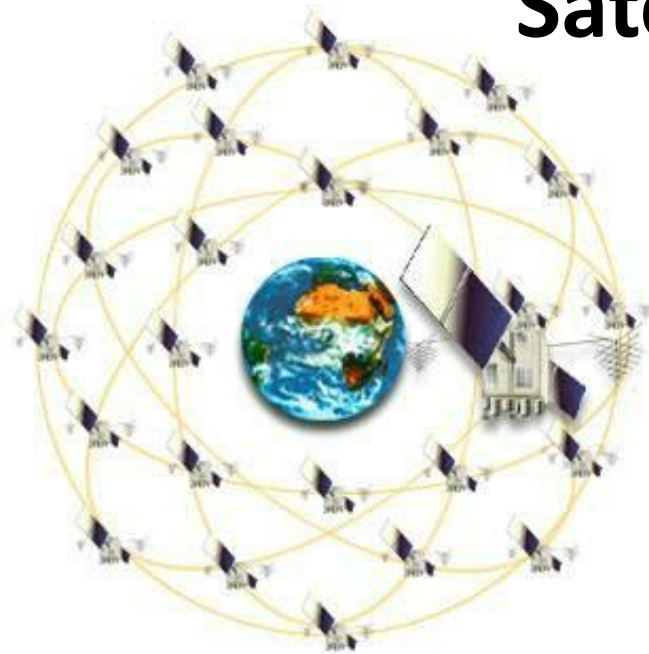
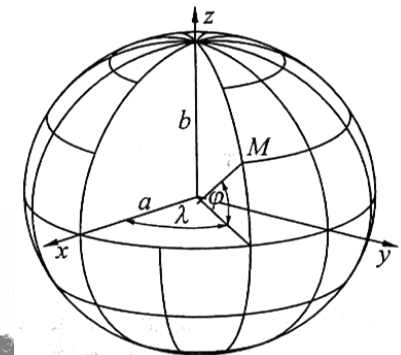
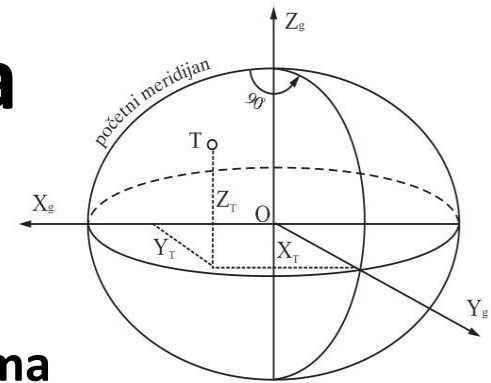
snimke



Satelitska GPS metoda

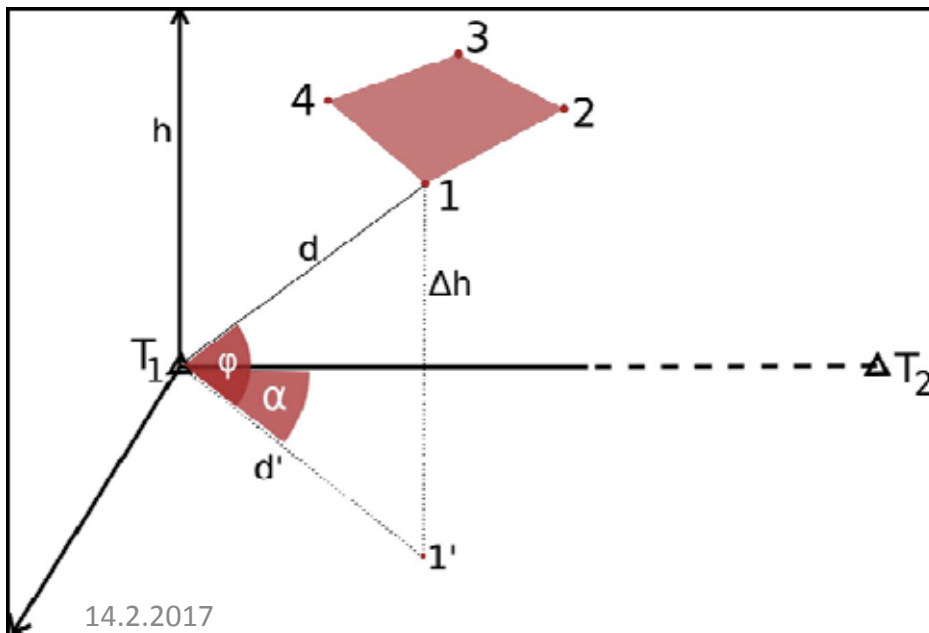
ili GNSS mjerenja

Položaj točke na površini Zemlje
definiran prostornim koordinatama
(X, Y, Z) ili (φ, λ, h)



Tahimetrijska metoda

- Tahimetrija → mjerenjem kose duljine, horizontalnog i vertikalnog kuta s poznate točke prema nepoznatim točkama određuju se relativne polarne koordinate (x , y i H) točaka terena (detalja)
- S poznate točke se prije mjerenja na nepoznate točke izvodi orijentacija prema poznatoj točki



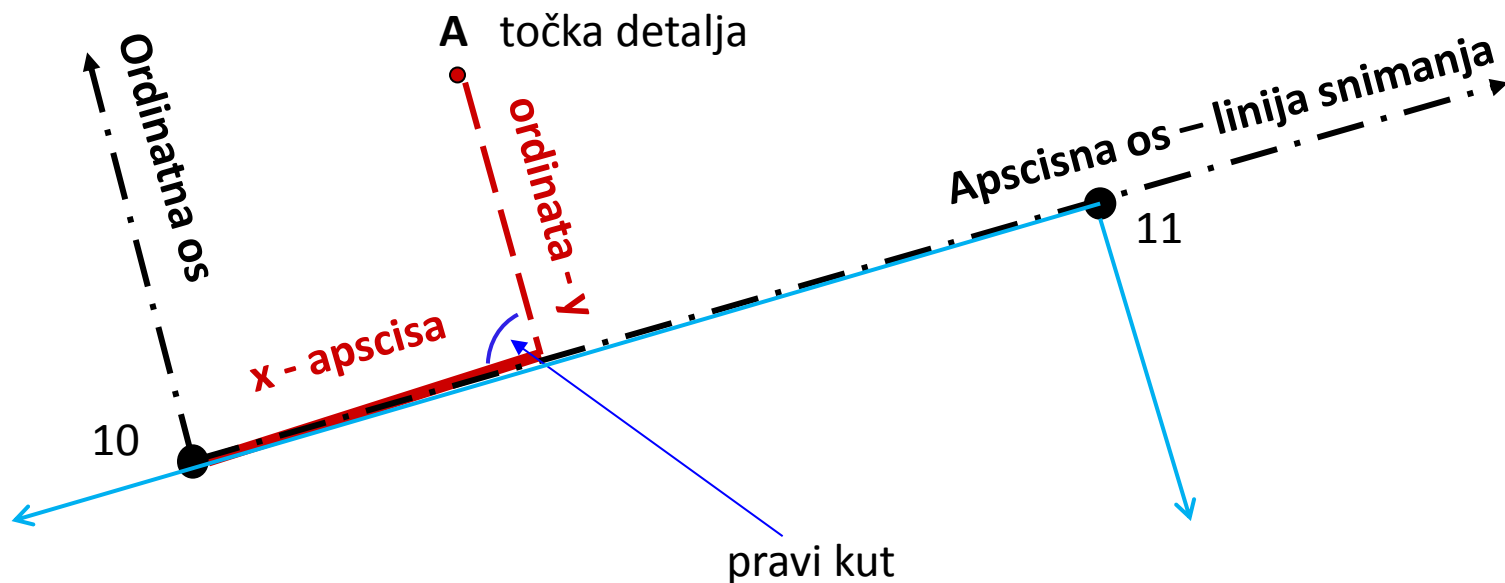
mjere se relativne polarne koordinate:

- *horizontalni kut α ,*
- *zenitna udaljenost z*
- *kosa udaljenost d*

Ortogonalna metoda

➤ Položaj točke određen relativnim pravokutnim koordinatama: $A(x, y)$

- apscisa (x)
- ordinata (y)

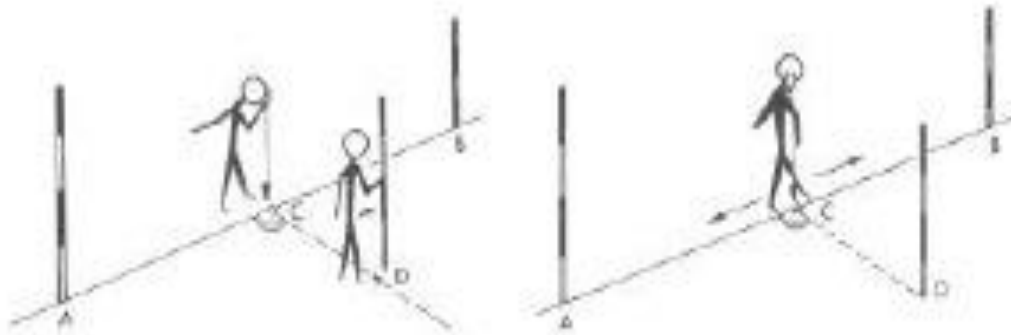
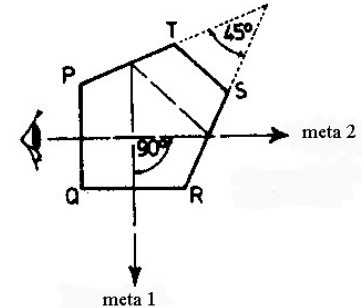
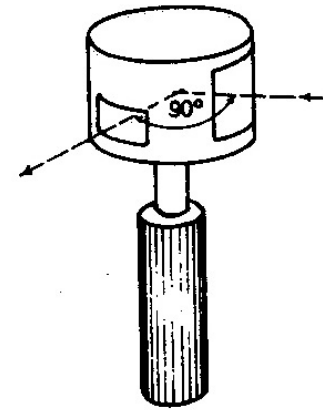


Ortogonalna metoda

- **Pribor za ortogonalnu metodu**
 - Čelični vrpca (50m) _ položena u smjeru apscise
 - Čelična vrpca (20-30m) _ za mjerenja uspostavljenih ordinata
 - Dvostruka pentagonalna prizma s krutim viskom
 - Tri trasirke
 - Dva tronošca za trasirke
- **Rad na terenu**
- **Grupa za snimanje: 2 geodetska stručnjaka i 3 figuranta**
- **Jedan geodetski stručnjak vodi skicu izmjere**
- **Drugi prizmom uspostavlja okomice na svaku točku detalja**

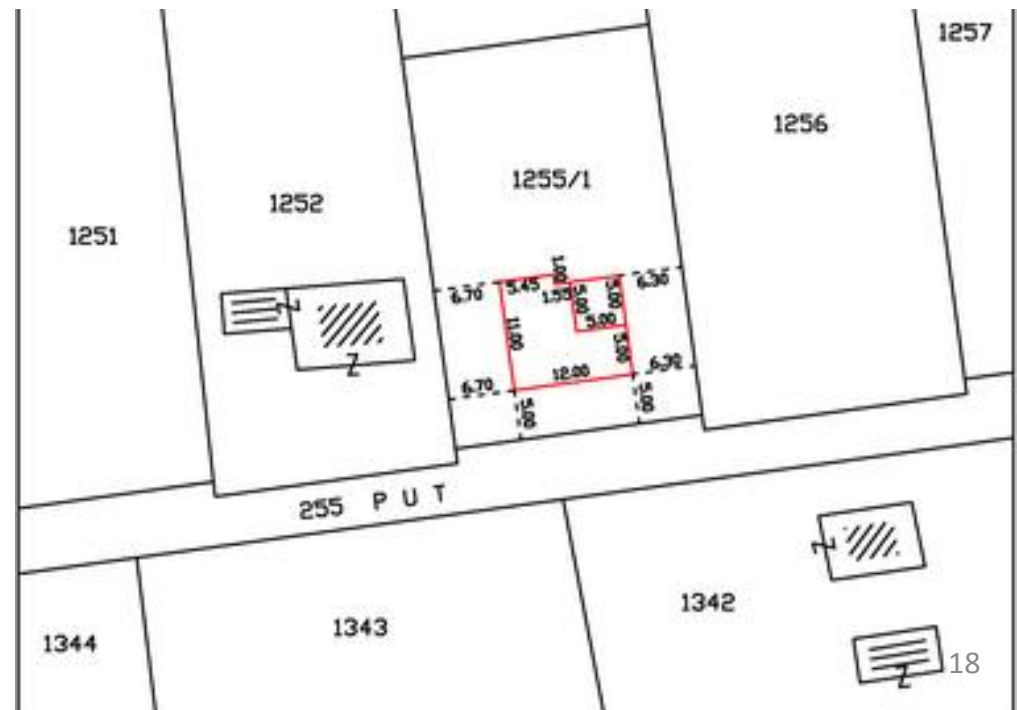
Ortogonalna metoda

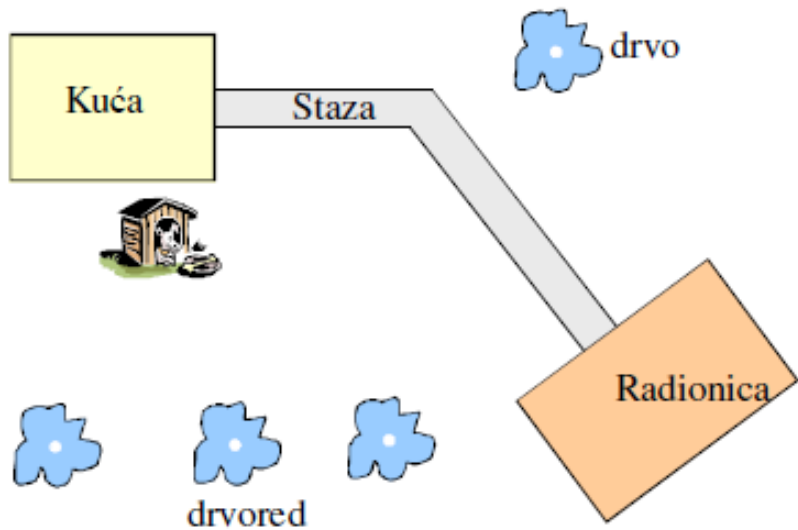
- Dvostruka pentagonalna prizma - dvije prizme ugrađene jedna iznad druge
- U prizmama se vide slike trasirki koje su postavljene na poligonskim točkama
- Koristi se za postavljanje u pravac na liniju snimanja: opservator se pomiče okomito na liniju snimanja dok se slike trasirki u prizmi ne koincidiraju
- i uspostavljanje okomica s točke detalja na liniju snimanja: opservator se pomiče po liniji snimanja do ko incidencije trasirke na detalju s slikama trasirki u prizmi



