

## PRILOG PRORAČUNU TOČNOSTI ODREĐIVANJA POLOŽAJA KOSE RAVNINE POMOĆU RAVNINE OPISANE VIZURNOM OSI INSTRUMENTA

Petar CEROVAC — Split\*

Položaj kose ravnine pomoću geodetskih metoda mjerenja, u našoj praksi, određuje se:

- pomoću objektivne (pentagonalne) prizme,
- naginjanjem instrumenta pomoću podnožnih vijaka.

U oba slučaja mogućnosti primjene su ograničene. Prvi se zbog dimenzija objektivne prizme, odnosno protuutega ne može primjeniti kod određivanja položaja ravnine pod malim kutem nagiba, a drugi se obrnuto, zbog ograničenog hoda podnožnih vijaka (cca 10 mm) ne može primjeniti kod određivanja položaja ravnine pod većim kutem nagiba.\*\*

U praksi je problem određivanja položaja kose ravnine uglavnom vezan uz brodogradnju. Pri tom se on najčešće javlja:

- kod izgradnje plovećih objekata iz više dijelova spajanjem u moru,
- kod raznih preinaka brodova (najčešće su to produljenja brodova umetanjem međusekcija u plutajućem doku i preinake brodova u ploveće dizalice),
- kod remonta brodova koji su pretrpjeli težu havariju, kod čega je neophodna zamjena većih dijelova.

U svim slučajevima mogu se ovi objekti nalaziti na dilju (radni prostor na kojem se ploveći objekti izrađuju, najčešće su to uzdužni navozi), na moru i u plutajućem doku. Pri tom oni mogu biti:

- horizontalni,
- nagnuti samo u uzdužnom ili samo u poprečnom smjeru,
- nagnuti u uzdužnom i u poprečnom smjeru.

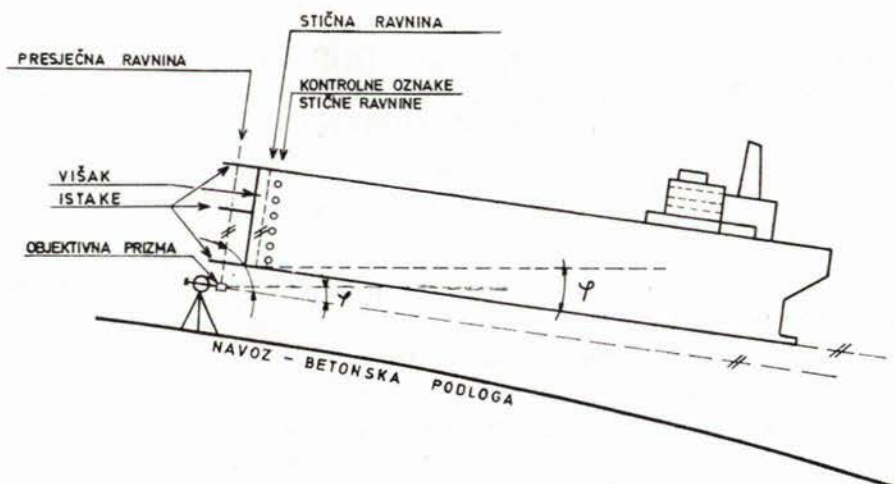
Kako je ploha uzdužnih navoza češće po duljini zakrivljena (krivulja kliznih ploha im je luk kružnice polumjera od 1 500 do 10 000 m), rjeđe kosa ravnina

\* Adresa autora: Mr Petar Cerovac, Fakultet građevinskih znanosti, Split, V. Masleše bb.

\*\* Razmatranja su vezana uz instrumente i pribor tvornice WILD — Heerbrugg.

(nagib kosine kreće im se od 3,5 do 7<sup>0</sup>/o) [4], to je položaj plovećih objekata na njima skoro uvijek kos.

Karakterističan primjer određivanja položaja kose ravnine je određivanje položaja presječne, odnosno stične ravnine prilikom izgradnje plovećih objekata iz više dijelova spajanjem u moru (sl. 1). U vezi s ovim M. Grubi-



Slika 1.

