

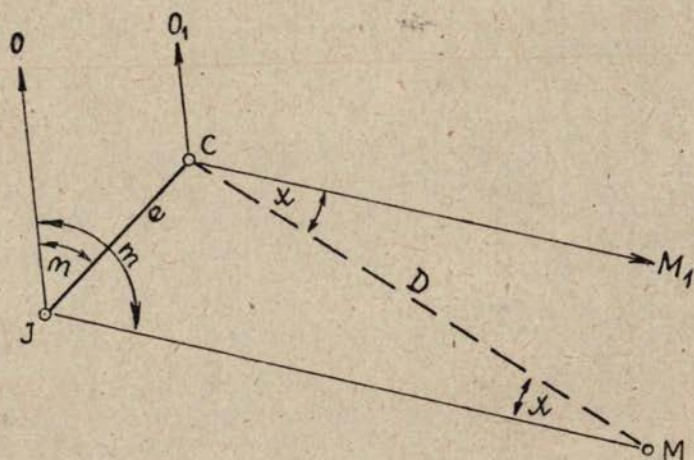
Kako smo radili

Geod. Ivan Kreuziger — Zagreb

Centriranje, točno, brzo i lako

Jedne radne sezone imao sam opservirati srazmjerno vrlo velik broj tornjeva. Uvijek ću se sjećati poteškoća koje sam imao s tim visokim stajalištima: Opažanja sa sva 4 prozora, nezgodna mjesta za smještaj teodolita, daleke i dugačke baze za određivanje ekscentriciteta i t. d. Najviše vremena progutalo je uzimanje podataka za određivanje ekscentriciteta. Kako su crkveni tornjevi obično bili u centru naselja, to sam prilično teško pronalazio pogodne baze za određivanje ekscentričnog stajališta. Često sam morao ići podalje i mjeriti baze kroz guste vrtove, preko čitavih redova ograda i živica. Sve je to otežavalo i odugovlačilo posao. Kada sam jednom razgovarao o tome u krugu starijih drugova, jedan mi je od njih predložio, da pokušam uzeti samu bazu u tornju i to tako, da krajnje točke budu sama stajališta teodolita na prozorima. Poslušao sam ovaj savjet, koji se u praksi pokazao vrlo dobar.

Prije nego pređem na detaljnije izlaganje ovog načina, ponovit ću malo teorije.



Slika 1

Na slici označuju: C = projekcija centra signala; I = projekcija vertikalne osovine teodolita; IO = početni pravac; IM = pravac na jednu od susjednih trigonom. točaka; CM = traženi pravac iz centra na susjednu trigonom. točku M. Kada bi se teodolit nalazio u C dobili bi se pravci CO,

i CM. Pošto je ekscentricitet C neznan prama daljini D do susjedne točke M, to će i ovi pravci biti paralelni (ili gotovo paralelni) pravcima IM IO. Kut x , za koju vrijednost treba u C zaokrenuti teodolit da bi se vidjela točka M obično je izražen u sekundama — toliko je mali.

Iz trokuta ICM dobijamo pomoću sinusovog ponika: $\sin x = \sin (m-n)$ ili pak direktno sekunde:

$$x'' = \frac{1}{\sin 1''} \sin (m-n) \frac{e}{D}$$

Da bi mogli izračunati x potrebno je znati e , kut $(m-n)$ i daljinu D .

Do D dolazimo najlakše uzimanjem podataka iz približnih računanja. Kako u tornjevima projekcija centra redovno nije ničim obilježena, to e i n ne možemo direktno mjeriti, već ih treba sračunati pomoću male triangulacije, gdje mjerimo i potrebne baze. U ovu pomoćnu triangulaciju uključuju se: centar signala, stajalište teodolita i neka od susjednih trigonometrijskih točaka. Sam »klasičan« način izvođenja veoma je prost i vjerujem dobro poznat svima triangulatorima. Osvrnut ću se samo malo na bazu, koju treba izmjeriti što točnije (u mm). Kao što sam napomenuo, bio sam po neki puta prisiljen udaljiti bazu od tornja. Da vrh trokuta u četru tornja i stajalištu teodolita ne bude vrlo šiljast, trebao sam mjeriti bazu odgovarajuće dužine. A što je baza duža, to je i manja točnost sa kojom se može izmjeriti čeličnom vrpcom (oko $\frac{1}{3000}$ dužine). A manja točnost baze imade za posljedicu netočnije određivanje veličine ekscentriciteta, odnosno tražene popravke x . Treba dakle težiti kraćoj bazi, najkraća će biti onda, ako se bude mjerila u samom tornju — od prozora do prozora!