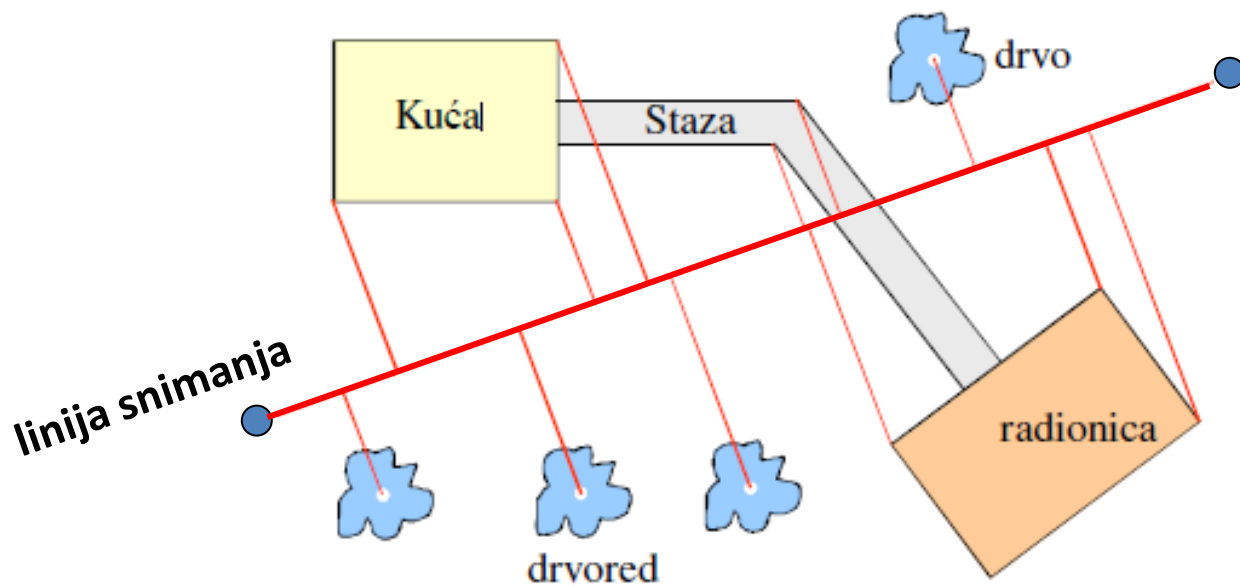
Ortogonalna metoda

- Ortogonalna metoda danas se koristi za održavanje katastra.
- Skica izmjere vodi se u mjerilu budućeg plana i formira se u skladu s podjelom na listove.
- Ako je detalj snimanja suviše gust skica se radi u duplo krupnijem mjerilu od mjerila budućeg plana.

