

## OSVRT NA RAZVOJ DALEKOZORA GEODETSKIH INSTRUMENTATA

(Kraj)

### 3. NAPOMENE O KONSTRUKCIJI OPTIČKIH DIJELOVA DALEKOZORA

Kod proračunavanja objektivna za dalekozore geodetskih instrumenata dovoljno je, da se korigiraju samo sferna i kromatska aberacija, i da bude zadovoljan »uvjet sinusa«. Ostale se aberacije, kod proračunavanja objektivna, ne uzimaju u račun, jer nastaju od točaka, koje su dalje od optičke osi, a dalekozori geodetskih instrumenata obično zahvaćaju vidni kut samo između  $1^\circ$  do  $1,5^\circ$ , a najviše do  $2^\circ$ .

U proračunavanju okulara treba međutim nastojati, da osim sferne i kromatske aberacije, budu i ostale aberacije, po mogućnosti što manje. Zbog toga se za okular obično uzima sistem poput Kellner-ova okulara (vidi sliku 2. ili sl. 3).

Okularu se obično daje žarišna daljina oko 1 cm f-ok = 6 cm). Ako se tad uzme objektiv žarišne daljine na pr. 20 cm f-obj. = 20 cm), onda je duljina ovakova dalekozora, kad je fokusiran na vrlo dalek predmet, oko 22 cm, a povećanje mu je:

$$\frac{f \text{ obje}}{f \text{ ok.}} = \frac{20 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 20 \text{ puta.}$$

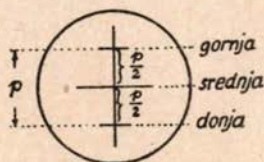
### 4. REICHENBACH-OV DALJINOMJER

Dalekozor, konstruiran za geodetske instrumente, izrađuje se obično s dodatkom za mjerenje daljina na način, koji je oko god. 1810. dao Nijemac Reichenbach.

Ovaj dodatak čine dvije ravne tanke paralelne crtice, nanižete na dijafragmu. Objje se nanose na dijafragmu paralelno s horizontalnom crticom vizirna križa, i to: jedna se nanosi na jednu stranu od horizontalne crtice vizirna križa u izabranome razmaku, a druga se nanosi na drugu stranu, također u razmaku (sl. 8.) tako, da je razmak objiju krajnjih paralelnih crtica na dijafragmi:

$$2 \cdot \frac{n}{2} = p$$

Na dijafragmi su tad tri paralelne horizontalne crtice (gornja, srednja i donja) i jedna vertikalna crta. Objje krajnje horizontalne crtice (gornja i donja) služe za

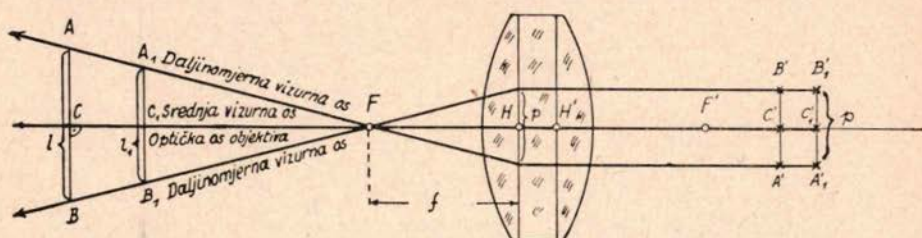


Slika 8

određivanje daljina, pa se zato i nazivaju daljinomjerne crtice. A dalekozor s daljinomjernim crticama je jedna vrsta daljinomjera.

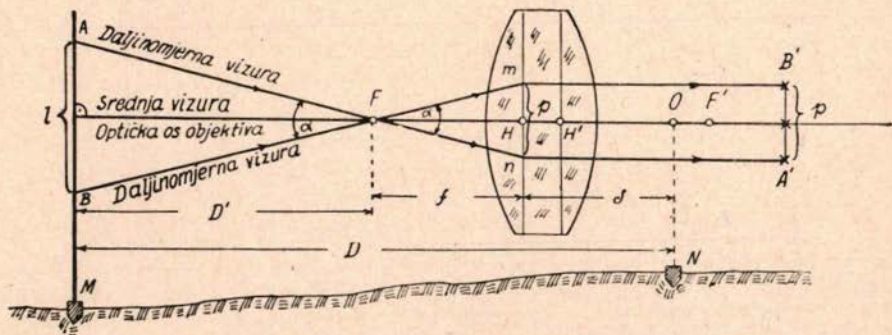
Daljinomjer s daljinomjernim crticama na dijafragmi ima na vertikalnoj crti dijafragme tri vizirne točke u cijevi dalekozora, pa ima, prema tome, i tri vizurne osi u istoj vertikalnoj ravnini.

