

Obeležavanje lučne brane Liverovići i kružne brane Ponor Zete

U mesecu junu 1953 god. izvršeno je obeležavanje brana kod sela Live-
rovići i oko ponora reke Zete u NR Crnoj Gori.

Obeležavanje lučne odnosno kružne brane može se uglavnom podeliti na
tri dela:

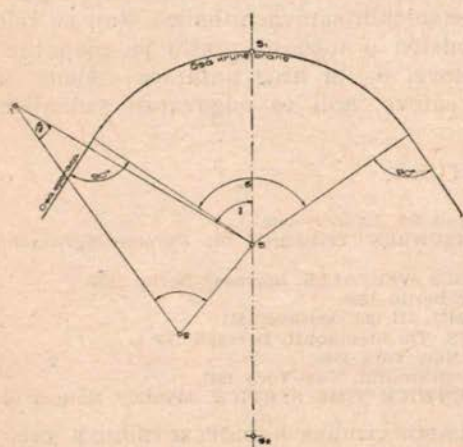
- 1) Obeležavanje osovine krune brane za konačna geološka i građevinsko-
tehnička ispitivanja osnove brane,
- 2) Obeležavanje krune brane za iskop i
- 3) Obeležavanje pomenute osovine za betoniranje brane.

A) LUČNA BRANA

- 1) *Obeležavanje osovine krune brane za konačna geološka i građevinsko-
tehnička ispitivanja osnove brane*

Posve svestrane saradnje sa geologom i geodetom projektant projektuje
branu na situaciji (planu) u razmeri 1:200., 1:500 ili pak 1:1000.

Kako i najbolja situacija (plan) ne može dati vernu horizontalnu i verti-
kalnu projekciju stenovitog zemljišta, a na takvom zemljištu se gradi brana
Liverovići, to je projektant, pre nego što je pristupio izradi detaljnog plana
brane, želeo da vidi kako se telo brane prilagođava uslovima na samome ze-
mljištu. Radi toga je projektant tražio da se na zemljištu, osovina krune i
osovine oporaca brane obeleže sa srednjom greškom $m = \pm 0,15 \text{ m}$, što znači
da odstupanje može varirati $0 < m < 45 \text{ cm}$.



Sl. 1

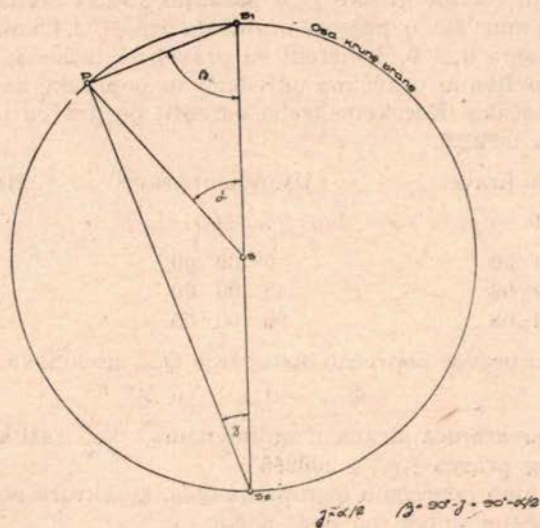
Osovina krune brane je deo peri-
ferije kruga sa poluprečnikom od 57,80
m i centralnim uglom od 115° . Sredi-
šte ovoga kruga, glavna simetrala luka
i dužine oporaca dati su u pomenutom
planu, (vidi sliku 1).

Na ovom planu vezujući se na po-
znate trigonometrijske i poligonometri-
jske tačke najpre se pogodnim odmera-
vanjima uglova i dužina određuju ele-
menti za isticanje (obeležavanje) sredi-
šta spomenutog kružnog luka glavne si-
metrale. Zatim je što je moguće tačnije
izmerena dužina poligonske strane 1—2
(dužine je 112,00 m, srednja greška iz-
merene dužine je $m = \pm 3 \text{ mm}$) a pomoću
izmerenih uglova α i β (slika 1) sa plana
presecanjem unapred određeno je mesto

središta kruga S i pomoću ugla γ pravac glavne simetrale $S_1 - S - S_2$. Tačka
 S obeležena je okovanim drvenim šipom 3 m dužine, a ovaj je na 2 m dubine

pobijen u zemlju. Na pravcu glavne simetrale obostrano od tačke S do tačaka S_1 i S_2 izmerene su dužine poluprečnika kruga (tačnost izmerene dužine je $m = \pm 1,5$ mm). Tačke S_1 i S_2 obeležene su drvenim kočevima $0,12 \times 0,12 \times 0,75$ m. Centri tačaka S , S_1 i S_2 su glave pobijenih čioda.