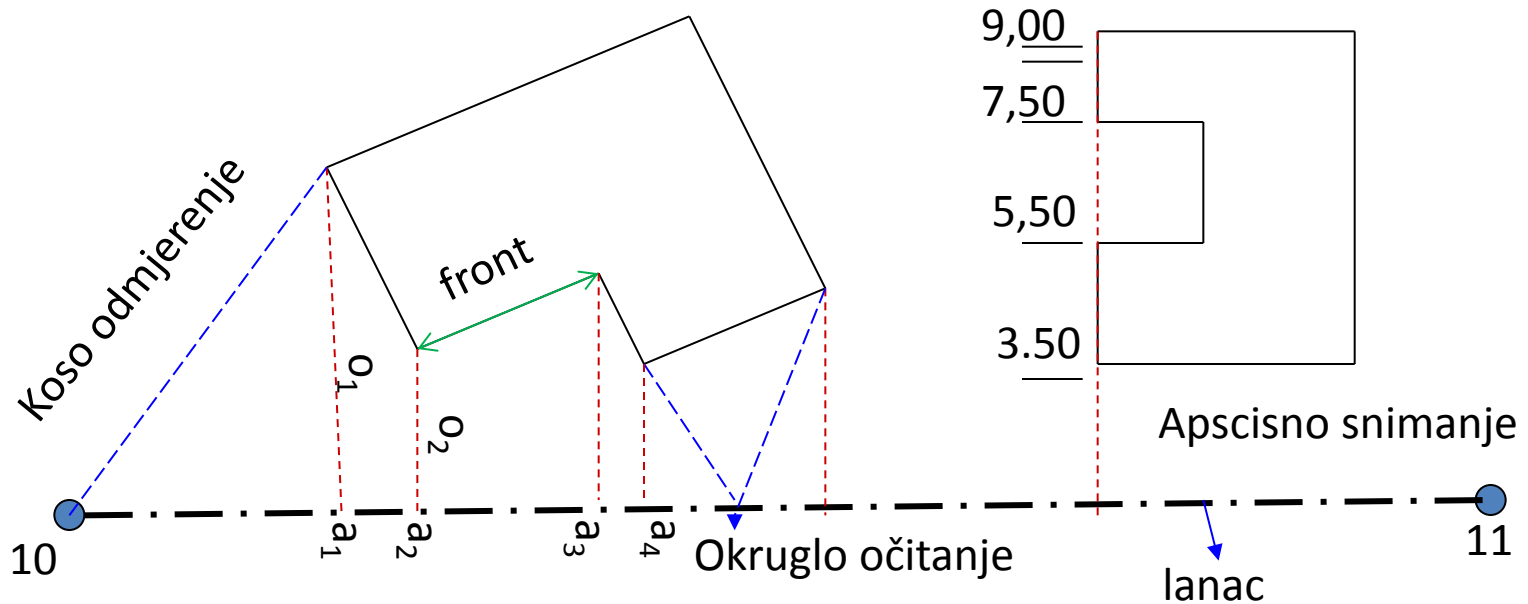




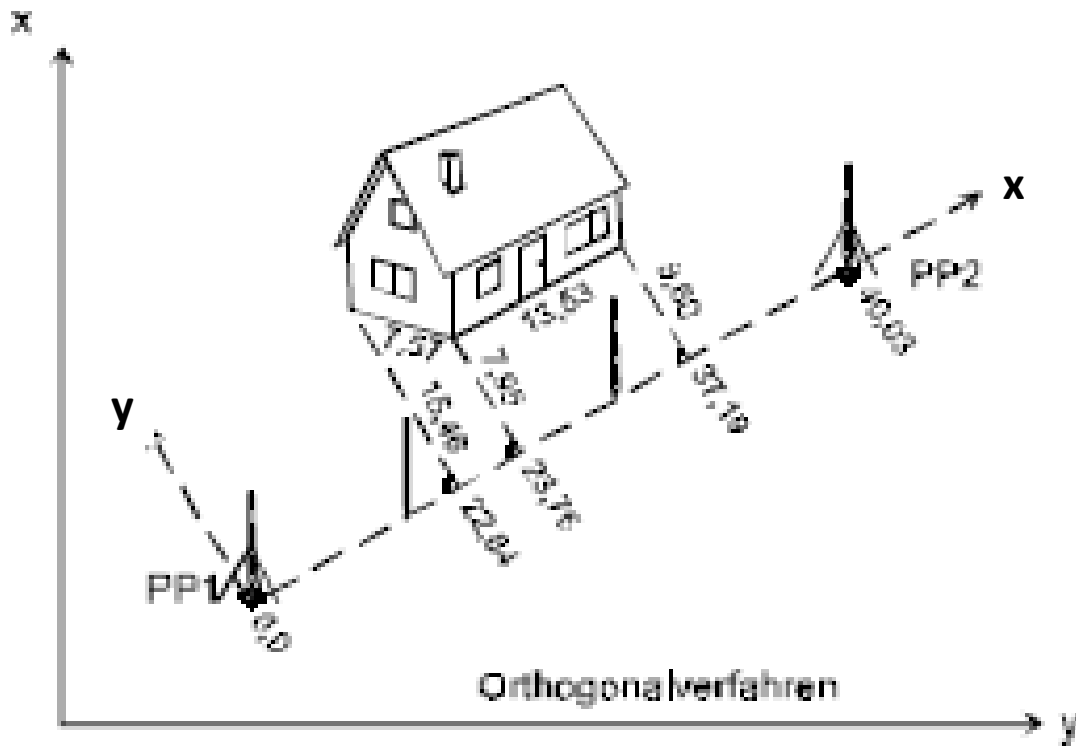
detalj

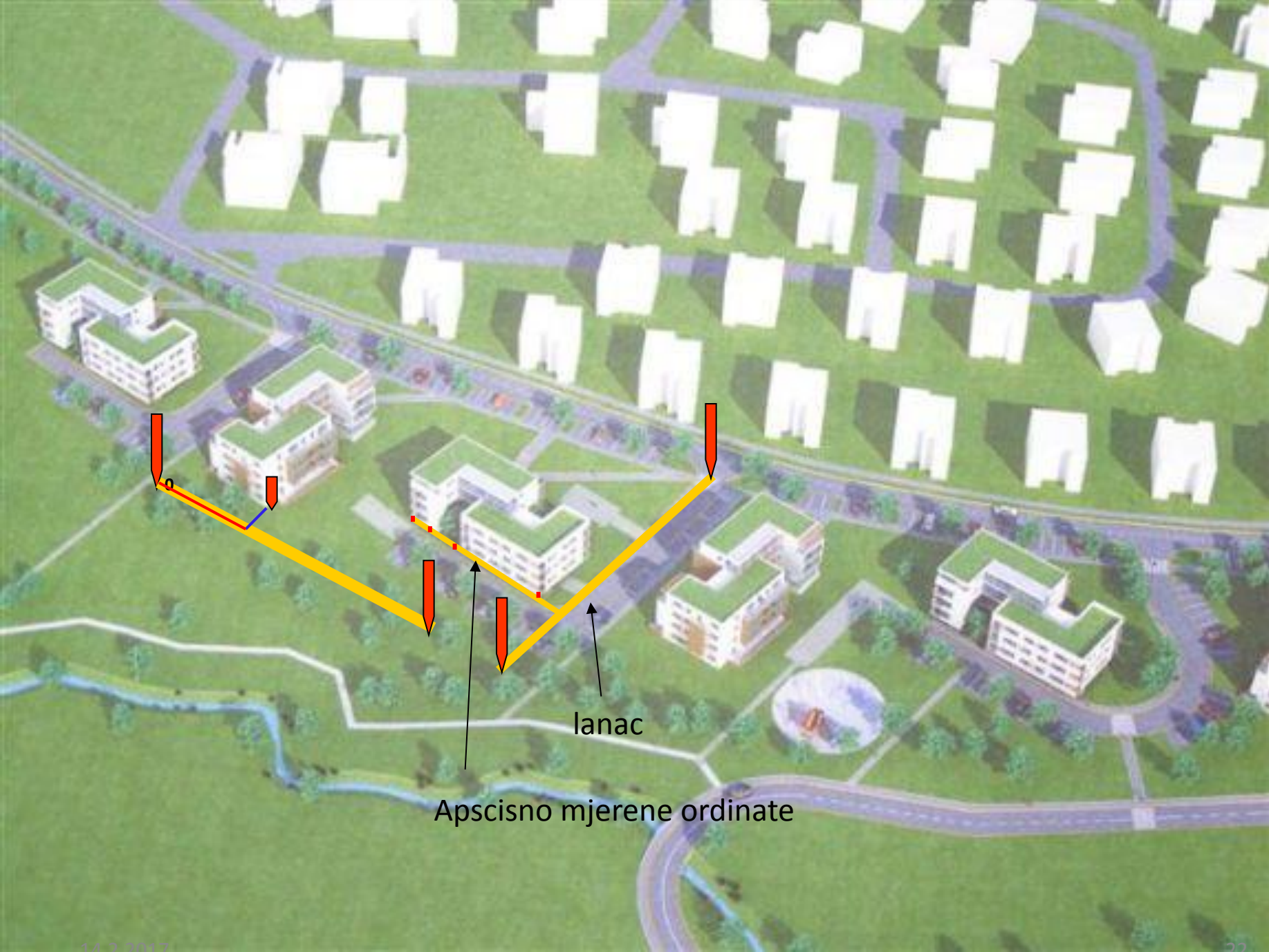


Skica izmjere



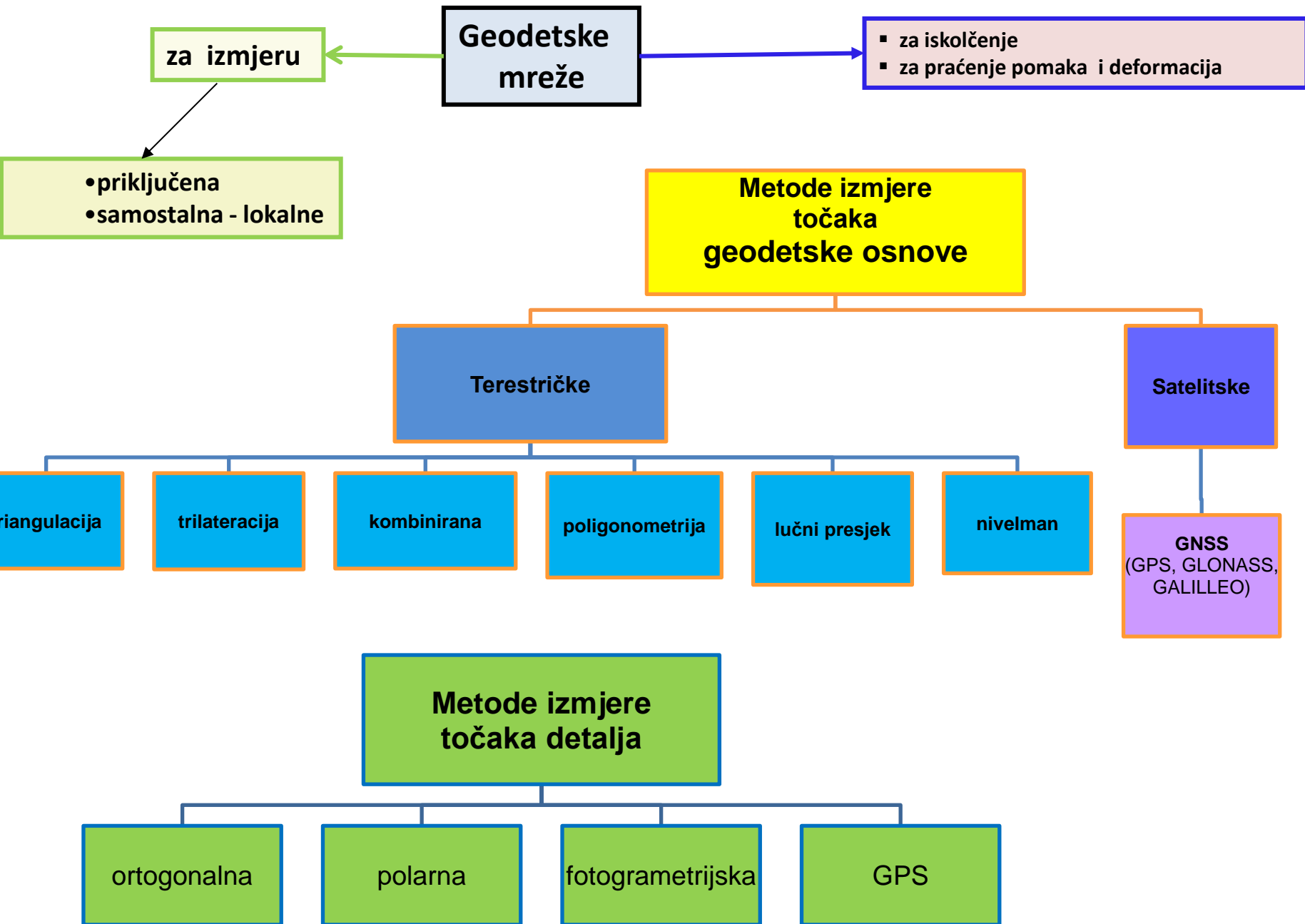
- Apscisa se upisuje okomito na liniju snimanja u smjeru mjerenja
- Ordinate se upisuju na okomicu
- Apscisko snimanje ordinate – kad na ordinati imamo više detaljnih točaka
- Kontrolna mjerenja:
 - Kosa odmjerenja – duljina između okruglog čitanja na apscisnoj osi i snimljene točke
 - Frontovi – duljina između snimljene dvije točke detalja



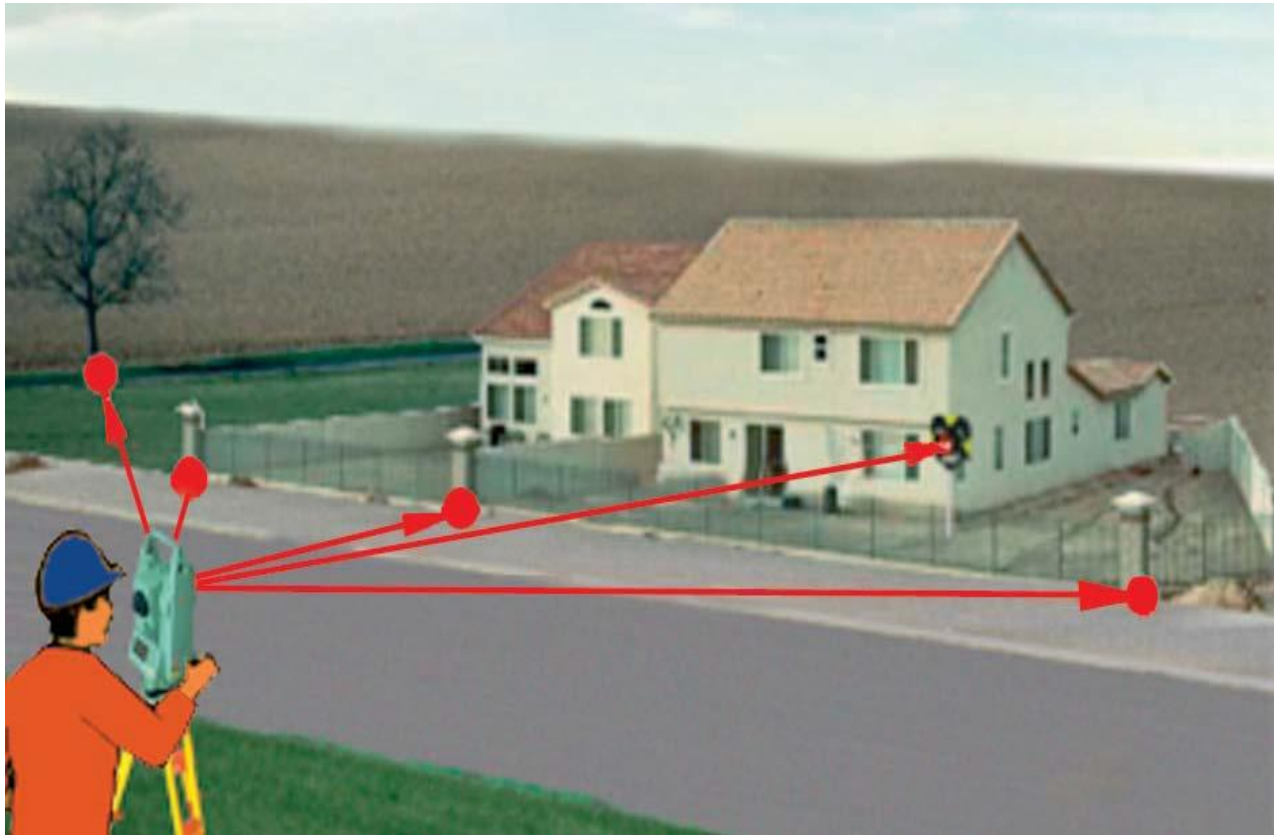


lanac

Apscisko mjerene ordinate



POLARNA METODA IZMJERE DETALJA (Tahimetrija)



SNIMANJE DETALJA polarnom metodom

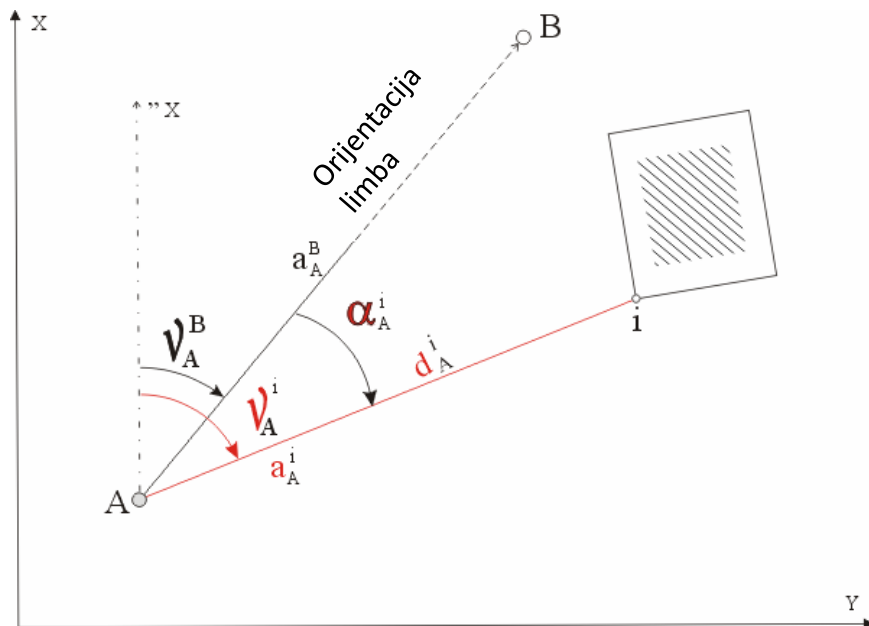
- **Ortogonalna metoda** (*apscisa, ordinata*)
- **Polarna metoda** (*kut i duljina*)
 - ✓ horizontalni kut
 - ✓ vertikalni kut (za redukciju duljine na horizont)
 - ✓ kosa duljina

Računamo elemente kartiranja:

- horizontalnu udaljenost od stajališta do detaljne točke
- visinsku razliku, odnosno apsolutnu ili relativnu visinu detaljne točke

Polarna metoda

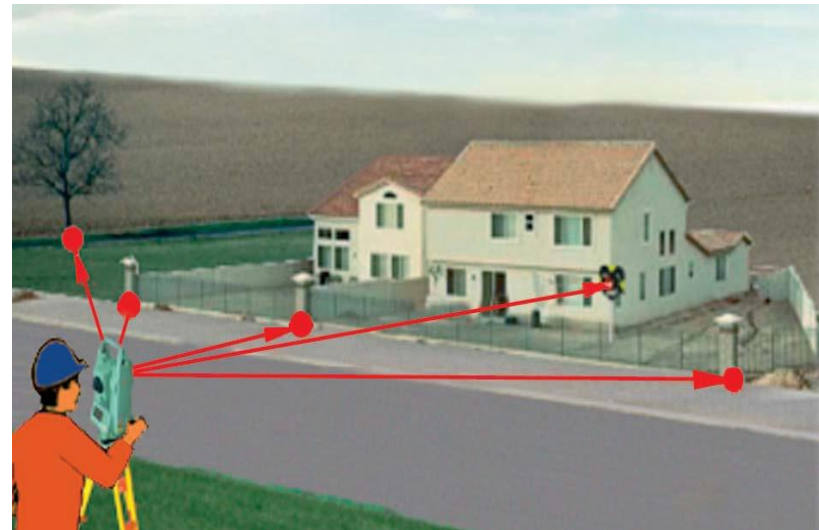
- Određujemo relativne prostorne polarne koordinate detaljnih tačaka (X, Y, H) ili (X, Y, Z)
- **Horizontalni kut** - kut između orijentacijskog smjera (npr. poligonske stranice) i detaljne točke
- **Kosu duljinu** između poznate (npr. poligonske) i detaljne točke
- **Zenitni kut** od poznate prema detaljnoj točki



