



FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
DEPARTMAN ZA GRADEVINARSTVO I GEODEZIJU  
GEODEZIJA I GEOINFORMATIKA



## UVOD U GEODEZIJU

### Instrumenti za merenje uglova

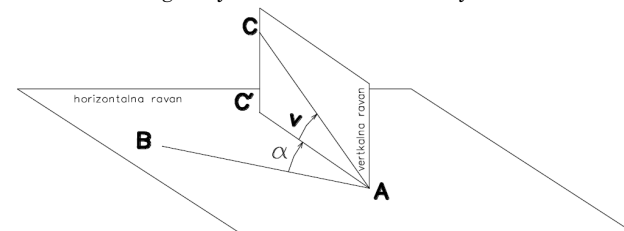
Vanr. prof. Marko Marković, master inž. geodez.

Novi Sad, 2024/2025

1

## Uglovi

- Ugao je deo ravni ograničen dvema polupravama koje se seku u jednoj tački.
- U zavisnosti od položaja koji zauzima u prostoru, ugao može biti:
  - prostorni – ugao čiji kraci leže u proizvoljnoj (kosoj) ravni;
  - horizontalni – ugao čiji kraci leže horizontalnoj ravni  $\alpha$ ;
  - vertikalni – ugao čiji kraci leže u vertikalnoj ravni  $V$ .



2

## Geodetski instrumenti za merenje uglova

- Geodetski instrumenti za merenje uglova nazivaju se teodoliti.
- Totalne stanice – savremeni geodetski instrumenti za merenje uglova.



Teodoliti



Totalne stanice

3

## Teodolit

- Teodolit je geodetski instrument za merenje horizontalnih i vertikalnih uglova.

- Osnovni delovi teodolita su:

- postolje sa tri položajna zavrtnja;
- gornji okretni deo – alhidada;
- libele;
- durbin;
- krug sa podelom (limb) za merenje horizontalnih uglova;
- krug sa podelom (limb) za merenje vertikalnih uglova;
- uređaji za očitavanje limbova.



4

## Postolje i alhidada

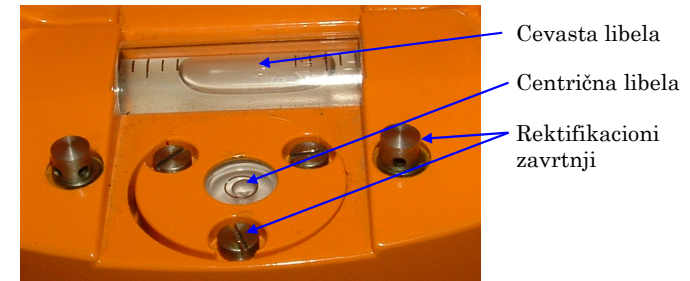
- Postolje sa tri položajna zavrtnja – postavlja se na glavu stativa i za nju pričvršćuje centralnim zavrtnjem (1).
- Položajni zavrtnji služe za horizontiranje instrumenta.
- Alhidada je gornji pokretni deo instrumenta na kojem se nalaze svi delovi teodolita (2).
- Alhidada se može rotirati oko zamišljene prave linije koja se naziva alhidadina osa.



5

## Libele

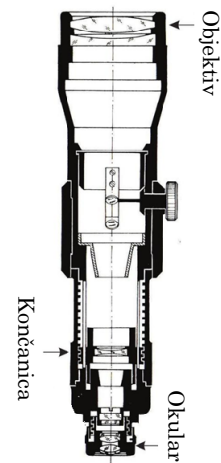
- Libela je sprava koja služi za dovođenje ravni ili pravih u horizontalan, odnosno vertikalni položaj.
- Centrična libela služi za grubo, a cevasta za fino horizontiranje instrumenta.



6

## Durbin

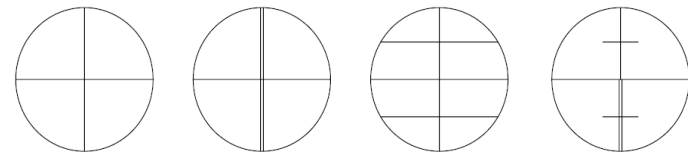
- Durbin je optička sprava namenjena za uveličavanje lika udaljenih predmeta.
- Durbin se sastoji od:
  - objektivnog sočiva (objektiva) koje se nalazi na prednjem delu durbina;
  - okularnog sočiva (okulara) koje se nalazi na zadnjem delu durbina;
  - končanice koja je smeštena između objektiva i okulara.
- Durbin je vezan za alhidadu tako da se može rotirati oko prave linije koja se naziva obrtna osa durbina.



7

## Durbin

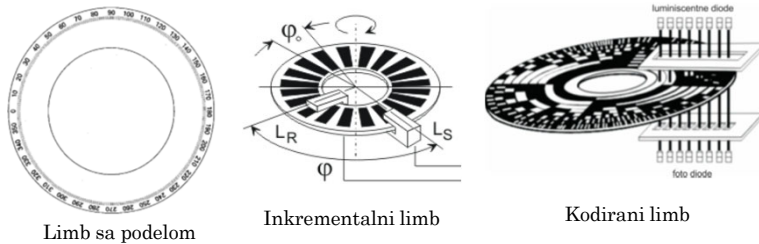
- Centar okulara je materijalizovan kao presek dve crte (konca) koje su upravne i koje se zovu končanica.
- Vizura – prava koja spaja presek horizontalnog i vertikalnog konca končanice i optički centar objektiva.
- Postupak navođenja vizure, da pogada određeni predmet ili tačku na terenu, naziva se viziranje.