Poznato je geometrijsko pravilo da je periferiski ugao jednak polovini centralnog ugla nad istim lukom, tj. $\gamma = a/2$ i $\beta = 90^\circ - \gamma = 90^\circ - a/2$ (vidi sliku 2). Centralni ugao σ (vidi sliku 1), desno i levo od glavne simetrale podeljen je na jednake delove i koristeći se pomenutim geometrijskim pravilom, sa tačaka S i S_1 odgovarajućim uglovima a i β (slika 2) presecanjem unapred određen je na zemljištu potreban broj tačaka na periferiji kruga, odnosno osovine krune brane.



Sl. 2

Ovakvom metodom određivanja tačaka na periferiji kruga isključuju se merenja dužina tangenta, a merenja ovih dužina u strmim kamenitim vrljetima su otežana ili čak i nemoguća.

Tačnost određivanja pomenutih tačaka bila je veća nego što je to tražio projektant.

Posle svestranog geološkog i građevinsko-tehničkog ispitivanja trase brane konačno je usvojeno mesto središta kruga S i pravac glavne simetrale $S_1 - S - S_2$.

2) Obeležavanje osovine krune brane za iskop temelja

Potrebna odmeravanja za iskop u horizontalnom smislu vrše se od osovine brane, a u vertikalnom smislu od stalnih visinskih tačaka (repera) (vidi sliku 3). Zadatak geodetskog stručnjaka sastojao se u tome da uspostavi odmeranje uslovljenih uglova a i β sa krajeva polukruga 0_1 i 0_2 tako, da se sa dva teodolita bez ikakvih sračunavanja mogu odrediti dotične tačke na periferiji, odnosno osovini krune brane. Radi ovog geodetski stručnjak treba da koristi geometrijsko pravilo da se uglovi a i β na prečniku kruga dopunjuju do 90° .

Izvršena merenja:

a) Izmerena je osnovica $S-S_1 = S-S_2 = 57,80$ m sa tačnošću merenja dužine od $m = \pm 1$ mm.

b) Sa tačkaka S, S_1 i S_2 i sa uslovljenim uglovima 45° i 90° u oba položaja durbina presecanjem unapred određena su mesta tačkaka 0_1 i 0_2 na zemljištu. Ova merenja tri puta su ponovljena, a potom je za svaki pravac tražen srednji pravac i u preseccima dobijene su tačke 0_1 i 0_2 . Ako preseccu triju srednjih pravaca daju jedan mali trougao, onda dotična tačka leži u težištu toga trougla.

Prenosna greška strane $S-0_1$ ili $S-0_2$ ravna je $\Delta b = \Delta a \sin 45^\circ / \sin 45^\circ$, gde je $\Delta b = \Delta a = \pm 1,5$ mm; greška geometriske veze i greška zbog slučajnih grešaka su sekundarnog značaja i ne povećavaju znatno vrednost Δb . Prema prednjem totalne greške Δb prednjih strana ravna su vrednosti Δa , tj. $\Delta b = \pm 1,5$ mm, što u najgorem slučaju iznosi $\pm 4,5$ mm.

v) Na tačkama 0_1 i 0_2 izmereni su pravci na tačke S, S_1 i S_2 i upoređujući ove sa uslovljenim pravcima određene su popravke za korekciju položaja centara prvih tačkaka. Korekcije treba odrediti po pravcu i veličini.

Tako su na tački 0_1 :

Izmereni pravci	Uslovljeni pravci	Razlika pravaca
I	II	II—I = Δa
0° 00' 00"	0° 00' 00"	0"
45 00 06	45 00 00	— 6
90 00 08	90 00 00	— 8