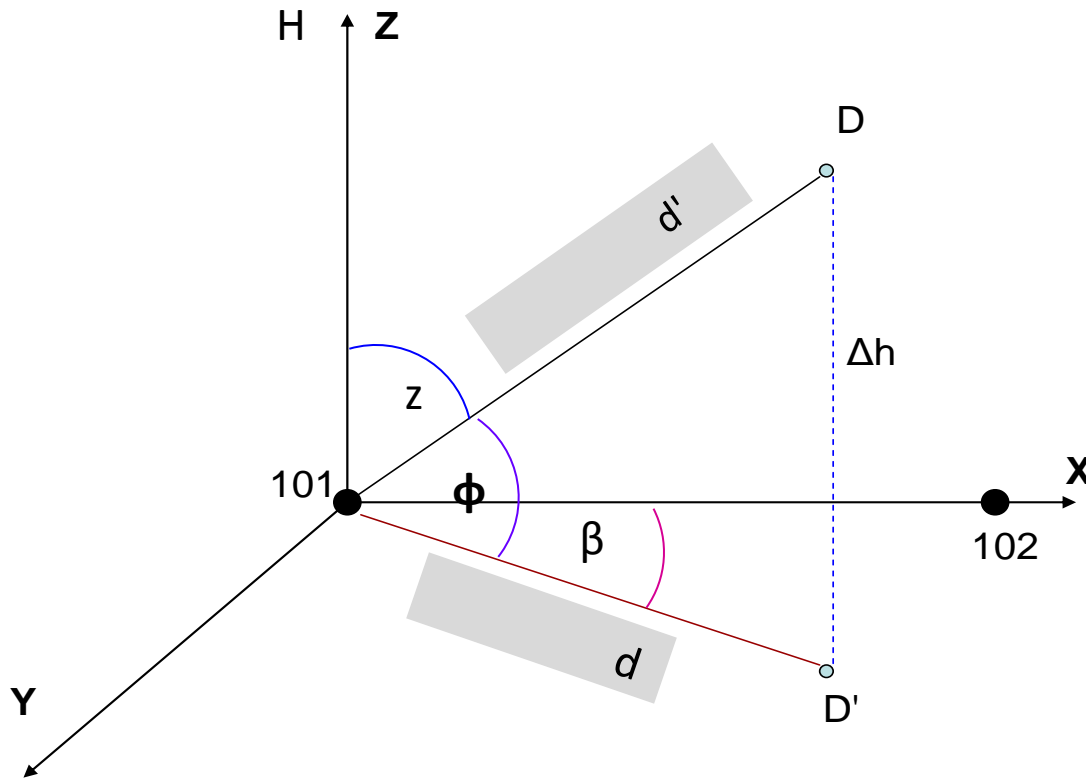
Brz i učinkovit način prikupljanja prostornih podataka korištenjem suvremenog instrumentarija.

Detalj i detaljne točke

- **Detalj čine objekti, komunikacije, vodotoci, međe kultura, granice parcela (međe)... i opisujemo ga s nizom detaljnih točaka.**
- **Skupina detaljnih točaka na idealizirani način definira objekt i oblik zemljine površine.**
- **Jako je bitno pravilan odabir detaljnih točaka koje će vjerno predstavljati stanje na terenu (odabir ovisi o svrsi izmjere)**



Prostorni koordinatni sustav



Mjeri se :

- **kosa duljina** – d' - udaljenost od stajališta do točke detalja

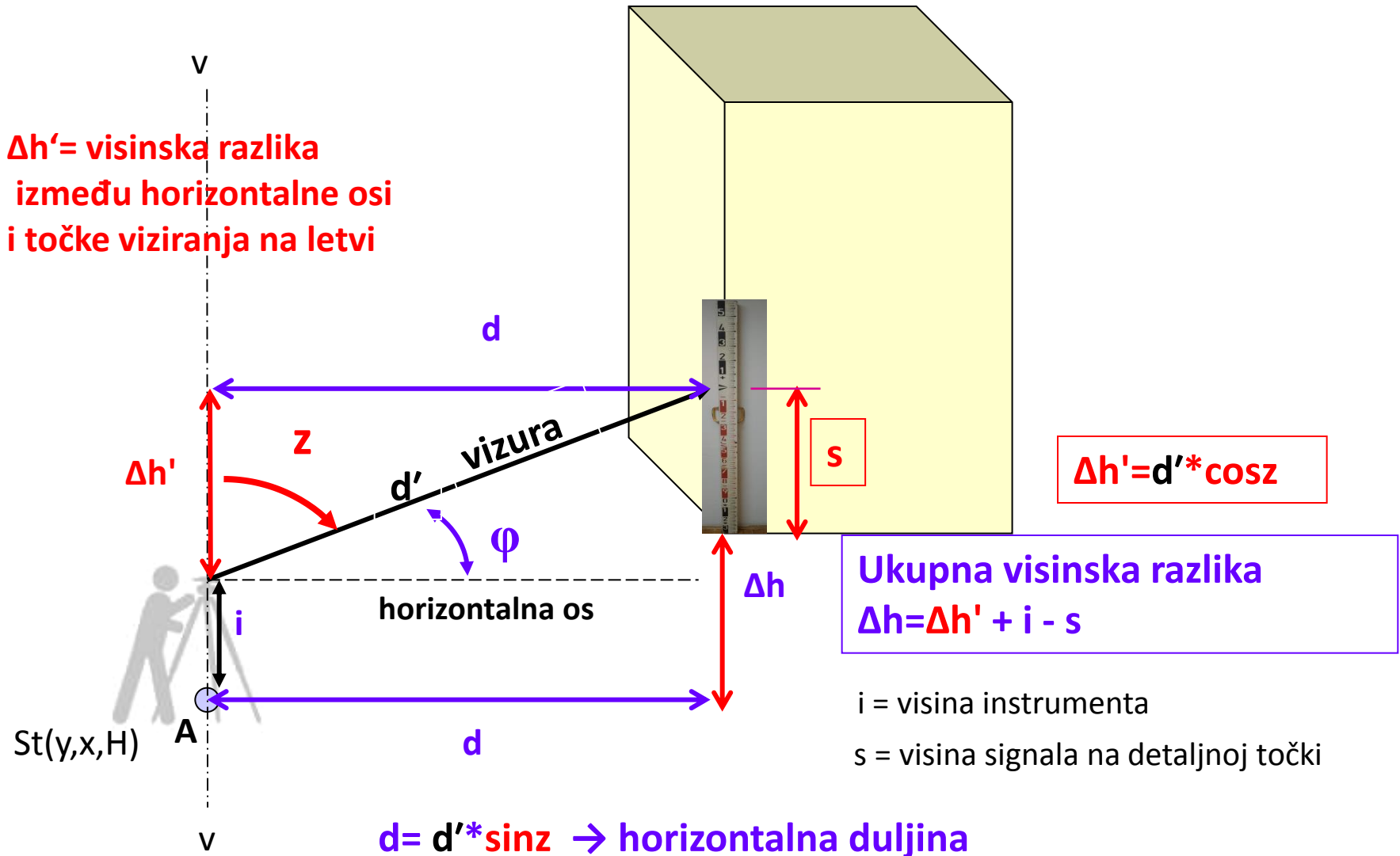
d' se rastavlja

- horizontalnu projekciju – horizontalnu dužinu d
- vertikalnu projekciju – visinsku razliku Δh

- **horizontalni kut** - β

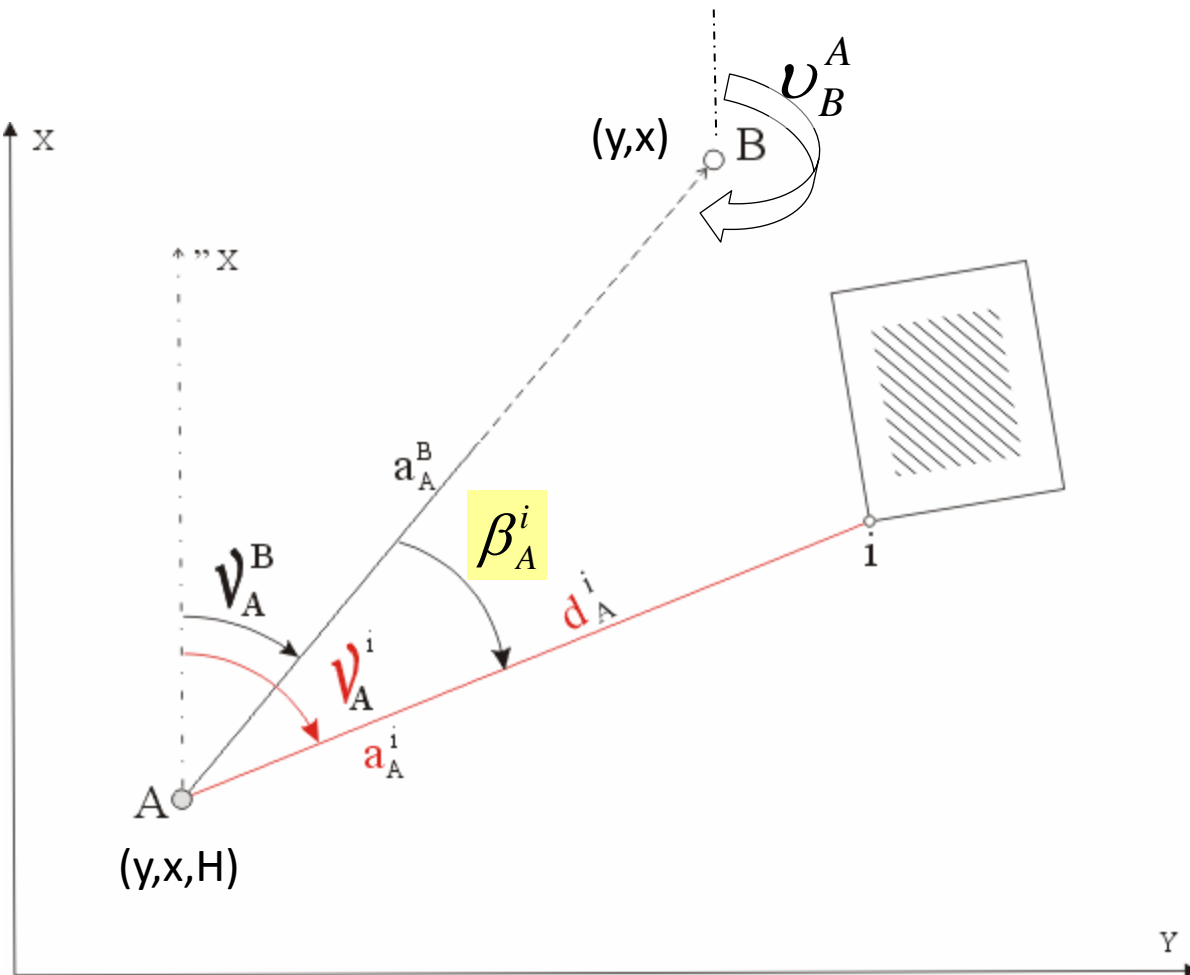
- **vertikalni kut** z – zenitni

Računanje nadmorske visine detaljnih točaka



$$H_1 = H_A + d' \cdot \cos z + i - s = H_A + \Delta h$$

RAČUNANJE KOORDINATA DETALJNIH TOČKA



$$v_A^i = v_B^A + \beta_A^i \pm 180$$

$$\Delta y_i = d_A^i \cdot \sin v_A^i$$

$$y_i = y_A + \Delta y_i$$

$$\Delta x_i = d_A^i \cdot \cos v_A^i$$

$$x_i = x_A + \Delta x_i$$

$$d_A^i = d' \cdot \sin z \rightarrow \text{horizontalna duljina}$$

Tahimetrija

- Detaljna izmjera terena
- Tahimetrijskom metodom izmjere – dobije se **horizontalna i visinska predodžba terena**