Jedna, i to, srednja vizirna točka, kojom je određena srednja vizurna os ovakove vrste daljinomjera, jest u sjecištu srednje horizontalne crte na dijafragmi s vertikalnom crtom dijafragme. Srednja se vizirna točka upotrebljava kad se instrumentom mjere kutovi i kad se određuju visinske razlike. Za određivanje udaljenosti upotrebljavaju se druge dvije vizirne točke, od kojih je jedna u sjecištu vertikalne crte na dijafragmi s gornjom daljinomjernom crtom, a druga je u sjecištu vertikalne crte s donjom daljinomjernom crtom. Gornjom vizirnom točkom na dijafragmi određena je ona vizurna os daljinomjera, na kojoj su sve, različito udaljene točke od dalekozora, što im jasna slika pada u gornju vizirnu točku, kad je dalekozor na pojedinu od njih fokusiran, dok je donjom vizirnom točkom na dijafragmi određena ona vizurna os daljinomjera, na kojoj je svaka točka, što joj slika pada u donju vizirnu točku.



Sl. 9.

1. Najjednostavniji je slučaj, ako je srednja vizirna točka na optičkoj osi objektivna i ako ostaje na njoj kod pomicanja dijafragme radi fokusiranja na različito udaljene točke (sl. 9). U ovome je slučaju srednja vizurna os dalekozora — daljinomjera u optičkoj osi objektivna, a vizurne osi, određene (gornjom) i donjom vizirnom točkom, sijeku se sa srednjom vizurnom osi i međusobno u prvome žarištu  $F$  objektivna i sve tri su u istoj vertikalnoj ravnini.

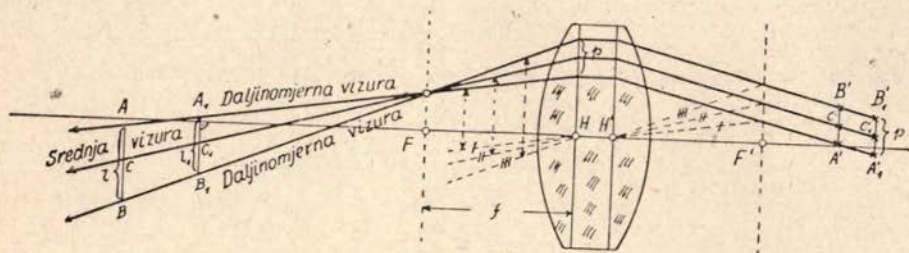


Sl. 10.

2. Ako su sve tri vizirne točke izvan optičke osi objektivna i, ako se, kod pomicanja dijafragme, pomiču paralelno s optičkom osi objektivna, onda nijedna vizurna os nije na optičkoj osi objektivna, ali se sve tri sijeku u prvome žarištu  $F$  objektivna (Sl. 10).

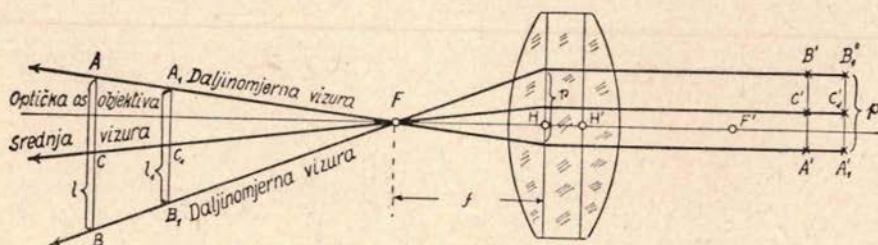


3. Treći je slučaj, ako se, kod pomicanja dijafragme sve tri vizurne točke pomiču u međusobno paralelnim pravcima, nagnutim prema optičkoj osi objektivu. U ovome se slučaju sve tri vizurne osi sijeku izvan prvoga žarišta  $F$  objektivu, ali u istoj točki prve žarišne ravnine, jer se, prema pravilima dioptrike, paralelne zrake, nagnute prema optičkoj osi, nakon prolaza kroz optički sistem, sijeku u istoj točki žarišne ravnine (Sl. 11).