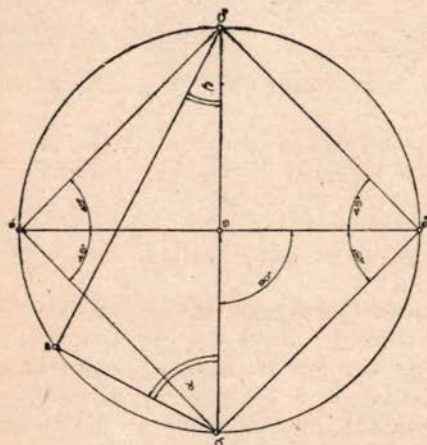
onda se za svaki pravac poprečno odstupanje Q_{mm} sračunava po opštoj jednačini

$$Q_{mm} = d_{mm} \cdot \Delta a'' / \varrho''$$

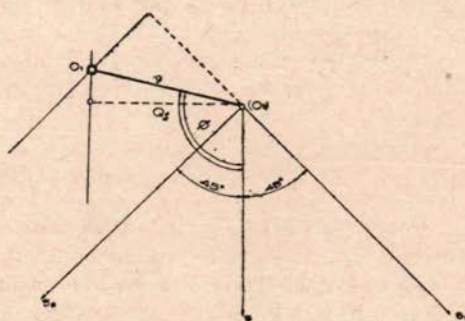
gde je d_{mm} odgovarajuća strana u milimetrima, $\Delta a''$ razlika između uslovljenog i izmerenog pravca i $\varrho'' = 206265''$.

Na osnovu ovih poprečnih oštupanja Q_{mm} , korektura položaja centra tačke dobiva se grafičkim putem na ovaj način:

(vidi sliku 4). Na proizvoljnom mestu na crtačoj hartiji naneti tačku (0_1) i sa nje transporterom pravce na S_1, S i S_2 ; dužine poprečnih oštupanja Q_s i Q_{s_2}



Sl. 3



Sl. 4

u razmeri 10:1 ili 20:1 naneti upravno na odgovarajuće pravce (ako je vrednost Δa pozitivna onda se odgovarajuće poprečno odstupanje nanosi udesno, ako je pak negativna onda ulevo od odgovarajućeg pravca) i kroz ovako dobivene tačke povući paralele odgovarajućim pravcima. U preseku prednjih paralela dobija se tačka 0_1 . Rastojanje $(0_1) - 0_1$ je popravka centra po veličini u razmeri 10:1 ili 20:1, a ugao \odot je popravka po pravcu. Pomoću lupe, transportera i lenjira u razmeri 1:1 vrši se popravka centra tačke.

Svaki centar tačaka S , S_2 , 0_1 i 0_2 mora biti osigurana za četiri ekscentra. Na tačkama S i S_2 imaju se podići betonski stubovi ($0,40 \times 0,40 \times 1,30$ m nad zemljom) i krov nad njima, a na tačkama 0_1 i 0_2 koji leže u betonskim blokovima, koji su sa po četiri stuba podbočeni sa strane i po apsolutnoj visini dopiru do krune brane. Pokraj ovih drvenih stubova treba izraditi skele sa krovovima i ove skele moraju biti odvojene od napred pomenutih stubova. Sve pomenute tačke imaju na svojim gornjim površinama gvozdene konzole za prisilno centriranje teodolita. Napred pomenuti ekscentri služe za uspostavljanje centra na izgrađenom stubu, a sem toga docnije za kontrolu položaja centra na drvenim stubovima. Pomenuto kontrolisanje položaja centara 0_1 i 0_2 mora se izvršiti pre svakog određivanja tačaka na osovini kruné brane.

g) (Vidi sliku 3). Položaj tačke P na periferiji kruga osovine kruné brane određen je odmeravanjima uglova α i β . Za vreme iskopa dovoljno je tačku P odrediti uglavnim odmeranjem u oba položaja durbina.

Svaka tačka P leži na površini elipse grešaka koja ima veću poluosu upravno na duži pravac sa tačaka 0_1 i 0_2 . Na krajevima luka brane veća osa ima vrednost 5 mm, a manja 2,5 mm. Tačkama P bliže glavnoj simetrali veća poluosa elipsa grešaka se smanjuje dok se manja poluosa uvećava, tako da su na samoj glavnoj simetrali obe poluosovine jednake i to oko 3 mm. Ova tačnost određivanja tačaka odgovara traženju tačnosti ovih tačaka u iskopu.

U iskopu biće vrlo otežano ili nemoguće apsolutne visine odrediti geometrijskim nivelmanom, već za određivanje ovih visina treba uzeti u pomoć trigonometrijski nivelman. Visinska merenja sa tačaka 0_1 i 0_2 vezati za obližnje nivelmanske repere do kojih su tačno izmerene dužine. Dužine od tačaka 0_1 i 0_2 do tačke P sračunati po odgovarajućim uglovima α i β kao i po odgovarajućem centralnom uglu. Trenutne apsolutne visine i aritmetička sredina ovih je prava kota ove tačke.