8

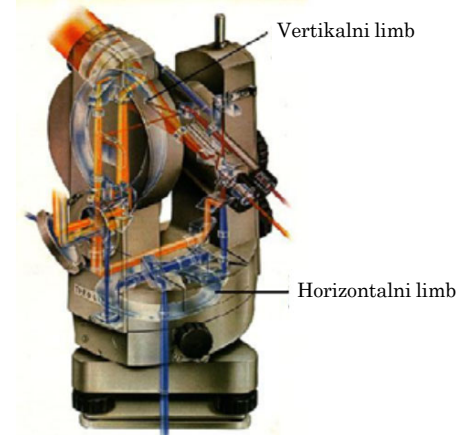
## Limbovi

- Limb je uglomer u obliku kružnog prstena sa precizno izgraviranom podelom.
- Limbovi se izrađuju od specijalnog stakla (noviji tipovi instrumenata) ili metala (stariji tipov instrumenata).
- Kod instrumenata novije generacija upotrebljavaju se kodirani i inkrementalni enkoderi (limbovi).



9

## Horizontalni i vertikalni limb



10

## Očitavanje limbova

- Teodoliti za očitavanje horizontalnog i vertikalnog limba koriste mehaničke i optičke uređaje.
- Među optičkim uređajima izdvajaju se:
  - mikroskop sa crticom;
  - mikroskop sa skalom crtica;
  - mikroskop sa optičkim mikrometrom.



11

## Očitavanje limbova

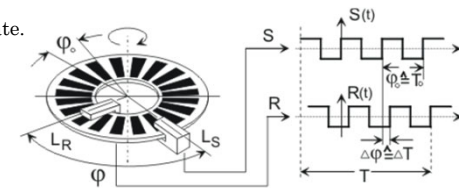
- Elektronsko očitavanje uglova – inkrementalni limb, statična fotočelija  $L_S$  i pokretna fotočelija  $L_R$ .
- Merenje ugla počinje rotacijom inkrementalnih limbova koje motor automatski pokreće (3 obrtaja u sekundi).
- Fotočelije  $L_S$  i  $L_R$  registruju signale  $S(t)$  i  $R(t)$ .
- Merenje ugla zasniva se na merenju vremena  $\Delta t$ .

Vrednosti  $t_0$  i  $\varphi_0$  su poznate.

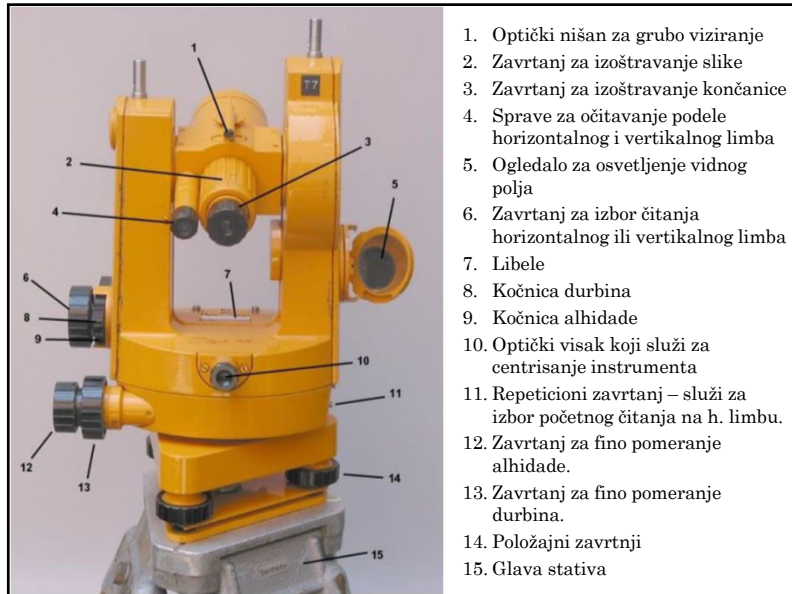
$$t = nt_0 + \Delta t$$

$$\varphi = n\varphi_0 + \Delta\varphi$$

$$\frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} = \frac{\Delta t}{t_0} \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{\varphi_0}{t_0} \cdot \Delta t$$