Sl. 11.

Izvest ćemo opću formulu za mjerenje horizontalnih daljina daljinomjerom s Reichenbachovim daljinomjernim crticama. Radi jednostavnijega i preglednijega crteža, uzet ćemo u tome izvodu crtež (sl. 12), na kojemu je predočen prvi slučaj, t. j. slučaj, da je srednja vizurna točka na optičkoj osi objektivu. Dobit ćemo rezultat, koji vrijedi i za drugi i treći slučaj, što se može razabrati, ako se, nakon izvoda formule, usporedi crtež na sl. 12 s crtežima na sl. 10. i 11., jer se u sva tri slučaja odnosi udaljenost od  $l$  do  $F$  prema  $l$  kao  $f$  prema  $p$ , ako je glavna ravnina objektivu vertikalna (a zadovoljava kako ćemo vidjeti na kraju ovoga izvoda — i ako je ona bar približno vertikalna), t. j., usporedna sa  $l$ , koji se uzima vertikalno.



Sl. 12.

Ako se dakle traži horizontalna udaljenost  $D$  od točke  $M$  do točke  $N$  u predjelu (sl. 12), treba ponajprije u točki  $M$  postaviti vertikalno letvu s nanijetim centimetarskim podjeljenjem. Iznad točke  $N$  postavi se daljinomjer centrično, t. j., tako, da vertikalna os okretanja gornjega dijela instrumenta, koja u dalekozoru prolazi točkom  $O$  na osi dalekozora, pada u centar znaka u točki  $N$ . (Kod teodolita prolazi točkom  $O$  i horizontalna os naganjanja dalekozora). Dalekozor se postavi horizontalno. Na sl. 12 se tad vidi, da je horizontalna udaljenost

$$D = D' + f + \delta \quad (1)$$

A i zsličnosti trokutova  $\Delta ABF$  i  $\Delta Fmn$  izlazi:

$$\frac{D'}{l} = \frac{t}{p} \quad \text{Odatle je:} \quad D' = \frac{f}{p} l \quad (2)$$



l je odsječak na letvi, kojemu slike krajnjih točaka A i B padaju u daljinomjerne crtice na dijagrami. U A' je slika podjeljenja A na letvi, a u B' je slika podjeljenja B na letvi. Iz ovih podjeljenja letve, očitanih u vidnome polju dalekozora, dobije se odsječak letve

$$l = A - B$$

Odsječak l je to veći, što je letva dalje, jer su mu krajnje točke A i B na daljinomjernim vizurnim osima, koje zatvaraju konstantan kut  $\alpha$  s vrhom u F. Zbog toga se kut  $\alpha$  naziva konstantan daljinomjerni kut. Veličina mu zavisi od razmaka p daljinomjernih crtica i od žarišne daljine F, koje su kod svakoga daljinomjera konstantne veličine. I  $\delta$  je konstanta. Zato se omjer  $\frac{f}{p}$  iz formule 2 naziva velika ili multiplikaciona konstanta i obično se označuje sa K, t. j.:  $\frac{f}{p} = K$ ; a zbroj  $f + \delta$  označuje se obično sa k i naziva se mala ili adicione konstanta ( $f + \delta = k$ ).

S ovim oznakama će opća formula za horizontalnu udaljenost, kad je optič. os objektivna horizontalna (t. j. čini  $90^\circ$  s l), imati oblik:

$$D = Kl + k \quad (3)$$

Obično se uzima  $p = \frac{f}{100}$ , pa je  $\frac{f}{p} = 100 = K$  i tad je  $D = 100 \cdot l + k$