3) Obeležavanje osovine kruné brane za vreme betoniranja

Mesto tačaka na osovini kruné brane, po traženju projektanta izvođača, treba odrediti sa tačnošću $m = \pm 0,3$ cm ili u najgorem slučaju $3 \times 0,3$ cm = ± 1 cm.

Mesta ovih tačaka određuju se presecanjem unapred sa tačaka 0_1 i 0_2 stim da se odmere odgovarajući uglovi (sl. 3) α i β .

Da bi se postigla što veća tačnost u određivanju tačaka na osovini kruné brane treba:

a) Pomoću ekscentara kontrolisati položaj centra na drvenom stubu tačaka 0_1 i 0_2 i prema potrebi korigirati položaj centra.

b) Teodolit centrirati nad korigovanim centrom.

c) Ove centre vidno obeležiti radi viziranja.

d) Kao vizirne značke uzeti gvozdene šipke do 3 mm debljine, dolje zašiljene i mat crnom bojom obojene.

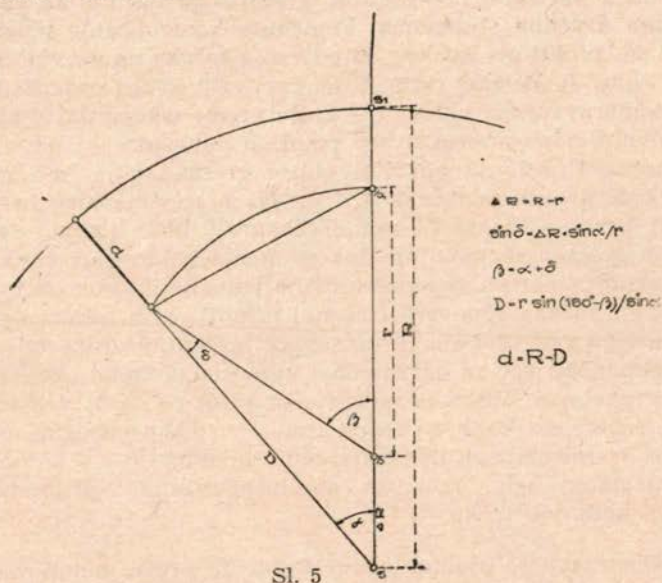
e) Odmeravanje uglova α i β u oba položaja durbina tri puta ponoviti i tražiti srednje pravce. U preseku ovih pravaca nalazi se tražena tačka na osovini krune brane.

f) Određivanja apsolutnih visina tačaka na osovini krune brane mora se izvršiti geometrijskim nivelmanom koji je vezan za nivelmanske repere van tela brane.

Tačke na osovini krune brane leže na površinama elipsi grešaka koje imaju skoro za polovinu manje poluosovine nego one napred pomenute. Prema tome osigurana je tačnost od ± 1 cm za određivanja u horizontalnom smislu a u vertikalnom smislu u maksimumu do ± 3 mm.

Radi podesnog betoniranja brane ista se deli na izvestan broj lamela. Lamela je isečak brane između dve vertikalne ravni koje se seku u središtu kruga. Svaka lamela podeljena je na izvestan broj blokova a svaki blok služi kao mera jednog betoniranja.

Poprečni preseki brane daju se u graničnim vertikalnim ravnima lamele, a prema potrebi i na sredini lamele.



Sl. 5

Sem središta S luka ose krune brane ima još i drugih središta krugova koja leže na glavnoj simetrali. Za jednu određenu apsolutnu visinu takav jedan krug obeležava spoljnu ivicu brane. Najglavniji zadatak geodetskog stručnjaka sastoji se u tome da da elemente za oplatu (šalovanje). Radi toga on mora na osovini krune brane odrediti krajeve dotičnih lamela i prema potrebi još nekoliko tačaka na luku ove lamele. Spoj između ovih tačaka obeležava trasu vertikalnog cilindra sa kojeg se vrše odmeravanja za dotični blok koji treba betonirati. Apsolutne visine ovih tačaka na trasi cilindra moraju biti uspostavljene geometrijskim nivelmanom. Odmeravanja u horizontalnom smislu uzeti uvek u pravcu središta kruga S . Da bi geodetski stručnjak davao tačne dužine odmeravanja do ivice brane moraće se poslužiti sledećim računanjima (vidi sliku 5). U ovoj slici imamo dva središta krugova S i s i oba

leže na glavnoj simetrali brane. Jedan krug ima poluprečnik R a drugi r . Traži se dužina d za odmeranje do ivice brane u pravcu na tačku. Dužine d sračunavaju se iz ovih uslova:

$$d = R - D \quad \Delta R = R - r \quad D = r \cdot \sin(180 - \beta) / \sin \alpha$$

$$\beta = \alpha + \sigma$$

Ako je krug sa poluprečnikom r na uzvodnoj strani brane, onda se prednje jednačine menjaju utoliko što je $d = D - R$.