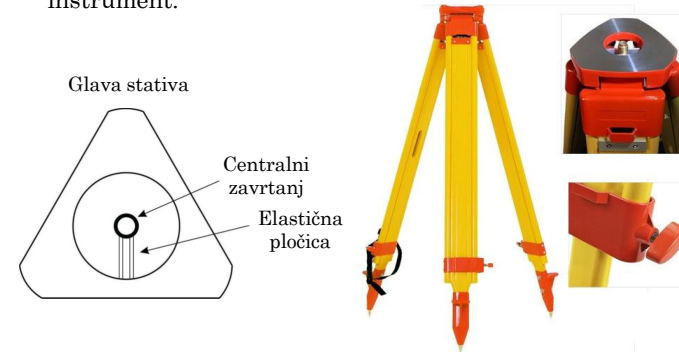
12



13

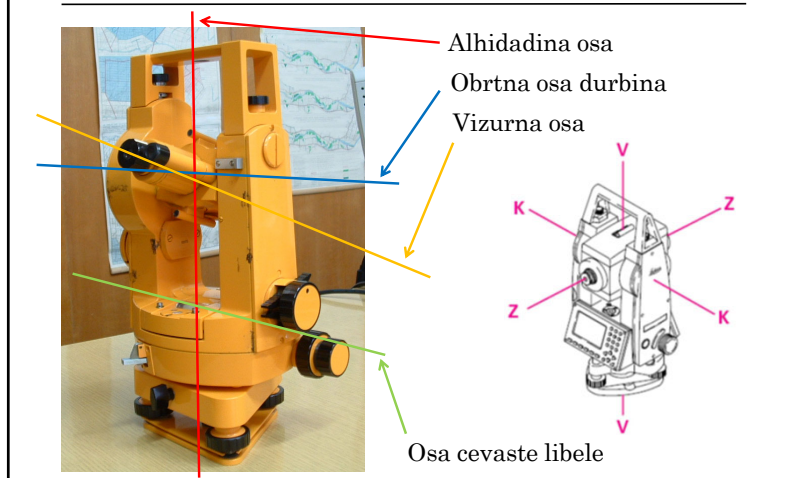
## Stativ

➤ Stativ je drveni ili metalni tronožac na koji se postavlja instrument.



14

## Ose teodolita



15

## Uslovi teodolita – horizontalni uglovi

➤ Teodolit pri merenju horizontalnih uglova treba da zadovolji sledeće uslove:

- Osa cevaste libele na alhidadi mora biti upravna na alhidadinu osu;
- Vizurna osa mora biti upravna na obrtnu osu durbina;
- Vertikalna crta končanice mora biti zaista vertikalna kada je alhidadina osa vertikalna;
- Obrtna osa durbina mora biti upravna na alhidadnu osu;

➤ Pregled geodetskih instrumenata vrši se u ovlašćenim metrološkim laboratorijama, dok ispitivanje i rektifikaciju sprovodi sam korisnik.

➤ Postupak ispitivanja uslova i otklanjanja odstupanja se naziva rektifikacija teodolita.

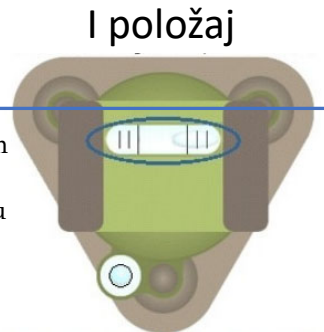
16

## Prvi uslov

Osa cevaste libele na alhidadi mora biti upravna na alhidadinu osu.

➤ Pomoću centrične libele približno horizontirati instrument.

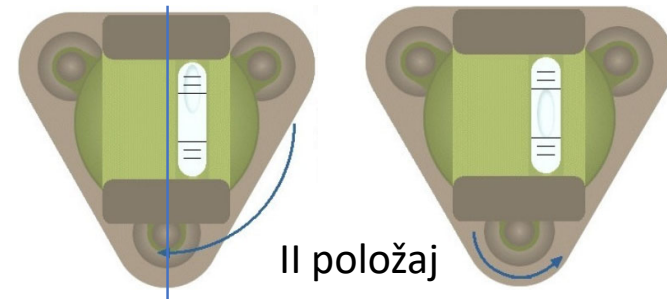
➤ Cevastu libelu na alhidadi dovesti približno paralelno zamišljenom pravcu između dva položajna zavrtnja, a zatim pomoću ista dva položajna zavrtnja mehur libele dovesti u položaj da vrhuni.



17

## Prvi uslov

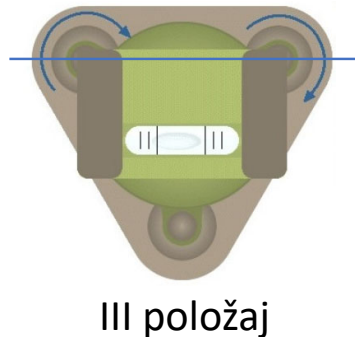
➤ Zatim se alhidada sa cevastom libelom okrene za  $90^\circ$ , približno u pravac trećeg položajnog zavrtnja, i delujući isključivo na njega (treći položajni zavrtnanj) mehur libele dovede u položaj da vrhuni.



18

## Prvi uslov

➤ Nakon toga se alhidada okrene za  $90^\circ$ , tako da libela zauzima približno paralelan položaj (rotiran za  $180^\circ$ ) prvom položaju.



19

## Prvi uslov

- Ako mehur libele i u tom položaju vrhuni uslov je zadovoljen.
- Ukoliko mehur libele odstupa, onda je to odstupanje dvostrukog karaktera.
- Jedna polovina odstupanja nastaje zato što alhidadina osa nije vertikalna, a druga polovina zbog neupravnosti ose libele na alhidadinu osu.
- Polovina odstupanja se poništava pomoću korekcionih zavrtnjaeva na libeli, a druga polovina pomoću položajnih zavrtnjeva.