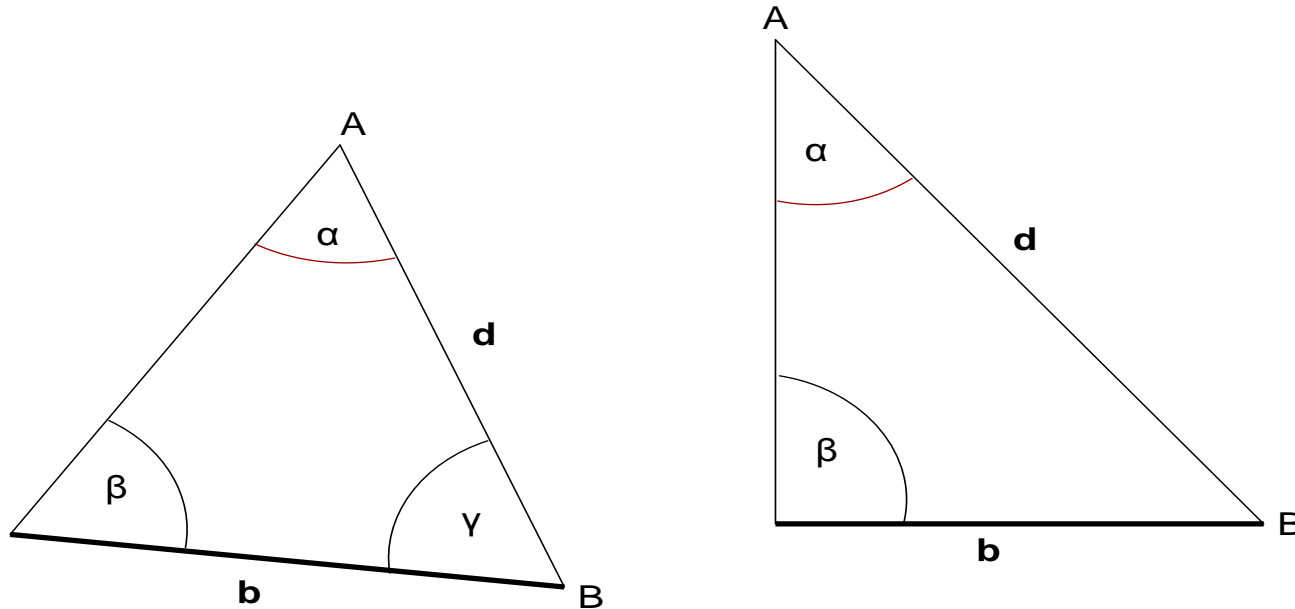
- Instrumenti za tahimetriju – **TAHIMETRI** –
 - Hz –limb, V-limb i daljinomjer
- **TC** – totalna stanica - elektrooptički tahimeter i računalo
- Prema točnosti :
 - obična tahimetrija – “dm” točnost
 - precizna tahimetrija – “cm” točnost

TAHIMETRIJA

- Od starogrčke riječi → tachy`s - brz i metron – mjeriti
- Tahimetrijom određujemo istovremeno → visinu i položaj točke
- **Položaj točke određen je u prostornom koordinatnom sustavu (Y,X,H)**
- Položaj točke u **ravnini projekcije** određen relativnim polarnim koordinatama : **horizontalnim kutom i horizontalnom dužinom**
- Zovemo je i **polarnom metodom izmjere.**

OPTIČKI DALJINOMJERI

Za geodetska mjerenja daljinomjere niti prvi je upotrijebio REICHENBACH.



$$d : b = \sin \alpha : \sin \beta$$
$$d = b * \sin \beta / \sin \alpha$$

$$\beta = 90^\circ$$
$$d = b * \rho / \alpha$$

Princip mjerenja duljine zasniva se na rješavanju trokuta tkz. paralaktičkog ili daljinomjernog trokuta.

U trokutu je poznata ili mjerena jedna stranica (baza), te poznata ili mjerena dva kuta.

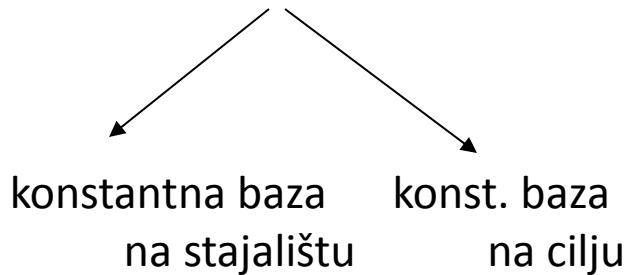
OPTIČKI DALJINOMJERI

Optičko mjerenje duljina svodi se na mjerenje :

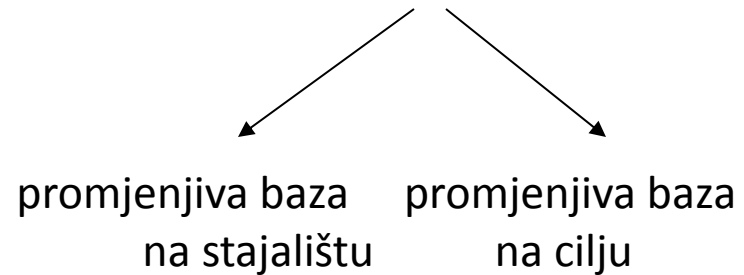
- paralaktičkog kuta uz poznatu (konstantnu) bazu
- mjerenje baze uz konstantan (poznat) kut

Optički daljinomjeri dijele se :

1. s konstantnom bazom i promjenjivim paralaktičkim kutom



2. s konstantnim paralaktičkim kutom i promjenjivom bazom

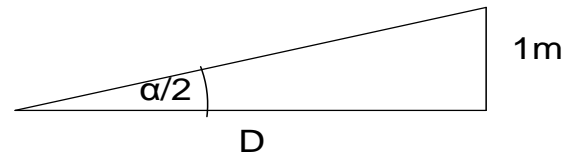
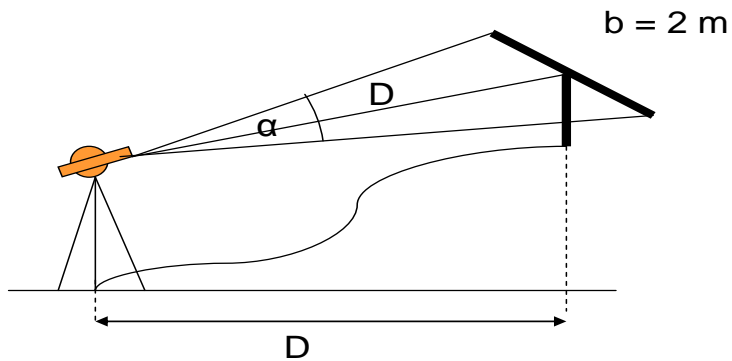


I – daljinomjeri kod kojih mjerenu duljinu reduciramo na horizont

II - daljinomjeri kod kojih mjerimo reduciranu duljinu – autoredukcijski

Daljinomjeri s konstantnom bazom na cilju

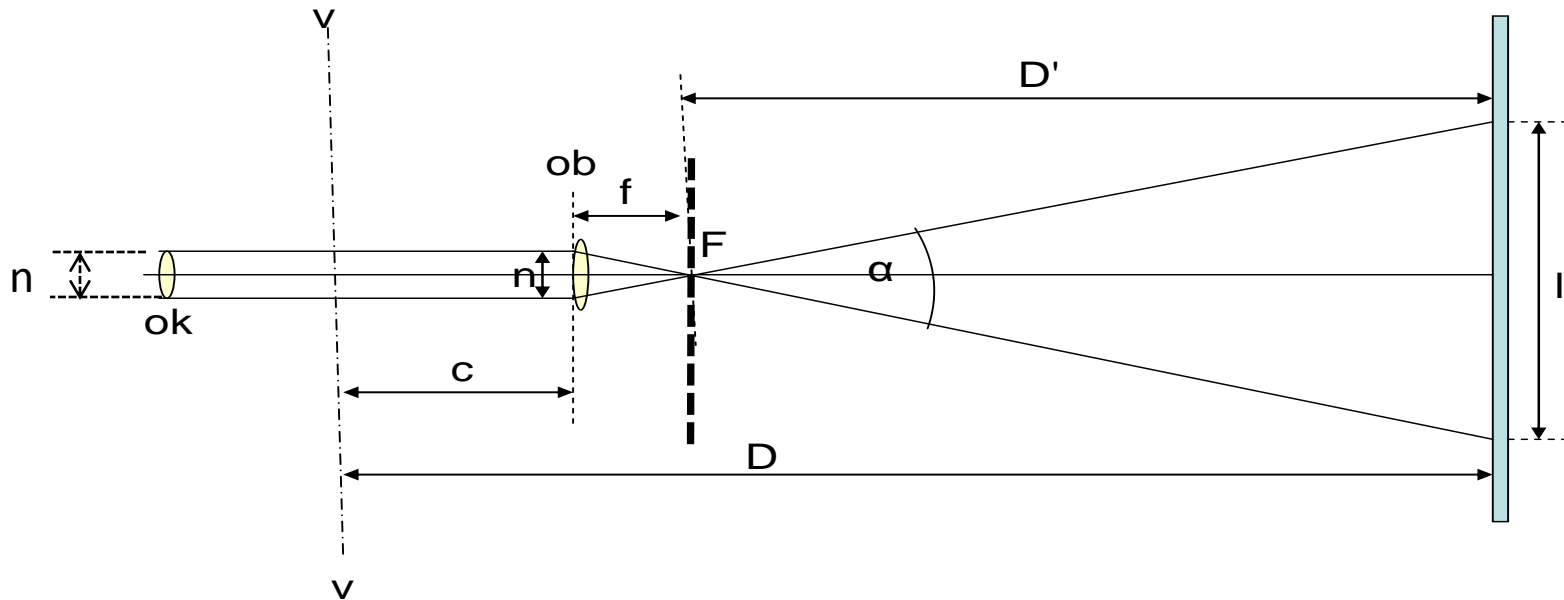
Baza – horizontalna letva (2 m) („bazisna letva”) - postavljena na cilju
Teodolit - sekundni



$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{D} \Rightarrow D = \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Mjerimo horizontalni kut prema bazi "α" (b = 2 m) → duljinu izračunamo.

Reichenbachov daljinomjer



$$f : n = D' : I$$

$f / n = K = 100$ - multiplikacijska konstanta
 c - adicijska konstanta (od 0 do 0,2 m)

$$D' = K \cdot I$$

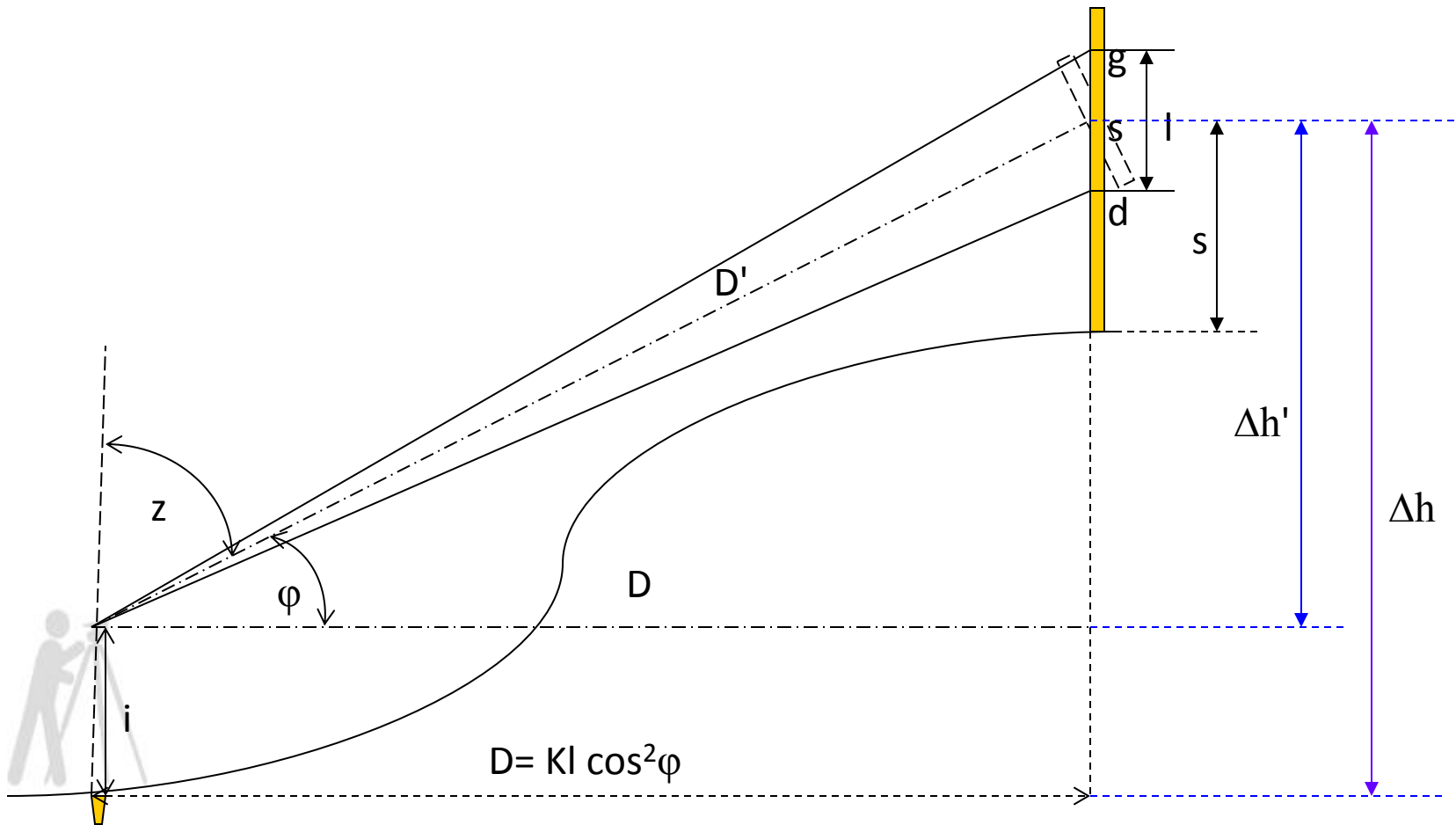
$$D = K \cdot I + c \quad \text{- mjerena duljina}$$