Ako se pak ovo odmeranje ima izvršiti na samoj glavnoj vertikali onda je $d = R - (\Delta R + r)$ ili $d = (\Delta R + r) - R$ prema tome da li je odmeravanje do nizvodne ili do uzvodne ivice brane.

Ovim elementima za oplatu (šalovanje) treba profilisati oblik bloka kako ga zamišlja projektant. Blok nije pravilno geometrijsko telo već ima više horizontalnih i vertikalnih površina te prema tome njegovo profilisanje oplatom prilično je složen posao koji nije dostižan poslovođi a kadkad i građevinskom tehničaru. Elemente za oplatu treba geodetski stručnjak da sračuna unapred za svaki blok u svakoj lameli i ove podatke tabelarno sredi.

Betoniranje jedne lamele ne ide kontinuelno već se izbetonirani blok pusti nekoliko dana da očvrstne i donekle ohladi i za to vreme grupa betoniraca ide na betoniranje bloka neke druge lamele.

Pošto ima više grupa betoniraca to se geodetski stručnjaci prinuđeni da uvek pravovremeno određuju tačke na osovini krune brane i elemente oplata za betoniranje blokova. Umešnost geodetskih stručnjaka je da svoj posao tako organizuju da ne dođe do zastoja betoniranja blokova.

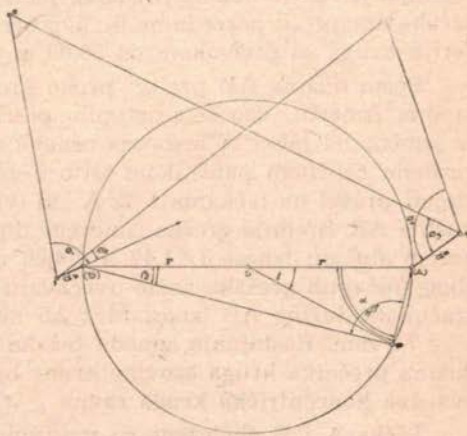
B) KRUŽNA BRANA

1) Obeležavanje osovine krune brane za konačna geološka i građevinsko-tehnička ispitivanja osnove brane

U čitavom svetu kružne brane vrlo su retke i kod nas prva se gradi oko grotla ponora reke Zete u Nikšićkom polju.

Na situaciji (planu) u razmeri 1:500 projektanti su ucertali osovinu krune kružne brane i zahtevali da se ovaj krug obeleži na zemljištu sa tačnošću ± 10 cm.

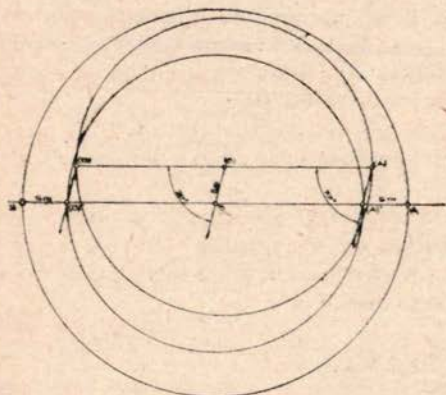
Na pomenutoj situaciji izabrane su dve diametralne tačke na periferiji kruga osovine krune brane (A) i (B) i od poznatih poligonskih tačaka 1, 2, 3 i 4 sračunati su potrebni elementi za dužinska i uglovna odmeranja $0_1, 0_2, 0_3$ i 0_4 za obeležavanje ovih tačaka na zemljištu. Projektovana dužina prečnika kruga je 50,00 m. Pošto je izmerena dužina između određenih diametralnih tačaka, uspostavljeno je da se ova razlikuje za 3 cm od uslovljene dužine prečnika. Korektura izmerene dužine nije izvršena, jer za to nije bilo potrebe. (Vidi sliku 6).