Mogućnost mjerenja baze u tornju osniva se na slijedećem:

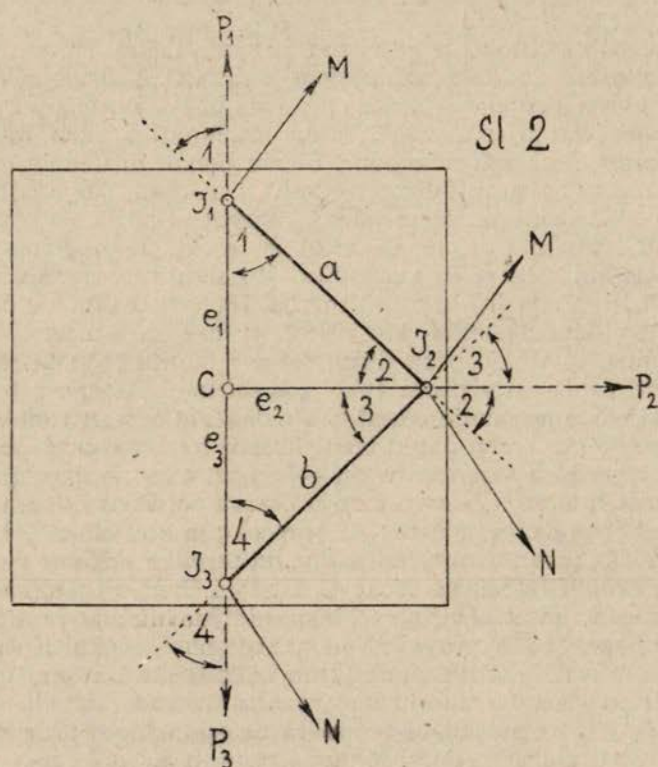
Točke: C (projekcija centra), I_1 (projekcija stajališta teodolita) i P_1 (projekcija točke izvan tornja obilježene na terenu) neka se nalaze u istoj vertikalnoj ravnini. Isto tako točke C, I_2 , P_2 i C, I_3 , P_3 . Dužine e_1 , e_2 i e_3 su traženi ekscentriciteti. Dužine a i b su udaljenosti između mjesta teodolita i ujedno baze. M i N pravci na neku trigonometrijsku točku. Kutove: 1, 2, 3 i 4 moguće je mjeriti teodolitom direktno i ako točka C nije u tornju ničim obilježena. Ovi se kutovi dobiju kao razlika pravaca između kolčica van tornja (P_1 , P_2 i P_3) i stajališta teodolita na susjednom prozoru. To je iz same slike dobro vidljivo. Pomoću izmjerene baze i kutova sračuna se ekscentricitet trigonometrijski putem uz kontrolu.

Baze a i b vrlo je lako točno izmjeriti jer su srazmjerno kratke dužine; obično oko 3000 mm, što nam garantira točnost mjerenja od barem ± 1 mm.

Sva vještina, rekao bih »trik« sastoji se u tome, da se omogući mjerenje kutova 1, 2, 3 i 4. Ovo se postiže uravnavanjem: centra, stajališta teodolita i neke točke van tornja u istu vertikalnu ravninu. Ja sam to izvodio ovako:

Prvo bi u tornju na prozorima približno odredio mjesta za teodolit, pri čemu sam, osim na opće uslove, pazio i da se ta mjesta dogledaju. Ovo je od osobite važnosti, jer je obično unutrašnjost tornja zakrčena konstrukcijom koja nosi zvona ili kroviste. Po neki puta dovoljan je samo maleni pomak i već se drugi prozor nevidi. Zatim bi pripremio samo mjesto gdje će postaviti teodolit pri mjerenju (postament, betoniranje i t. d.) na koncu

bi to mjesto obijelio krečom ili gipsom. Ovo radi toga da kasnije bolje vidim crte, koje ću vući olovkom po tome mjestu. Gledajući sa prozora odmah bi približno odredio i ono mjesto gdje ću izvan tornja kolčićem obilježiti točku P. Daljina: toranj-kolčić uzima se prema prilikama, no treba težiti da ne bude bliža od 50 m, kako bi se što točnije »viziralo na centar«. (Prilika za novu studiju!). Pomoćnika (radnika) ostavljam u tornju a sa instrumentom odlazim na mjesto gdje ću kolčićem obilježiti točku P. Na moj znak pomoćnik postavlja žutu (ili obijeljenu) olovku vertikalno na