"I" = odsječak na letvi

"f" = žarišna daljina

"n" = razmak niti nitnog križa

Daljinomjer s tri niti

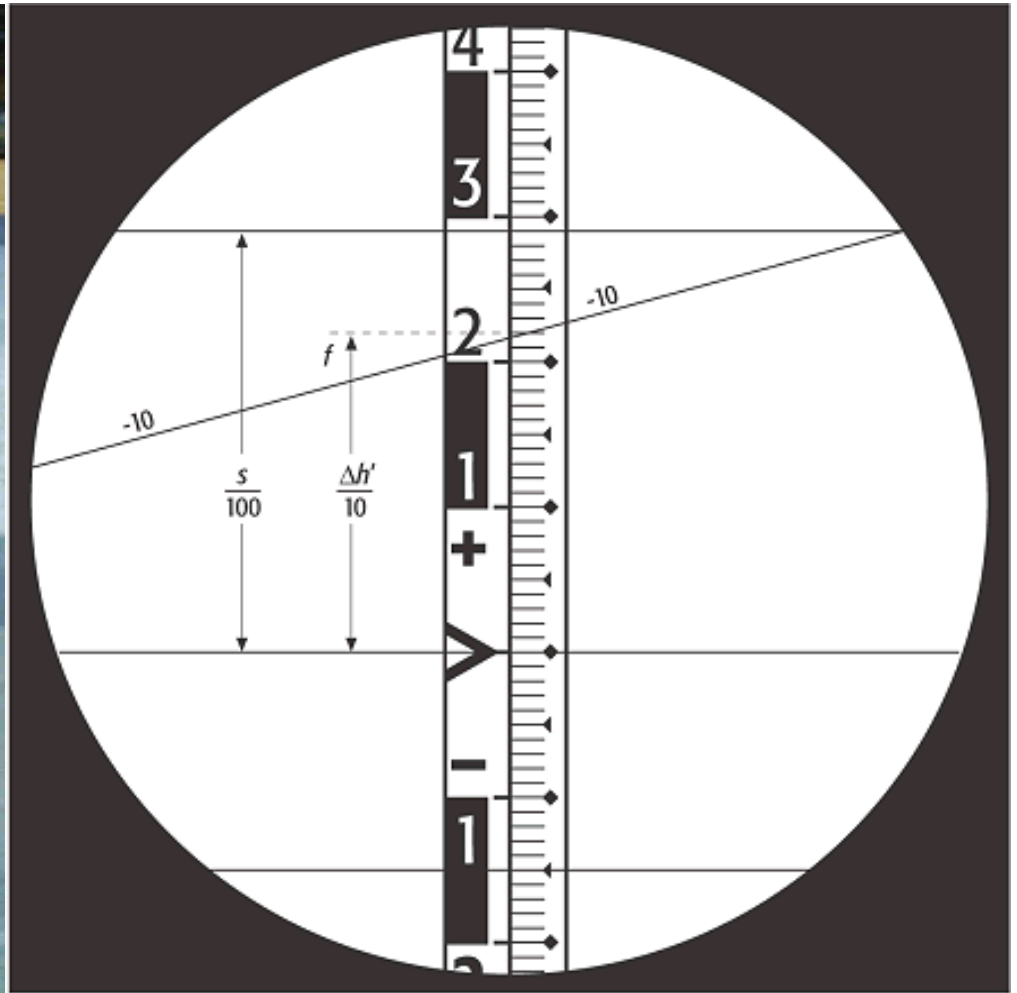


$$\Delta h = \frac{1}{2} Kl \sin 2\varphi + i - s$$

DAHLTA 010 A
optički tahymetar sa dijagramom

AUTOREDUKCIJSKI DALJINOMJER DAHLTA

vidno polje i tahimetrijska letva

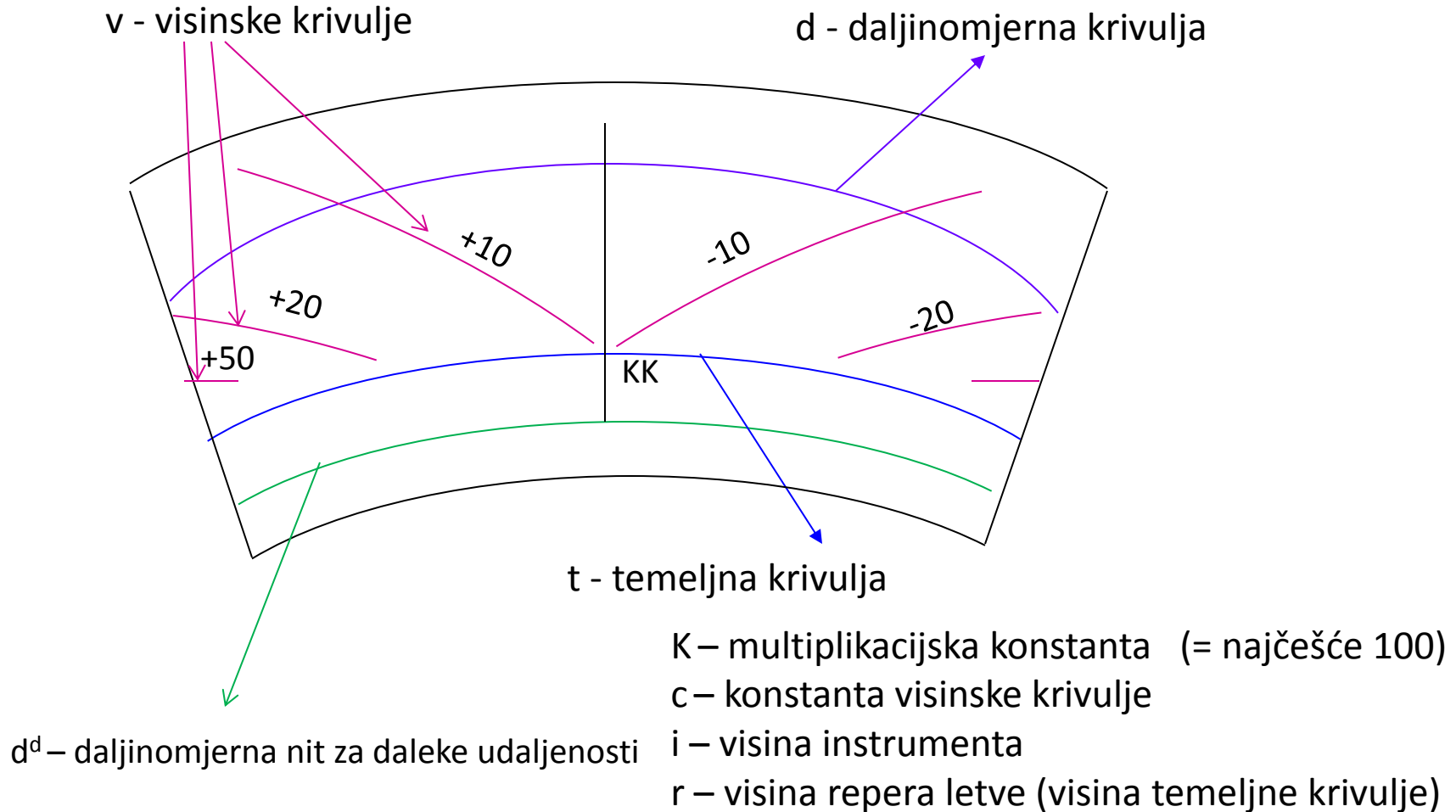


Strecke $s = 29,2$ m

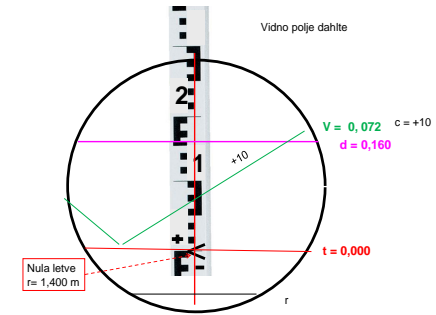
Höhenunterschied $\Delta h' = -2,17$ m

Autoredukcijski daljinomjeri dijagram - Dahlta

- pomoću krivulja se očitava odsječak na mornoj letvi (koja stoji vertikalno u prostoru) radi mjerenja reducirane duljine (kose u horizontalnu duljinu) i visinske razlike



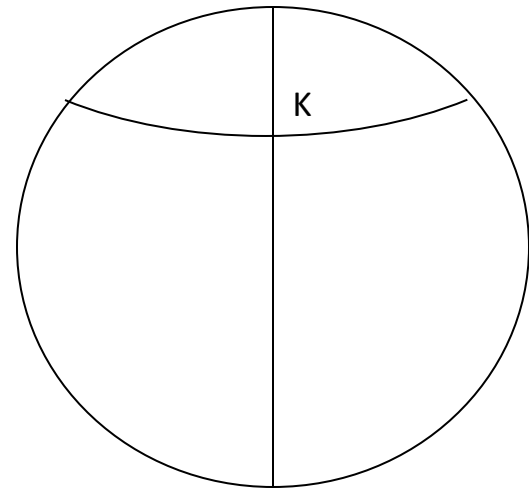
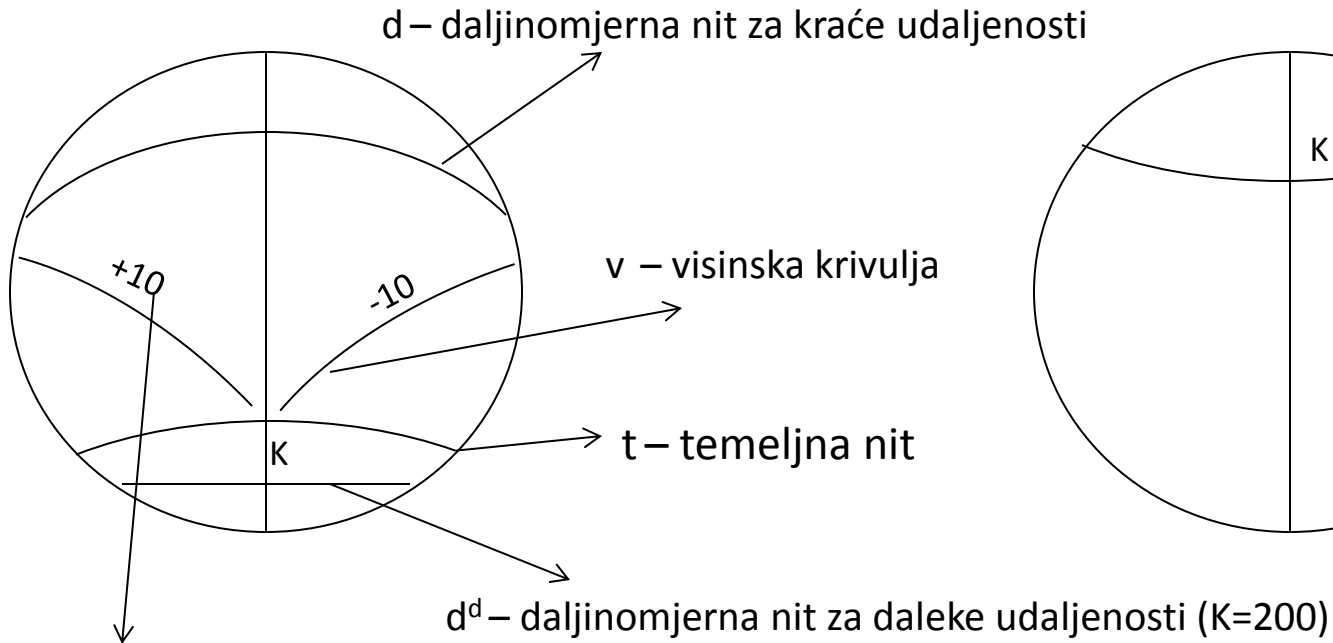
Vidno polje



Horizontalna duljina $D = (d - t) * K$
 $\Delta h = (v - t) * c + i - s$ $R = \text{reper letve}$
 $s = R + t$