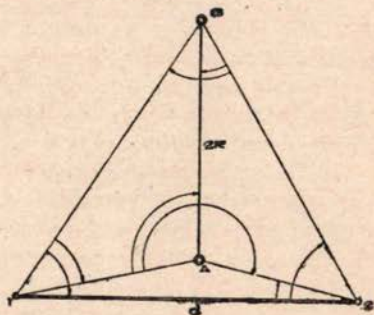
Sl. 6

Sa tačkama A i B sa dva teodolita za svaki 10^0 centralnog ugla i odgovarajućim dopunskim uglovima do 90^0 , presecanjem u napred određeno je 36 tačkaka na periferiji kruga. Ove tačke su vidno obeležene. Projektanti su bili prisutni ovom obeležavanju, detaljno su osmotrili položaj ovoga kruga prema grotlu ponora i našli da u građevinskom smislu izbor ovog kruga nije najpovoljnije rešenje, već su doneli odluku da se ovaj krug za 3 m pomeri prema jugo-zapadu tj. od materijalizovanog pravca A—B za 283^0 u desno (slika 7).

Na opisani način izvršeno je obeležavanje osovine krune brane sa tačkaka A' i B' i projektanti su našli da novi položaj kruga znatno bolje odgovara građevinskim uslovima i zato su doneli odluku da se ovaj krug usvoji za konačnu osovinu krune kružne brane.



Sl. 7



Sl. 8

Ovo obeležavanje služilo je samo za pomenuto ispitivanje i u toku iskopavanja osnove ono će biti potpuno uništeno. Rastojanje između tačkaka A i B je obostrano produženo po 5 m i tako dobivene tačke A i B na zemljištu. Rastojanje AB je dužina prečnika jednog novog koncentričnog kruga i sa ovih tačkaka imaju se posrednim ili neposrednim putem određivati tačke na periferiji kruga sa prečnikom od 50,00 m dužine.

Pošto dužina AB prelazi preko grotla ponora to se ona nije mogla neposredno izmeriti, već se pristupilo posrednom merenju ove dužine. Radi toga je istočno od tačke A izabrana osnovica od 50,00 m dužine † izmerena komparisanom čeličnom pantljikom Otto Fennel-Sohne Cassell. Izmereni su svi postojeći pravci na tačkama 1, 2, A i B (vidi sliku 8) i računskim putem dobijena dužina AB. Srednja greška izmerene dužine 1—2 je $m = \pm 1,42$ mm, što u najgorem slučaju iznosi $3 \times 1,42 = \pm 4,26$ mm. Greška geometriske veze i greške zbog slučajnih grešaka nešto uvećavaju prednju grešku tako da totalna greška sračunate dužine AB iznosi $M = 2,5$ mm, što je u najgorem slučaju $3 \times 2,5 = \pm 7,5$ mm. Rastojanje između tačkaka AB iznosi 60,08 m. Pošto je uslovljena dužina prečnika kruga osovine krune brane 50,00 m to je razlika poluprečnika ova dva koncentrička kruga ravna $\triangle r = (60,08 - 50,00) / 2 = 5,04$ m.

Tačke A i B obeležene su masivnim kocima sa malim ekserima kao centrima, a položaj ovih centara osiguran je sa četiri ekscentra za svaku tačku. Na tačkama A i B imaju se podići drveni stubovi, koji leže u odgovarajućim

betonskim blokovima. Stubovi će biti poduprti sa četiri drvena kosnika tako da po visini dopiru do apsolutne visine krune brane. Pokraj pomenutih vertikalnih stubova moraju se podići drvene skele sa krovovima tako da svaka skela mora biti odvojena od odgovarajućeg vertikalnog drvenog stuba. Svaki vertikalni stub mora imati gvozdenu konzolu za postavljanje teodolita. Napred pomenuti ekscentri služe za uspostavljanje centra na dotičnom vertikalnom stubu ili za povremenu kontrolu položaja ovog centra.

Definitivnim određivanjem dužine AB i stalnim obeležavanjem tačaka A i B na zemljištu proces obeležavanja brane je završen. Ovo obeležavanje izvršili su potpisnici ovoga članka.

2) Obeležavanje osovine krune brane za iskop temelja

Za određivanje potrebnog broja tačaka na periferiji spoljnog koncentričnog kruga iskorišćava se geometrijska teorema da je periferiski ugao nad dijametrom 90° i da se uglovi na dijametru dopunjuju do 90° .

Za jedan centralni ugao γ priležeći uglovi α i β sračunavaju se jednačinama $\beta = \gamma/2$ i $\alpha = 90 - \beta$ (sl. 9).