20

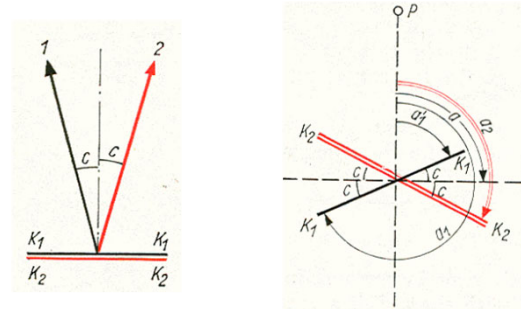
## Prvi uslov

- Opisani postupak treba ponoviti više puta, sve dok odstupanje mehura libele iz prvog i trećeg položaja ne bude manje od polovine jednog parsaa.
- Posle toga u svim položajima alhidade, mehur cevaste libele na alhidadi treba da vrhuni.
- Ako to nije slučaj, treba pažljivo ponoviti ceo postupak rektifikacije, jer prvi uslov nije zadovoljen, odnosno postupak rektifikacije nije korektno sproveden.

21

## Drugi uslov

- Vizurna osa mora biti upravna na obrtnu osu durbina;



22

## Drugi uslov

- Ispitivanje upravnosti vizure i obrtne ose durbina se može izvršiti pomoću dvostruke kolimacione greške. U prvom položaju durbina navizira se neka lako uočljiva i sigurno definisana tačka, koja je na približno istoj visini sa instrumentom, na odstojanju od oko 200 metara i izvrši čitanje podele na horizontalnom limbu. Zatim istu tačku treba navizirati u drugom položaju durbina i ponovo izvršiti čitanje na horizontalnom limbu. Uslov je zadovoljen ako se čitanje u prvom i drugom položaju razlikuje za  $180^\circ$ . Ako je razlika čitanja veća ili manja od  $180^\circ$ , postoji kolimaciona greška  $C$ .

23

## Drugi uslov

- Dvostruka kolimaciona greška se određuje na osnovu sledeće formule:

$$2C = (II \pm 180^\circ) - I$$

gde su:

$2C$  – dvostruka kolimaciona greška,

$I$  – čitanje na limbu u prvom položaju durbina,

$II$  – čitanje na limbu u drugom položaju durbina.

24



## Drugi uslov

Čitanja oslobođena uticaja kolimacione greške dobiće se ako se vrednost kolimacione greške algebarski sabere sa čitanjem podele limba iz prvog položaja durbina ili oduzme od vrednosti čitanja podele limba iz drugog položaja durbina, promenjenog za  $180^\circ$ :

$$I' = I + C = (II \pm 180^\circ) - C$$

gde je  $I'$  čitanje oslobođeno uticaja kolimacione greške.

25

## Drugi uslov

Rektifikacija ovog uslova vrši se na sledeći način:

- Izračuna se vrednost čitanja popravljena za uticaj kolimacione greške.
- Delujući mikrometarskim zavrtnjem alhidade namesti se čitanje popravljeno za uticaj kolimacione greške zbog čega će se vizura pomeriti sa prethodno navizirane tačke.
- Pomerajući končanični prsten pomoću korekcionih zavrtnja, dovede se vizura da ponovo pogađa izabranu tačku, čime je rektifikacija izvršena.

26

## Treći uslov

Vertikalna crta končanice mora biti zaista vertikalna kada je alhidadina osa vertikalna.



27

## Treći uslov

Vertikalnom crtom končanice navizira se neka udaljena tačka. Durbina se zavrtnjem za fino viziranje pomera oko obrtne ose i prati da li vertikalna crta stalno prolazi kroz naviziranu tačku. Ako vertikalna crta končanice prolazi kroz naviziranu tačku na čitavoj dužini vidnog polja, uslov je zadovoljen. Ako ne prolazi, uslov nije zadovoljen. Rektifikacija se izvodi rotiranjem končaničnog prstena. Končanični prsten se, uz pomoć korekcionih zavrtnja, rotira sve dok se ne postigne da vertikalna crta končanice, na čitavoj dužini vidnog polja, prolazi kroz naviziranu tačku.

28

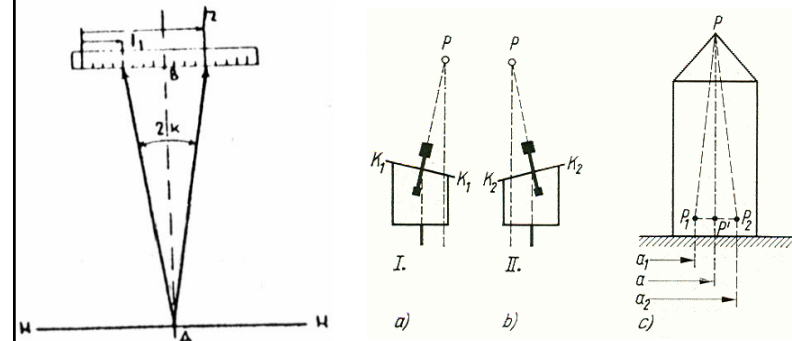
## Četvrti uslov

Obrtna osa durbina mora biti upravna na alhidadnu osu.

Na nekom visokom objektu navizirati tačku tako da vizura bude što strmija, a zatim ne dirajući alhidadu, spustiti durbin i očitati podelu na letvi (ili lenjiru), koja je prethodno postavljena horizontalno i upravno na vizuru, ispod tačke koja je navizirana. Pod pretpostavkom da navedeni uslov nije ispunjen, vizurna ravan neće biti vertikalna, pa ni čitanje  $l_1$  neće biti u vertikalnoj ravni.