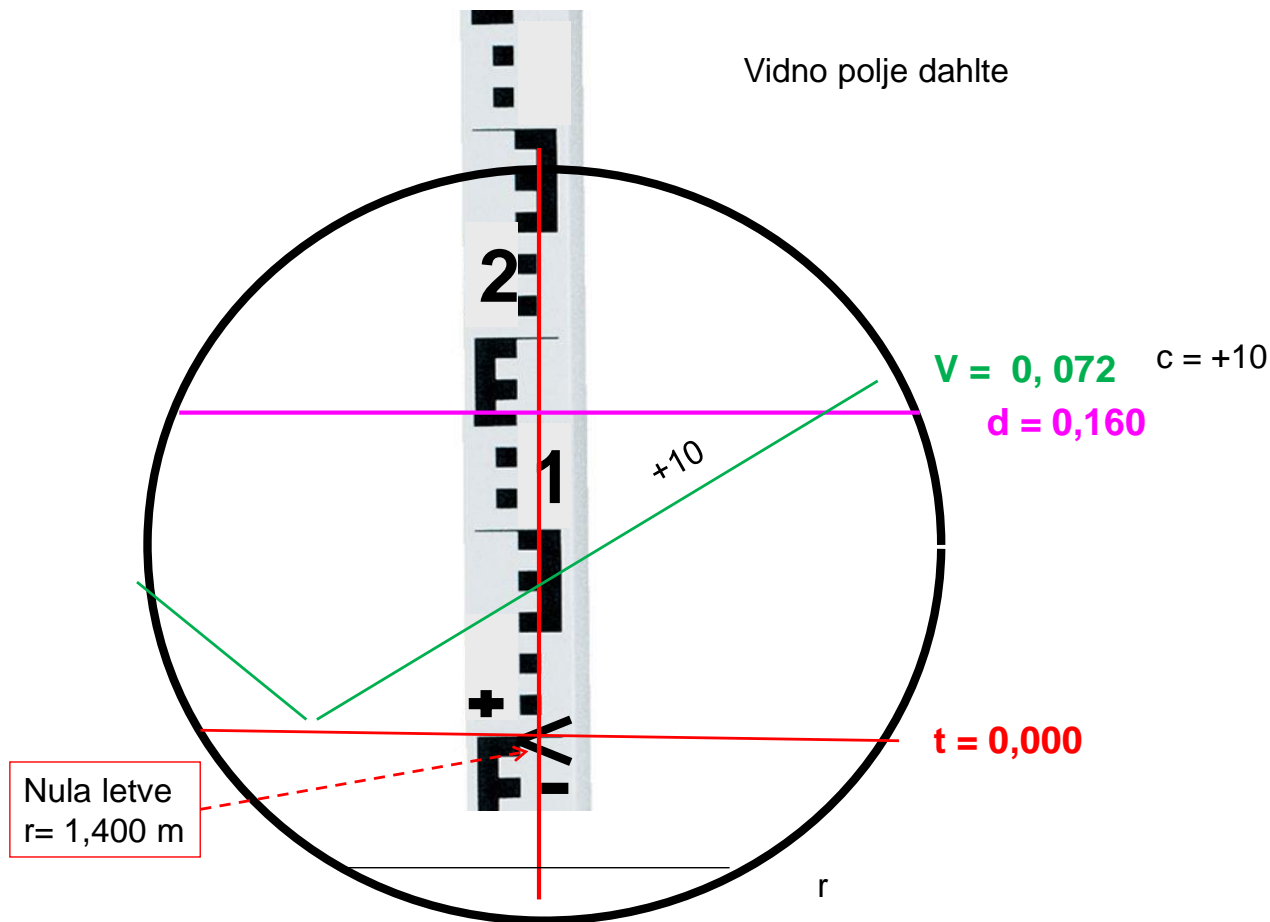
I položaj durbina (KL)

II položaj durbina (KD)



c – konstanta visinske krivulje

Tahimetrijska letva za Dahltu



$$D = (d-t) \cdot 100 = (0,160 - 0,000) \cdot 100 = 16,0 \text{ m}$$

$$\Delta h = (v-t) \cdot 100 = (0,072 - 0,000) \cdot 100 = +7,2 \text{ m}$$

Mjerenje duljina

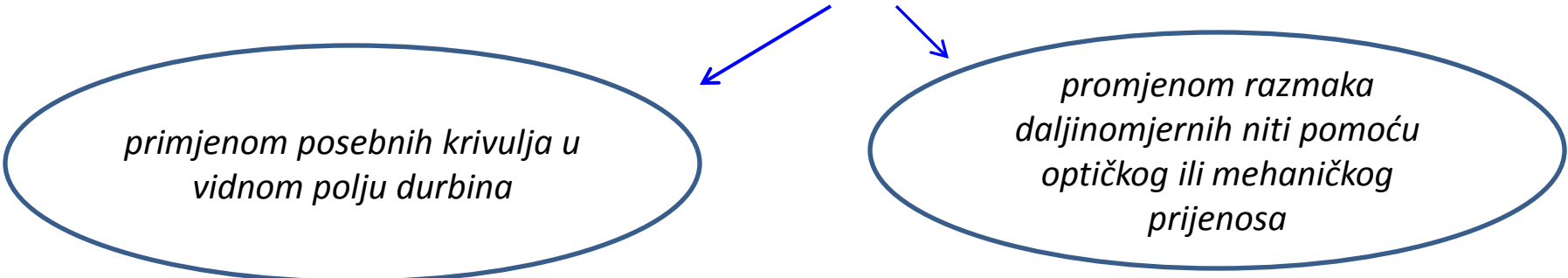
- OPTIČKI NAČIN - indirektno
 - ✓ Reichenbachov daljinomjer
(tri horizontalne niti nitnog križa, konstanta daljinomjera!)
 - ✓ Autoredukциони daljinomjer
(dijagram, konstanta daljinomjera!)
 - ✓ Elektrooptički daljinomjer
(distomat, tahymetar, total station)
- **Konstantu daljinomjera određuje proizvođač**

DAHLTA – optički tahymetar

- Tahymetar: instrument kojim se mjere horizontalni i vertikalni kutevi te duljina
- grčki- “brzomjer”
- **Tahymetrija** – “brzo mjerenje”
je naziv za polarnu metodu snimanja kada se koristi neka vrsta instrumenta tahymetra
- Autoredukcioni daljinomjer sa nitima je teodolit sa posebnom građom durbina, a također i samog teodolita

DAHLTA – optički tahymetar

- Daljinomjer baziran na osnovi Reichenbachova daljinomjera
- Da se izbjegne računanje reducirane duljine pri mjerenju nagnutim durbinom, kod samog mjerenja nagnutim durbinom smanjuje se razmak daljinomjernih niti
- To se postiže na dva načina



primjenom posebnih krivulja u vidnom polju durbina

promjenom razmaka daljinomjernih niti pomoću optičkog ili mehaničkog prijenosa

optički tahymetar sa dijagramom

- tahymetri s dijagramom posjeduju posebne krivulje ili dijagram koji se optički preslikava u vidno polje durbina
- pomoću njih se očitava odsječak na mjernoj letvi (koja stoji vertikalno u prostoru) radi mjerenja reducirane duljine i visinske razlike
- prijedlog tahymetra sa dijagramom pojavio se krajem 19. st. (Prof. E. Hammer)
- 1896. izrađen prvi model ali je imao dosta konstrukcijskih nedostataka

DAHLTA - optički tahymetar sa dijagramom

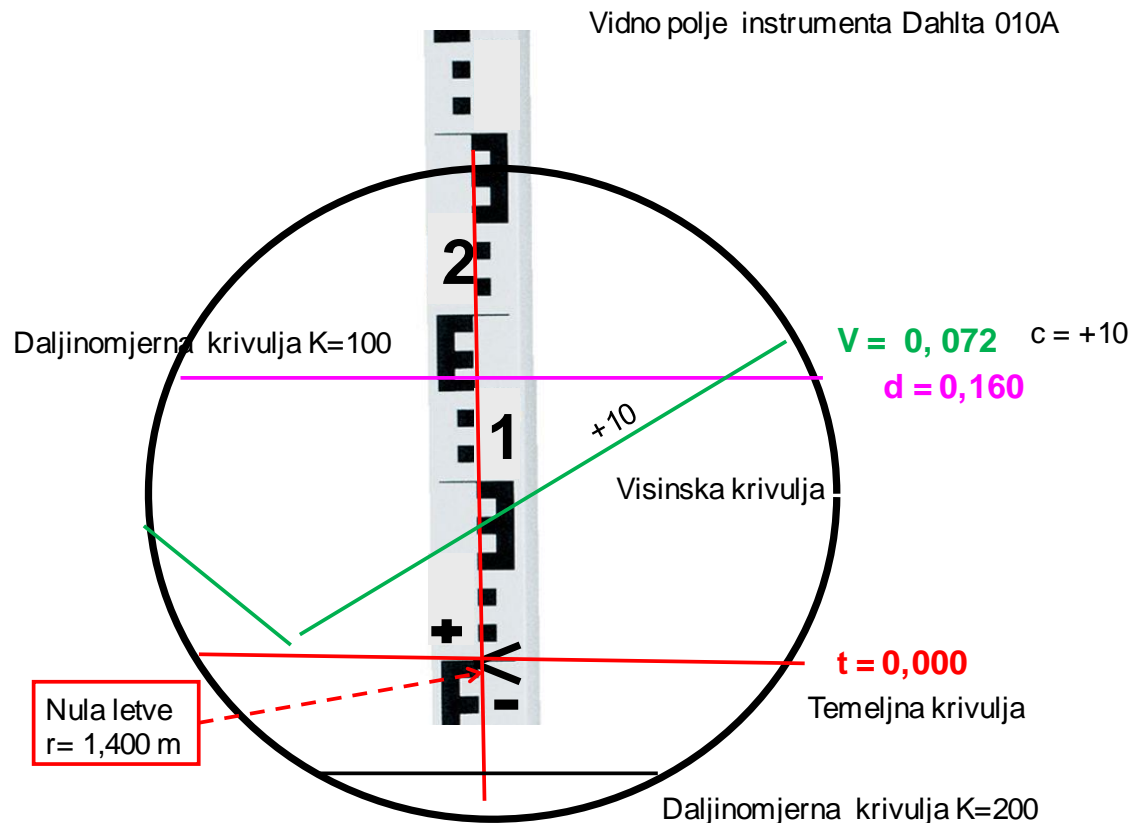
- nova poboljšanja tahymetara u prvoj polovici 20. og stoljeća
- DAHL – norveški geodetski inženjer u tvornici Zeiss-Jena
- konstruirao poboljšani tahymetar → (**DAHL-TA**hymetar 1919.)
- usavršio nedostatke Fennelovog tahym. u optičkom preslikavanju
- krivulje nanesene na staklenu pločicu i vidljive u vidnom polju durbina kao i cijela slika predmeta
- pri nagnutom durbinu vidimo određene krivulje u ravnini realne slike jer se sa durbinom okreće i okular zajedno sa pločicom nitnog križa uz nepomični vertikalni limb
- 1922. započet razvoj tahymetra, a 1942. serijska proizvodnja
- 1948. Dahlta 020A , uvedeno preslikavanje slike letve i dijagrama u ravninu nitnog križa
- konstanta za daljine $K=100$

DAHLTA - optički tahymetar sa dijagramom

- pogledom u vidno polje durbina vidimo krivulje dijagrama preko čitavog vidnog polja
- uz daljinomjernu krivulju $K=100$ nanesene su i dvije visinske krivulje s konstantama $K=10$ i $K=20$
- kod okretanja durbina okreće se i vertikalni krug, što je slučaj u današnjim teodolitima, dok dijagram sa krivuljama miruje
- poboljšana je i sama optika na durbinu instrumenta
- primijenjeni i antirefleksni slojevi (tzv. plava optika) što je dovelo do poboljšanja oštine i kontrasta slike

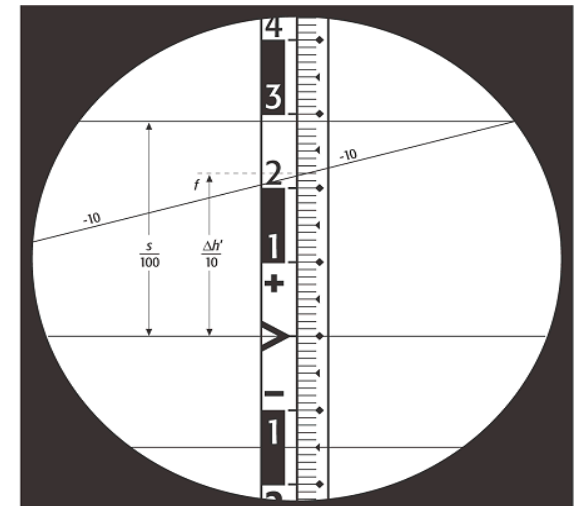
- _ automatska stabilizacija indeksa vertikalnog kruga,
- _ nanijete četiri visinske krivulje sa konstantama: $c= 10,20,50,100$
- _ crta ispod nulte krivulje je redukcijska krivulja za velike duljine i ima konstantu $K=200$
- _ instrument je težine oko 5 kg

Dahlta 010A



Postupak viziranja i očitavanja

- grubim nišanom uvizirati mjernu letvu te nakon toga zakačiti alhidadu instrumenta
- vijkom za fini pomak alhidade vertikalnu nit dovesti na sredinu tahimetrijske ili nivelmanske letve
- vijkom za fini pomak durbina namjestiti temeljnu krivulju na reper letve ili neku okruglu vrijednost
- očitati položaj daljinomjerne i visinske krivulje na mjestu gdje presjecaju vertikalnu nit i mjernu letvu
- očitati vrijednost horizontalnog kuta
- upisati vrijednosti u pripadajući zapisnik