Kako je fizički nemoguće obeležiti kontinuitivnu liniju kruga, to je potrebno da se jednim mnogougonaikom približimo periferiji pomenutoga kruga tako da je strelica između luka i tetive (strane poliedra) najviše do 1 cm. Mnogougonaik od 120 strana zadovoljava ovaj uslov jer je dužina pomenute strelice svega 1 cm (sl. 9).

Uslovljena tačnost određivanja temena ovog mnogougonaika je ± 1 cm. Da bi dokazali da napred pomenuti način određivanja temena mnogougonaika odgovara uslovljenoj tačnosti poslužićemo se ovim matematičkim dokazima:

(Vidi sliku 9). Za izvestan centralni ugao odmereni su uglovi α i β i time određena tačka (teme) R' na periferiji spoljnog koncentričnog kruga. Prenosna greška strane AB je greška određivanja $\Delta 2R = \pm 2,5$ mm. Prenosne greške Δa i Δb strana a i b sračunavaju se jednačinama

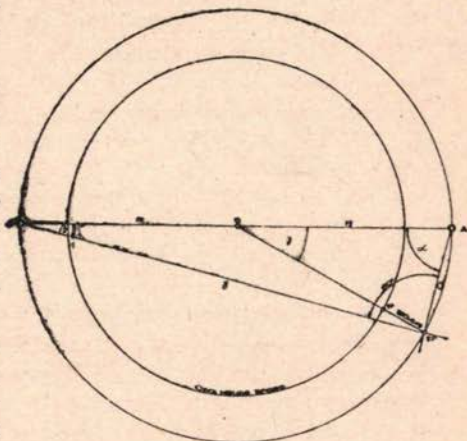
$$\Delta a = \Delta 2R \cdot \sin \beta / \sin 90^\circ = \Delta 2R \sin \beta$$

$$\Delta b = \Delta 2R \cdot \sin \alpha / \sin 90^\circ = \Delta 2R \sin \alpha.$$

Kao što se vidi prenosne greške Δa i Δb su manje od greške $\Delta 2R$.

Ako uglove α i β ostvarimo sa greškom od $\pm 10''$ (što je prilično grubo), onda ove greške izazivaju poprečne greške q_a i q_b pravaca AP' i BP' . Pomenute poprečne greške sračunavaju se jednačinama:

$$q_a = 4a \frac{a_{mm} \Delta \alpha''}{\rho''} \quad \text{i} \quad q_b = \frac{b_{mm} \Delta \alpha''}{\rho''}; \quad (\Delta \alpha = 10'')$$



Sl. 9

Na kraju totalne greške Δa i Δb strana a i b sračunavaju se sledećim jednačinama:

$$\Delta a = \sqrt{\Delta a^2 + q_a^2} \quad \Delta b = \sqrt{\Delta b^2 + q_b^2}$$

Prema prednjem svako teme mnogougona na periferiji spoljnog koncentričnog kruga leži na jednoj elipsi grešaka gde su totalne greške Δa i Δb dužine poluosovina elipse.

Ako za centralne uglove 0° , 45° , 90° , 135° i 180° sračunamo odgovarajuće totalne greške Δa i Δb dobićemo ove vrednosti poluosovina elipsa grešaka:

Centralni ugao	Veća poluosovina	Manja poluosovina
0°	2,42 mm	0 mm
45°	2,85 „	1,67 „
90°	2,72 „	2,72 „
135°	2,85 „	1,67 „
180°	2,42 „	0,002 „

Greška položaja tačke ravna je $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}$, što za centralne uglove 0° , 45° , 90° , 135° i 180° čini $\pm 2,42$ mm, $\pm 3,22$ mm, $\pm 3,85$ mm, $\pm 3,22$ mm i $\pm 2,42$ mm. Čak i u najgorem slučaju $3 \times \sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}$ greška položaja ne prekoračuje vrednost $+1$ cm.

Radi obeležavanja odgovarajuće tačke na osovini krune brane treba sa određene tačke na spoljnom koncentričnom krugu odmeriti dužinu od 5,04 cm u pravcu središta S .

Visinski odnos u iskopu treba odrediti geometriskim nivelmanom.

Svih 120 temena mnogougona treba vidno na zemljištu obeležiti i svakoj belezi dodati tablicu sa odgovarajućim brojem.

3) Obeležavanje osovine krune brane za vreme betoniranja:

a) Obeležavanje temena 120-ugaonika na spoljnom koncentričnom krugu i odmeravanje od ovog do unutrašnjega kruga.

Postupak merenja (sl. 9).

1) Pomoću ekscentara kontroliše se položaj centara drvenih stubova A i B i prema potrebi korigira položaj centra.