29

## Četvrti uslov



30

## Četvrti uslov

Rektifikacija se izvodi sledećim redosledom:

- Izračuna se sredina iz čitanja  $l_2$  i  $l_1$ ;
- Navede se vizura na sračunato srednje čitanje pomerajući alhidadu mikrometarskim zavrtnjem;
- Okrene se durbin oko obrtne ose ka vizurnoj tački, pri čemu će se zapaziti da vizura sada ne pogađa vizurnu tačku.
- Menjajući visinu jednog kraja obrtne ose, pomoću odgovarajućih korekcionih zavrtnja, dovede se da vizura pogađa vizurnu tačku, čime je rektifikacija završena.

31

## Četvrti uslov

- Zatim se u drugom položaju durbina navizira ista tačka, rotira durbin i pročita vrednost na letvi  $l_2$ .
- Čitanje  $l_2$ , ako uslov nije ispunjen, biće simetrično sa  $l_1$  u odnosu na vertikalnu ravan.
- Razlika čitanja  $l_2 - l_1$  ukazuje da obrtna osa durbina nije upravna na alhidadnu osu.
- Ako bi uslov bio ispunjen, u oba položaja durbina dobilo bi se isto čitanje.

32



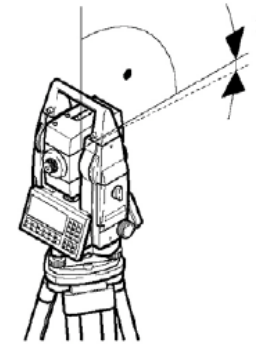
## Uslovi teodolita – vertikalni uglovi

- Teodolit pri merenju vertikalnih uglova treba da zadovolji sledeće uslove:
- Čitanje na vertikalnom limbu pri horizontalnoj vizuri i u krugu levo jednako je 90°;
  - Horizontalna crta končanice je zaista horizontalna, kada je alhidadina osa vertikalna;

33

## Peti uslov

Čitanje na vertikalnom limbu pri horizontalnoj vizuri i u krugu levo jednako je 90°.



34

## Peti uslov

Ispitivanje se vrši čitanjem vertikalnog ugla, ili zenitnog odstojanja, na tri vizurne markice u sve četiri serije u prvom (KL - krug levo) i drugom (KD - krug desno) položaju durbina. Zbir čitanja pri horizontalnom položaju indeksa za čitanje (kada su opažana zenitna odstojanja) mora biti jednaka vrednosti punog kruga. Razlika pokazuje da indeks za čitanje vertikalnih uglova nije horizontalan i to za polovinu razlike. Ponoviti test nekoliko puta i sračunati srednju vrednost greške. Ukoliko greška prevazilazi vrednost najmanjeg podeoka vertikalnog limba, rektifikacija je neophodna.

35

## Peti uslov

Iz čitanja vertikalnih uglova u prvom i drugom položaju durbina računa se vrednost:

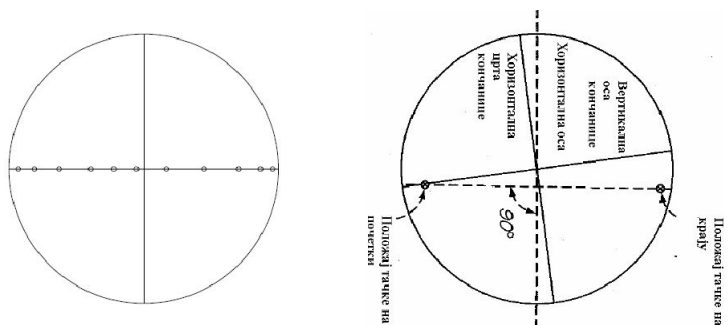
$$(2VV)_i = (KL)_i + (KD)_i - 360^\circ$$

Rektifikacija: Mehaničke, elektro – mehaničke i električno – optičke kompenzatore periodično treba ispitati, iako su dosta dobro zaštićeni. Međutim, zbog složenosti postupka, njihova rektifikacija se mora izvršiti u servisu.

36

## Šesti uslov

Horizontalna crta končanice mora biti zaista horizontalna kada je alhidadina osa vertikalna.



37

## Šesti uslov

Horizontalnom crtom končanice navizira se neka udaljena tačka. Durbin se zavrtanjem za fino viziranje pomera oko alhidadine ose i prati da li horizontalna crta končanice stalno prolazi kroz naviziranu tačku. Ako horizontalna crta končanice prolazi kroz naviziranu tačku na čitavoj dužini vidnog polja, uslov je zadovoljen. Ako ne prolazi, uslov nije zadovoljen. Rektifikacija se izvodi rotiranjem končaničnog prstena. Končanični prsten se, uz pomoć korekcionih zavrtnja, rotira sve dok se ne postigne da horizontalna crta končanice, na čitavoj dužini vidnog polja, prolazi kroz naviziranu tačku.

38

## Dodatno

Kada se radi o elektronskim teodolitima, ispitivanje i rektifikacija se, u prvom redu, odnosi na uslove koji treba da zadovolji običan tahimetar.

Osim ovih uslova potrebno je ispitati i:

1. Stabilnost frekvencije daljinomera – ispituje se u laboratoriji;
2. Adicionu konstantu – ispituje se na terenu na kalibracionoj bazi ili na optičkoj bazi u laboratoriji;
3. Periodične greške - ispituju se na terenu na kalibracionoj bazi ili na optičkoj bazi u laboratoriji, pomeranjem reflektora za 20 do 50 cm;
4. Faznu nehomogenost – ispituje se na terenu na kalibracionoj bazi.
5. Optički visak – ispituje se na terenu.