Strecke $s = 29,2$ m

Höhenunterschied $\Delta h' = -2,17$ m

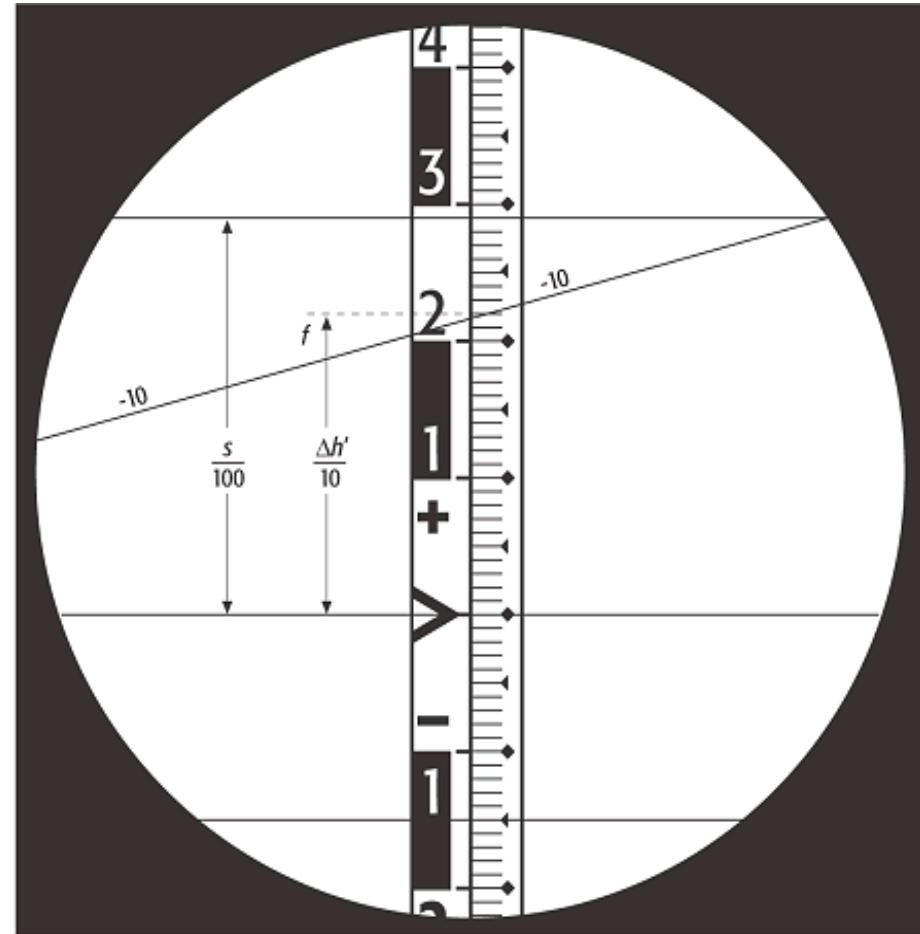
Primjer očitavanja Dahltom 010A

- Reper letve: $R = +1.40$ m
- temeljna nit: $t_0 = 0.000$
- daljinomjerna: $d = 0.290$
- visinska: $v = 0.217$ $c = -10$
- Dužina:
 $= (d - t) * K$
 $= (0.290 - 0.000) * 100 = 29.0$ m
- Vis. razlika : $\Delta h'$
 $= (v - t) * c$
 $= (0.217 - 0.000) * -10 = -2.17$ m

Ukupna visinska razlika:

$$s = R + t_0$$

$$\Delta h = \Delta h' + i - s$$



Strecke $s = 29,2$ m

Höhenunterschied $\Delta h' = -2,17$ m

Primjer očitavanja Dahltom 010A

□ Reper letve: $R = +1.40$ m $i = 1,26$ m $H_{ST} = 112,15$

- daljinomjerna: $d = 0.050$
- visinska: $v = 0.016$ $c = +10$
- temeljna nit: $t_0 = 0.000$

• Dužina:

$$d = (d - t) * K$$

$$d = (0.050 - 0.000) * 100 = \mathbf{5.0}$$
 m

• Vis. razlika : $\Delta h'$

$$= (v - t) * c$$

$$= (0.016 - 0.000) * +10 = 0,16$$
 m

Ukupna visinska razlika:

$$s = R + t_0 = 1.40 + 0.000 = 1.40$$

$$\Delta h = \Delta h' + i - s = 0.16 + 1.26 - 1.40 = 0,02$$
 m

$$H_{DT} = H_{ST} + \Delta h = 112,15 + 0,02 = \mathbf{112,17}$$
 m



Primjer očitavanja Dähltom 010A

□ Reper letve: $R = +1.40 \text{ m}$ $i = 1.26 \text{ m}$ $H_{ST} = 112.15$

- daljinomjerna: $d = -0.400$
- visinska: $v = -0.421$ $c = -10$
- temeljna nit: $t_0 = -0.450$
- Dužina:
 $= (d - t) * K$
 $d = (-0.400 - (-0.450)) * 100 = 5.0 \text{ m}$

- Vis. razlika : $\Delta h'$
 $= (v - t) * c$
 $= (-0.421 - (-0.450)) * -10 = -0.29 \text{ m}$

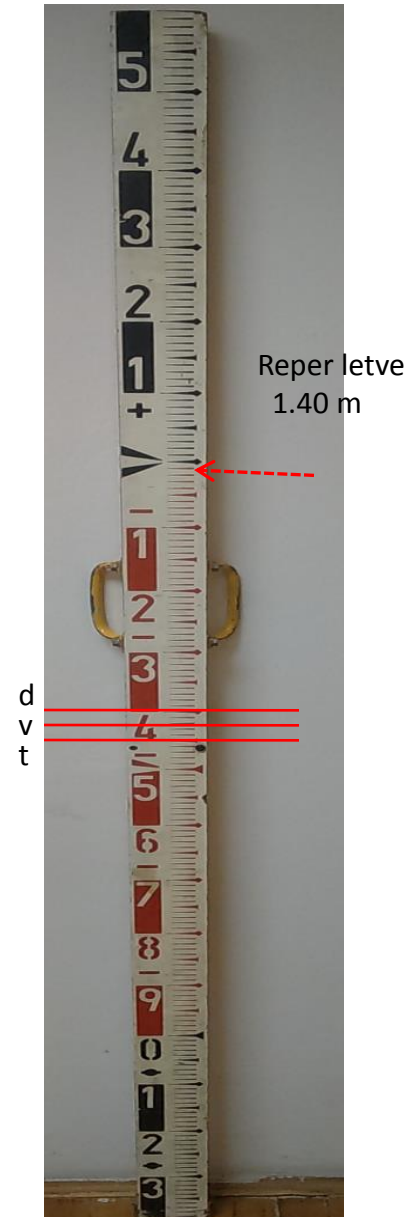
Ukupna visinska razlika:

$$s = R + t_0 = 1.40 + (-0.450) = 0.95 \text{ m}$$

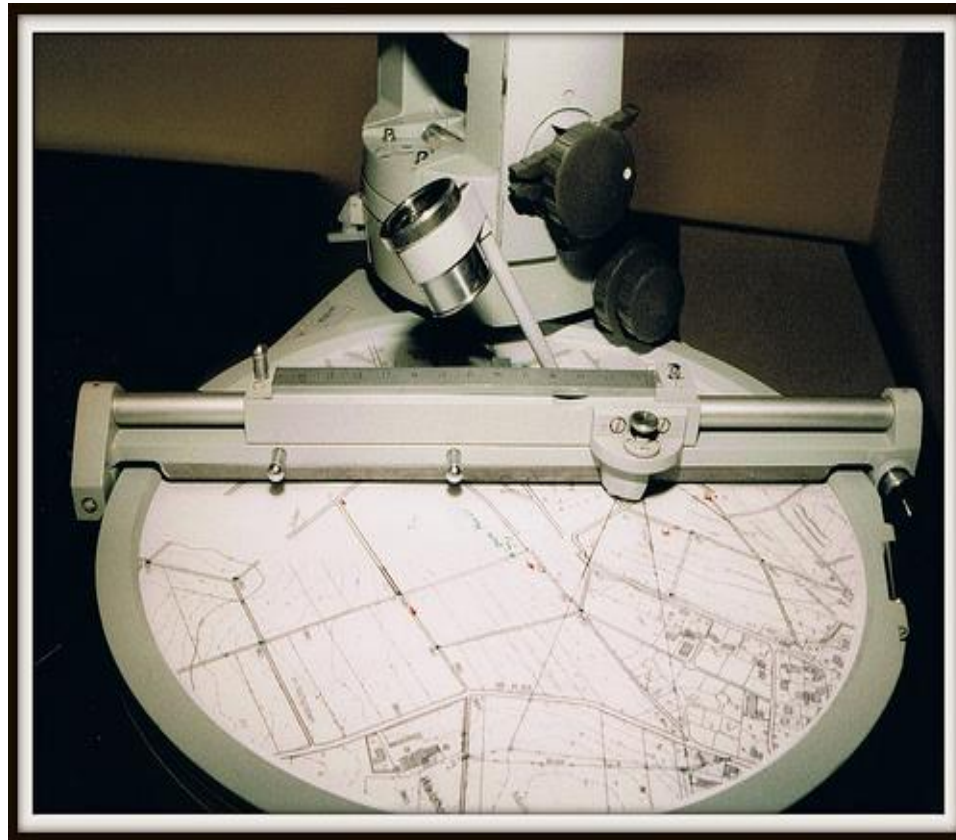
$$\Delta h = \Delta h' + i - s = -0.29 + 1.26 - 0.95 = 0.02 \text{ m}$$

$$H_{DT} = H_{ST} + \Delta h = 112.15 + 0.02 = 112.17 \text{ m}$$

- Ako se koristi obična nivelmanska letva sa kontinuiranim podjeljenjem odozdo prema gore (od 0 – visine letve) tada je $R = 0$, što znači da je $s =$ temeljnoj niti ($s = R + t_0 = 0 + t_0$)



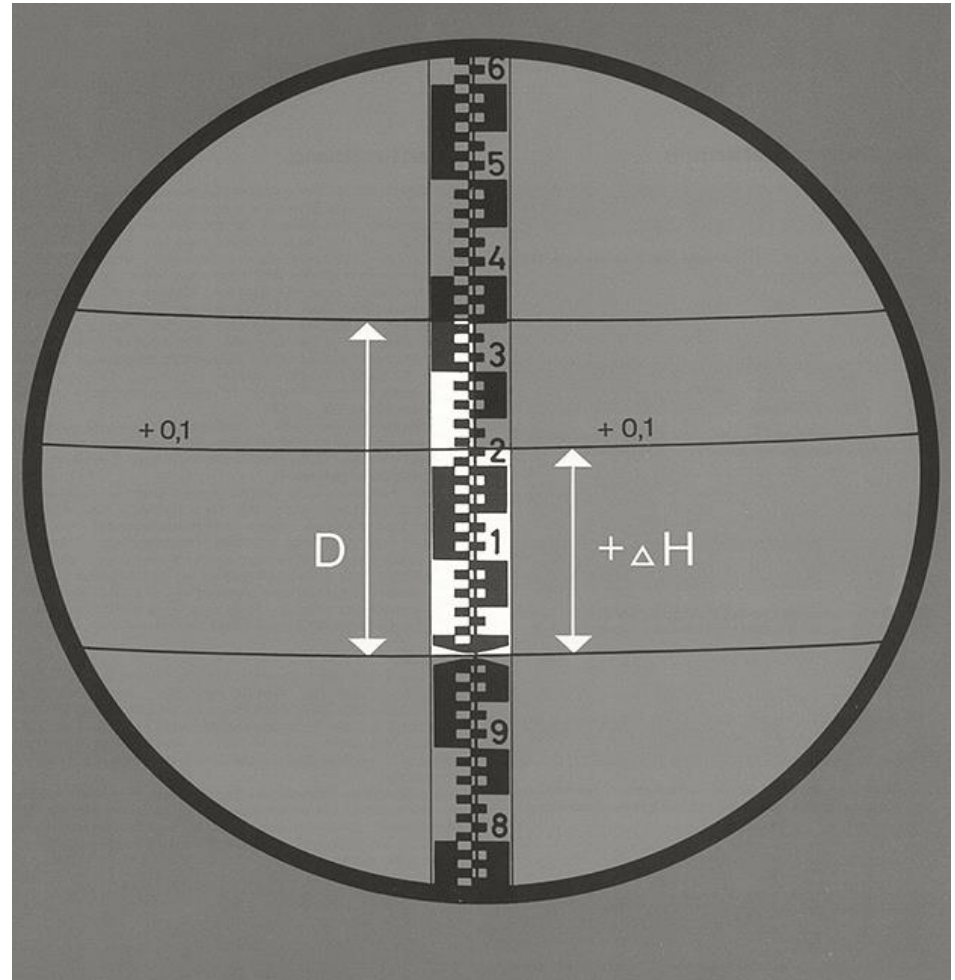
Tahymetrijsko snimanje – geodetski stol



Wild RDS



- položnije niti krivulja nego kod Dahlte
- lakša procjena položaja niti



$$d = (d - t) * 100$$

$$\Delta h' = (v - t) * 100 * c$$

$$H = \Delta h' + i - s$$