2) Uglovi α i β se odmeravaju tri puta u oba položaja durbina i traži srednji pravac.

3) U preseku odgovarajućih srednjih pravaca dobija se dotično teme P' mnogougona na periferiji spoljnoga koncentričnoga kruga. Tačnost ovoga određivanja napred je izneta.

4) Odmeranjem dužine od 5,04 m sa P' prema središtu kruga određuje se mesto odgovarajuće tačke P na unutrašnjem krugu.

5) Geometriskim nivelmanom određuje se apsolutna visina dotičnih tačaka.

Ovakvo posredno određivanje tačaka na unutrašnjem koncentričnom krugu moguće je samo dotle dok se sa tačaka A i B preko izgrađenoga dela brane vidi tok spoljnog koncentričnog kruga. Kada ova vidljivost prestaje onda se mora pristupiti neposrednom određivanju tačaka na samoj osovini krune brane.

b) Određivanje temena 120-ugaonika na osovini krune brane neposrednim načinom.

(Vidi sliku 10). Za odgovarajući centralni ugao γ treba sračunati uglove odmeranja α' i β' . Postupak sračunavanja:

$$d = R - \gamma$$

$$e_a = f_b = d \sin \beta \quad f_a = e_b = d \cos \beta$$

$$a'' = a' - e_a \quad b'' = b' - e_b$$

$$\operatorname{tg}(\alpha) = f_a/a' \quad \operatorname{tg}(\beta) = f_b/b'$$

$$\alpha' = \alpha - (\alpha) \quad \beta' = \beta - (\beta)$$

Radi kontrole treba uglove (α) i (β) sračunati ovim jednačinama:

$$K_a = \frac{d}{a'} \quad K_b = \frac{d}{b'} \quad R_a = 180^\circ - \alpha \quad R_b = 180^\circ - \beta$$

$$\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{K_a \sin R_a}{1 + K_a \cos R_a} \quad \operatorname{tg}(\beta) = \frac{K_b \sin R_b}{1 + K_b \cos R_b}$$

Za sva temena 120-ugaonika na unutrašnjemu krugu treba sračunati uglove za odmerenje α' i β' i tabelarno ih srediti.

Pomoću uglova γ , α' , β' i dužina R i $2R$ mogu se sračunati dužine strana a i b koje su potrebne za sračunavanje apsolutne visine tačke P trigonometrijskim nivelmanom.

Greške položaja tačaka na unutrašnjem krugu ravne su greškama na spoljnom koncentričnom krugu.

Postupak merenja:

1) Pomoću ekscentara kontroliše se i eventualno popravlja položaj centra na tačkama A i B .

2) Uglovi α' i β' se tri puta odmeravaju u oba položaja durbina i traži srednji pravac.

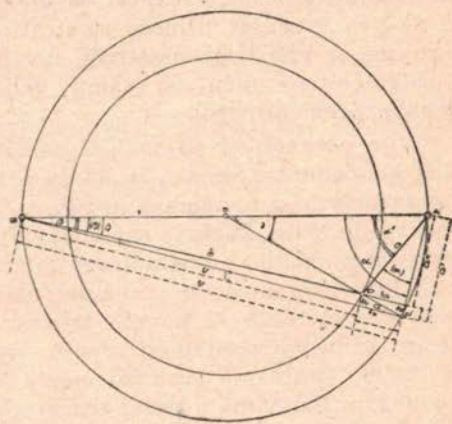
3) U preseku srednjih pravaca nalazi se tražena tačka P (teme) na periferiji unutrašnjeg kruga.

4) Trigonometrijskim nivelmanom određuje se apsolutna visina dotične tačke na osovini krune brane. Radi toga moraju se u blizini tačaka A i B nalaziti nivelmanski reperi od kojih je izmerena tačna dužina do tačaka A i B .

c) Davanje elemenata za oplatu.

Telo brane podeljeno je na izvestan broj lamela. Svaka lamela je isečak iz brane koja je ograničena sa dve vertikalne ravni koje se seku u središtu kruga S . Svaka lamela je podeljena na izvestan broj blokova. Blok je jedinica količine jednog betoniranja i on je ograničen sa više horizontalnih i vertikalnih ravni.

Geodetskom stručnjaku je dužnost da da elemente za oplatu (šalovanje) i ovi elementi služe za profilisanje blokova po zamisli projektanta. Za izvesnu apsolutnu visinu iz poprečnih preseka brane lako je od osovine brane naći ove elemente.



Sl. 10