39

## Napomena

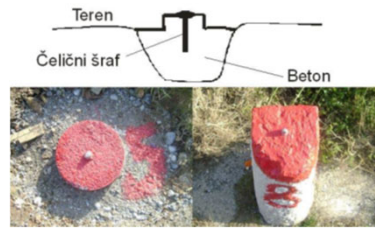
Ipak, bez obzira na izvršeno etaloniranje i posedovanje uverenja o ispravnosti merila, ispitivanje uslova je potrebno, u zavisnosti od korišćenja instrumenta, vršiti najmanje jednom mesečno. Kada se radi o savremenim elektronskim teodolitima, u slučaju da se utvrdi da neki od uslova nije zadovoljen, nije „preporučljivo“ vršiti rektifikaciju, pogotovo ako to treba da uradi mlad i neiskusni geodetski stručnjak. U tom slučaju instrument treba rektifikovati kod servisera, ovlašćenog za ovu vrstu poslova.

40

## Centrisanje teodolita

- Teodolit se prilikom merenja postavlja iznad stanice (tačka S) približno u visini očiju na stativ.
- Alhidadina osa treba da bude na vertikali (linija upravna na geoid) koja prolazi kroz tačku koja predstavlja stanicu.
- Navedeni postupak predstavlja centrisanje instrumenta i može se izvesti:

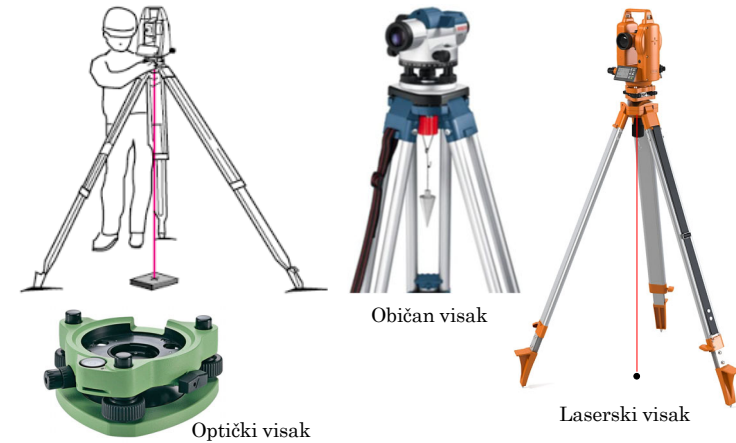
- običnim viskom;
- krutim viskom;
- optičkim viskom;
- laserskim zrakom;
- prisilno.



Materijalizacija tačke S koja je teme ugla

41

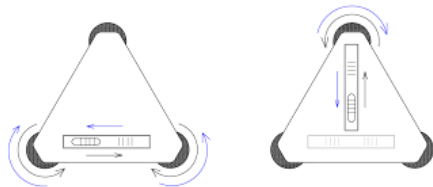
## Centrisanje teodolita



42

## Horizontiranje teodolita

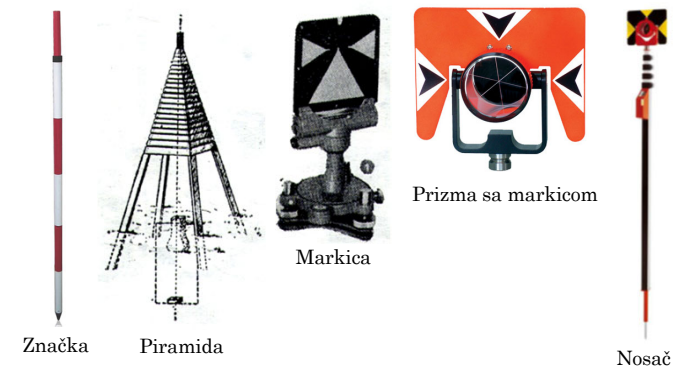
- Menjajući dužinu noga stativa dovedemo centričnu libelu da vrhuni.
- Rotiramo alhidadu, tako da cevastu libelu na alhidadi dovedemo u pravcu dva položajna zavrtnja.
- Okretanjem položajnih zavrtnja u suprotnom smeru dovedemo mehur libele da vrhuni.
- Okrenemo alhidadu tako da cevasta libela bude u pravcu trećeg položajnog zavrtnja i dovedemo mehur libele da vrhuni.



43

## Signalisanje tačka

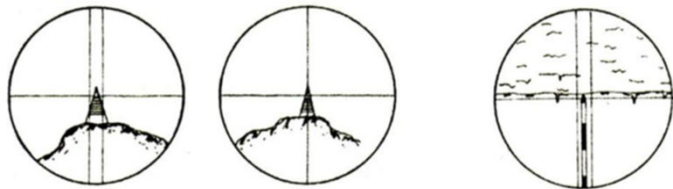
- Radi viziranja tačaka A i B koje čine krake ugla, one se na terenu moraju signalisati.



44

## Viziranje tačaka

- Viziranjem se osa vizure dovodi da pogađa signal koji viziramo.
- Otkoči se kočnica na alhidadi i obrtnoj osi i durbina se dovede u pravac signala na vizurnoj tački.
- Pravac se fino dotera pomoću zavrtnjeva za fino pomeranje oko alhidade i obrtne ose durbina.