Slika 2

ono mjesto gdje po prilici treba doći teodolit i nešto malo bliže prednjem rubu prozora. Pomoću viska, koga držim pred sobom dovodim se po prilici u vertikalnu ravninu kroz vrh tornja i olovku na prozoru. Pu postavljam teodolit i njime se uvjeravam da li sam zaista točno u vertikalnoj ravnini. Ako je odstupanje veće premještam teodolit, a ako je maleno dajem pomoćniku znakove sve dok mu olovku ne uravnjam u vertikalnu ravninu kroz vrh tornja i centar teodolita. Kada je sve u redu pomoćnik obilježi, na moj znak, mjesto projekcije olovke jednom točkom i napiše pored broj 1. Stavlja zatim olovku opet na prozor i u istu ravninu ali sada bliže zadnjem rubu prozora. Znacima dovedem ga točno u vertikalnu ravninu i on bilježi točku 2. Da bi

otklonio uticaj kolimacione pogriješke, ponavljam cijeli opisani postupak i pri drugom položaju dalekozora, pomoćnik je time dobio točke 3 i 4. Time je rad na jednom prozoru završen. Ispod vertikalne osovine teodolita zabijem kolčić, a na vrhu, točno ispod viska zabijem čavao takove dimenzije da se sa tornja može oštro navizirati. Vrlo je korisno posuti cijeli prostor oko kolčića (na 1 m u krug) krečom, jer se onda točka P sa prozora vrlo lako uočava.

Gornji postupak ponavljam na svima prozorima sa kojih ću mjeriti. Vratim se u toranj i spojim na prozoru točku 1 sa 2 i 3 sa 4. Ako sam dobro radio (i pomoćnik točno bilježio) obje su crte paralelne ili se poklapaju. Razmak između crta zavisi od kolimacione pogreške i najviše iznosi koji milimetar. Ako postoji razmak povučem simetralu — koja leži u odnosnoj vertikalnoj ravnini (vrh tornja — kolac). Postavljanjem vertikalne osovine teodolita nad ovu crtu postižem, da mi vizura na čavlic u točki P, uvećana za 180° daje pravac prema centru tornja ili drugim riječima: Kada viziram na čavlic u točki P, onda mi produžena (u nazad) optička osa dalekozora prolazi kroz projekciju centra (vrha tornja).

Pri koncu svakog girusa opažam točku P i ostala stajališta teodolita na prozorima koja sam obilježio iglicom ili čavlicem. Na kraju svih mjerenja, mjerim baze i to najmanje 2 puta.

Kontrolna računanja ekscentriciteta ne smiju se razlikovati sa više od 1—2 mm.

Kombinacije ovog načina gotovo su neiscrpne, na svakom je tornju druga slika »bazisne mreže«. Ovaj je način upotrebljiv čak i kod tornjeva veoma debelih zidova (kula), gdje su prozori udubljenja slična kratkim hodnicima, te nikako nije moguće ostvariti pogled sa jednog stajališta teodolita na drugo. Tada se radi ovako: Pošto su obilježene točke P vizira se sa prozora na njih, prebaci dalekozor i ostvari produžena vizura u unutrašnjosti tornja po daskama poda, t. j. projiciraju se presjeci vert. ravnina sa ravninom poda u tornju. Ti presjeci povuku se olovkom, oni se međusobno (povuci najmanje 3) moraju sjeći u točki. Ova je točka nedvozna projekcija centra (vrha tornja) te se obilježi čavlom. Sada je lako izmjeriti veličinu ekcentriciteta.

Ovaj se način zgodno primjenjuje i onda kada su stajališta teodolita izvan tornja u njegovoj blizini. Ovo je slučaj kod manjih i niskih tornjeva. Primjena je veoma široka, sva je vještina upotrebiti najpovoljniji način za dahi slučaj.

Kod piramida, gdje je ekscentricitet malen (ako ga uopće ima) najlakše se i najbrže određuje grafički pomoću lakog mjerničkog stola i gledače. Istovremeno treba uzeti i podatke za redukciju. Postupa se ovako:

Nad centar signala postavi se lak mjernički stol i dovede u horizontalnost. Sa teodolitom, koji se postavi od piramide na 10—20 m, projicira se na papir, koji se nalazi na dasci stola vertikalna ravnina: Centar piramide — teodolit, zatim vert. ravn.: ekscentrična točka sa koje se opažalo — teodolit i vrh piramide — teodolit. Pomoćnik ostvaruje presjeke vert. ravnina olovkom slično postupku na prozoru tornja. Postavljanjem teodolita na 3 razna mjesta dobiju se za projekciju svake točke 3 presjeka (treći je kontrolni). Sada preostaje da se iz projekcije odgovarajućih točaka po-

vuku uz gledaću vizure prema 1—2 susjednih trigonom. točaka. (Naravno onih trig. točaka koje su ušle u mjerenja.) Kut n pročita se pomoću transportera a dužina e izmjeni ravnalom.

Opisani način poznat je, koliko ja znadem, užem krugu stručnjaka. Objavljujem ga sa nadom da će i ostalima dobro poslužiti pri rješavanju dobijenih zadataka.

Drugovi, pišite nam o vašim radovima na terenu, o vašim iskustvima, o vašem načinu praktičnog rješavanja zadataka.

To su teme koje interesuju sve stručnjake i koje svatko rado čita.