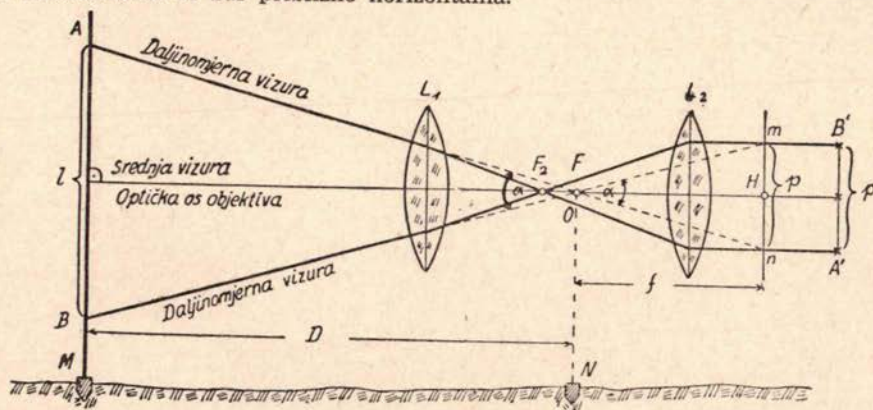
A ako je optič. os objektivna nagnuta prema horizontu za neki kut  $\beta$ , onda čine i glavne ravnine objektivna kut  $\beta$  s vertikalom. U geodeziji se izvodi, da se tad dobije horizontalna udaljenost aproksimativnom formulom

$$D = (Kl + k) \cos^2 \beta \quad (4)$$

Vrijedi dakle formula 3. i za drugi i treći naš slučaj, jer je  $\cos 0^\circ = 1$ , a kut  $\beta$  i u tim slučajevima ne dosiže vrijednost od  $1^\circ$ , pa je tad:  $\cos \beta \approx 1$ , kad se pomoću libele na dalekozoru postavi dalekozor horizontalno.

### 5. PORRO-V DALJINOMJER

Izveli smo, da se, pomoću Reichenbach-ovih daljinomjernih crtica na dijagrami Kepler-ova dalekozora, dobije produktom Kl horizontalna udaljenost od točke na kojoj je vertikalna letva do prvog žarišta F objektivna dalekozora, pa ovome treba još pribrojiti malu konstantu k, da bi se dobila udaljenost od letve do točke, na kojoj je daljinomjer postavljen centrično. Uvjet je, da je u tome optička os objektivna horizontalna ili bar približno horizontalna.



Sl. 13.

Da bi se izbjeglo ovome pribrajanju male konstante k, preinačio je Porro (porijeklom Talijan) konstrukciju Kepler-ova dalekozora tako, da prvo žarište F objektivna pada baš u onu točku O u cijevi dalekozora, kojom prolazi vertikalna os in-

strumenta. Porro je to postigao na taj način, što je objektiv dalekozora kombinirao od dva sabirna sistema u određenome konstantnom razmaku.

Budući da u ovoj modifikaciji (preinaci) Kepler-ova dalekozora nije prvo žarište F objektivna ispred objektivna, nego je u cijevi objektivna, nazvata je ova vrsta daljinomjera analatičnim daljinomjerom.

Naziv analatičan dolazi od grčke negacije an i od talijanske riječi allato = pokraj, ispred; to jest, točka F, do koje se produktom  $Kl$  dobije udaljenost od vertikalne letve, nije ispred (anallato) dalekozora, nego je u dalekozoru. (U novijoj je njemačkoj literaturi, a prema njoj i u nas, ovaj naziv iskrivljen tim, što je umetnuto suvišno slovo k, pa ga pišu analaktičan, a takva riječ nema nikava značenja ni smisla).

Na sl. 13 pokazan je shematski analatičan (Porro-v) daljinomjer. Žarište unutarnje leće  $L_2$  označeno je s  $F_2$ .

F je prvo žarište, a H je prva glavna točka objektivna, kombiniranoga iz leća  $L_1$  i  $L_2$ . Kroz F prolaze geometrijska produljenja (crtkano) vanjskih dijelova daljinomjernih vizurnih osi i idu do glavne ravnine kroz H. Iz sličnih trokutova ABF i Fmm izlazi:

$$\frac{D}{l} = \frac{f}{p} \text{ to jest } D = \frac{f}{p} l \text{ ili } D = Kl \text{ dakle } k = 0.$$

A ako se načini razmak  $p = \frac{f}{100}$ , onda je  $\frac{f}{p} = 100 = K$  pa je:  $D = 100 l$ .

Ako je dalekozor nagnut pod kutom  $\beta$ , onda je  $D = Kl \cos^2 \beta$ .

(Obično se u literaturi i za vrh daljinomjera kuta  $\alpha$  kaže analaktička točka, što ne valja, a nije za nj prikladno ni izricanje analatična točka kad je taj vrh ispred dalekozora).