45

## Položaji durbina

- I položaj durbina – limb za merenje vertikalnih uglova se nalazi sa leve strane operatera.
- II položaj durbina – limb za merenje vertikalnih uglova se nalazi sa desne strane operatera.



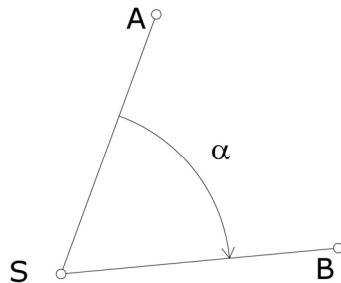
I položaj durbina (krug levo – KL)

II položaj durbina (krug desno – KD)

46

## Merenje horizontalnih uglova

- Na terenu ugao je definisan sa 3 tačke, jedna je teme ugla (stanica – S), dok druge dve zajedno sa temenom čine krake ugla (vizurne tačke – A i B).



47

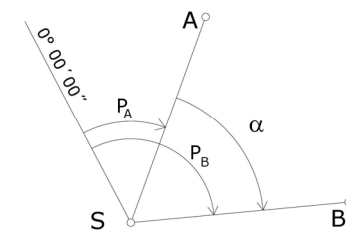
## Merenje horizontalnih uglova

- U geodetskoj praksi prilikom merenja horizontalnih uglova vrši se očitavanje vrednosti na horizontalnom limbu za položaj durbina u pravcu vizurnih tačka (vrednosti pravaca).
- Iz očitanih vrednosti pravaca prema tačkama A i B računski se dobija horizontalni ugao:

$$\alpha = P_B - P_A.$$

- Metode merenja horizontalnih uglova:

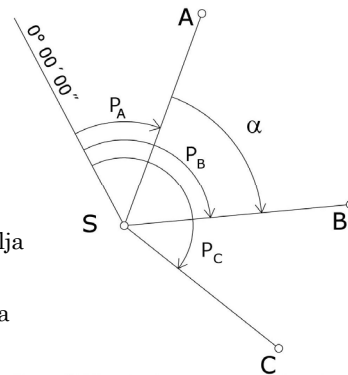
- prosta metoda;
- girusna metoda.



48

## Prosta metoda merenja horizontalnih uglova

- Sa date stanice vrši se opažanje dva ili više pravaca u jednom položaju durbina (I ili II).
- Signal na tački koji je najvidljiviji se navizira i očitava vrednost horizontalnog limba.
- Teodolit se okreće u smeru kretanja kazaljki na satu ka sledećoj vizurnoj tački i ponavlja se očitavanje.
- Na kraju se opet vizira početna tačka – tzv. završna vizura.



49

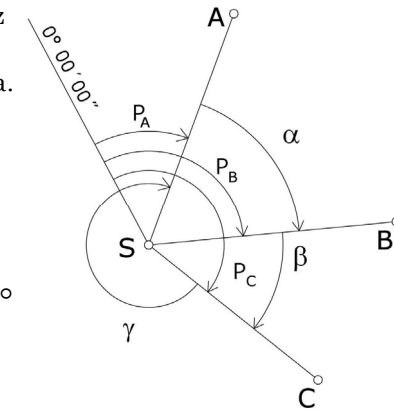
## Prosta metoda merenja horizontalnih uglova

- Uglovi se određuju iz razlike vrednosti desnog i levog pravca.

$$\alpha = P_B - P_A$$

$$\beta = P_C - P_B$$

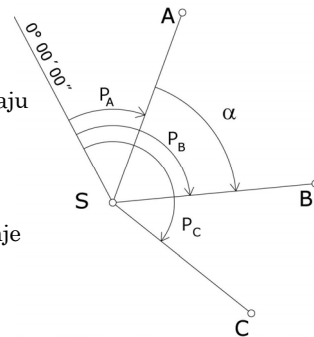
$$\gamma = P_A - P_C + 360^\circ$$



50

## Girusna metoda merenja horizontalnih uglova

- Instrument se centriše i horizontira iznad stanice, nakon čega se odabere i vizira prva tačka u I položaju durbina.
- Viziraju se ostale tačke iduću u smeru kazaljke na satu i očitavaju vrednosti pravaca.
- Durbina se okreće u II položaj, nakon čega se viziraju tačke u obrnutom redosledu (od poslednje do prve u smeru suprotnom od kretanja kazaljki na satu) i očitavaju vrednosti pravaca.



51

## Girusna metoda merenja horizontalnih uglova

- Kod girusne metode, za svaki pravac se obave dva čitanja (u I i u II položaju durbina) koja su međusobno različita za  $180^\circ$ , na osnovu kojih se računa srednja vrednost.
- Kada se za merenje horizontalnih uglova koristi girusna metoda, iz rezultata merenja se eliminiše eventualno neispunjenje uslova:
  - upravnost obrtne ose durbina i alhidadine ose;
  - upravnost vizurne ose i obrtne ose durbina;
- Bez obzira na metodu merenja, greške koje nastaju ako nije ispunjen uslov upravnosti ose cevaste libele i alhidadine ose, ostaju u rezultatu merenja.

52

## Obrada podataka pri merenju horizontalnih uglova girusnom metodom

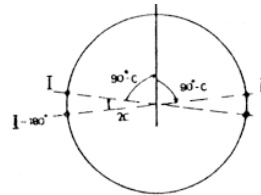
Stanica	Vizura	I položaj durbina	II položaj durbina	2C	Sredina	Redukovana sredina
930	550	15°24' 16"	195°24' 10"	-6"	15°24' 13"	0°00' 00"
	266	83°54' 45"	263°54' 37"	-8"	83°54' 41"	68°30' 28"
266	T3	0°14' 11"	180°14' 08"	-3"	0°14' 09"	0°00' 00"
	930	293°51' 17"	113°51' 07"	-10"	293°51' 12"	293°37' 03"
	550	347°33' 29"	167°33' 21"	-8"	347°33' 25"	347°19' 16"

$$2C = (II_{\text{položaj}} + 180^\circ) - I_{\text{položaj}}, \quad II_{\text{položaj}} < 180^\circ$$

$$2C = (II_{\text{položaj}} - 180^\circ) - I_{\text{položaj}}, \quad II_{\text{položaj}} > 180^\circ$$

$$Sredina = \frac{I_{\text{položaj}} + (II_{\text{položaj}} \pm 180^\circ)}{2}$$

$$Redukovana sredina_i = Sredina_i - Sredina_1$$



53

## Vertikalni i zenitni uglovi

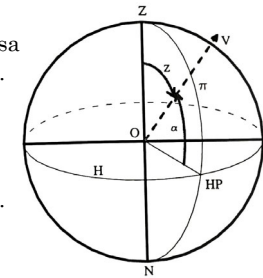
➤ Nebeska sfera je sfera beskonačnog poluprečnika, čiji se centar može se poklapati sa centrom Zemlje (geocentrična sfera) ili sa okom posmatrača (topocentrična sfera).

➤ Topocentrična sfera čiji se centar poklapa sa presekom alhidatine i obrtne ose durbina.

➤ Vertikalna, linija upravna na geoid, prodire nebesku sferu iznad oka posmatrača u tački Z koja se naziva zenit (), a ispod oka posmatrača u tački N koja se naziva nadir.

➤ Zenitni ugao – ugao za koji treba rotirati pravac vertikale da se poklopi sa vizurom.

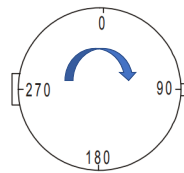
➤ Vertikalni ugao – ugao za koji treba rotirati horizontalnu projekciju vizure dok se ne poklopi sa vizurom.



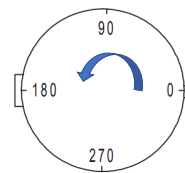
54

## Merenje vertikalnih i zenitnih uglova

- Vertikalni limb se rotira zajedno sa durbinom oko obrtne ose durbina.
- Indeksi za očitavanje podele vertikalnog limba stoje nepomično.
- Nepomičnost indeksa za očitavanje vertikalnog limba ostvaruje se pomoću cevaste libele ili kompenzatora.
- Merenja u prvom položaju durbina obeležavaju se sa KL, dok se merenja u drugom položaju durbina obeležavaju sa KD.



Zenitni uglovi



Vertikalni uglovi

55

## Merenje vertikalnih i zenitnih uglova

➤ Uslovi koji moraju biti zadovoljeni:

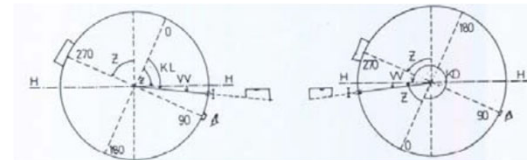
$$KL + KD = 360^\circ \text{ (ukoliko se mere zenitni uglovi);}$$

$$KL + KD = 180^\circ \text{ (ukoliko se mere vertikalni uglovi).}$$

➤ Pod pretpostavkom da čitanje pri horizontalnoj vizuri nije  $90^\circ$ , čitanje KL će biti opterećeno greškom koja se naziva kolimacija VV.

$$KL = Z + VV, \quad KD = 360^\circ - Z + VV,$$

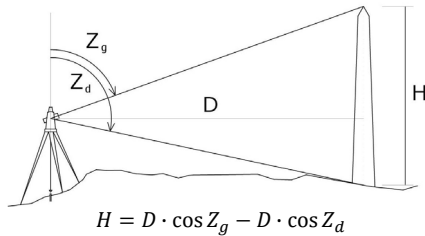
$$KL + KD = 360^\circ + 2VV, \quad VV = \frac{KL + KD - 360^\circ}{2}.$$



56

## Merenje vertikalnih i zenitnih uglova

- Vertikalni i zenitni uglovi imaju široku primenu:
  - određivanje horizontalnih dužina na osnovu kose dužine i zenitnog (vertikalnog) ugla;
  - merenje visinskih razlika trigonometrijskim nivelmanom;
  - određivanje visina visokih nepristupačnih objekata.



57

## Merenje vertikalnih i zenitnih uglova

- Merenja vertikalnih i zenitnih uglova vrše primenom:
  - proste metode;
  - girusne metode.
- Prosta metoda podrazumeva merenja vertikalnih i zenitnih uglova u jednom položaju durbina.
- Girusna metoda podrazumeva merenje merenja vertikalnih i zenitnih uglova u oba položaja durbina.
- Kontrola merenja se vrši pomoću vrednosti kolimacije  $VV$ .
- Vrednosti vertikalnih i zenitnih uglova oslobođene su uticaja kolimacija  $VV$ , ukoliko se vertikalni i zenitni uglovi mere u oba položaja durbina.

58

PITANJA?

59