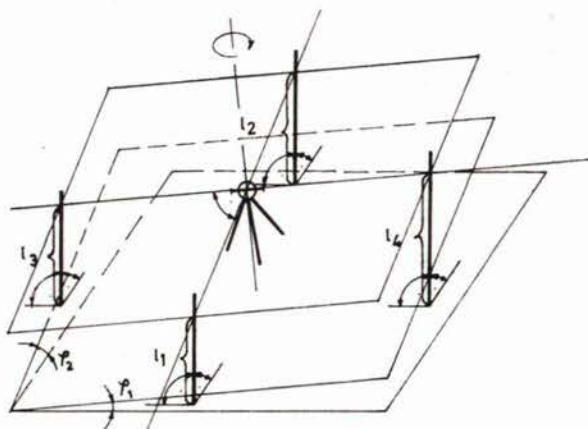
šić u [4] piše: »Spajanje se može izvesti bez teškoća ako se svi poprečni presjeci na spoju nalaze u ravnini koja je okomita na uzdužnu os broda. Osim toga, poprečni presjeci krmenog i pramčanog dijela broda moraju biti potpuno jednakih dimenzija i oblika tj. sukladni«. Kod toga je prikladna primjena objektivne (pentagonalne) prizme. Njenim okretanjem u ležištu vizurna linija opisuje ravninu okomitu na vizurnu os durbina. U praksi se položaj kose ravnine, ako nije bitno mjesto na kojem će biti označen, označava brzo i lako. Međutim, treba li njen položaj označiti na točno određenim mjestima, kao što su to istake u navedenom primjeru (sl. 1), ne ide to više ni tako brzo ni tako lako. Razlog ovome leži u načinu na koji se objektivna prizma okreće u ležištu (rukom), odnosno dotjeruje presjek niti nitnog križa na prethodno odabrano mjesto.

Na sl. 1 prikazana je primjena objektivne prizme pri određivanju presječne, odnosno stične ravnine na krmenom dijelu broda. Na isti se način ona određuje i na pramčanom dijelu. Ovako određen položaj sličnih ravnina potpuno zadovoljava praktične zahtjeve, odnosno omogućuje uspješno spajanje navedenih dijelova. U pravilu kad god je to moguće pri određivanju položaja kose ravnine primjenjuje se objektivna (pentagonalna) prizma.

U daljnjem radu razmatrat će se postavljanje odnosno određivanje kose ravnine naginjanjem instrumenta pomoću podnožnih vijaka. Kod tog se razlikuju dva slučaja:

*Prvi slučaj: Ravnina nagnuta u uzdužnom i poprečnom smjeru*

Približno u težištu lika određenog točkama-vizirkama (minimum tri) postavi se i horizontira instrument, nivelir ili teodolit s durbinom postavljenim horizontalno. Okretanjem podnožnih vijaka kroz oznake na vizirkama koje određuju položaj kose ravnine uz zakretanje alhidade položi se ravnina opisana vizurnom osi instrumenta. Položaj ovih oznaka određuje se odmjerenjem sračunatih podataka u odnosu na horizontalnu ravninu (sl. 2).

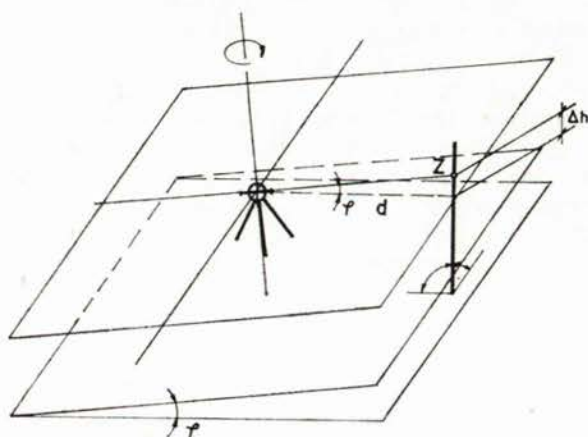


Slika 2.

*Drugi slučaj: Ravnina je nagnuta u samo jednom smjeru*

U ovom slučaju položaj kose ravnine može se odrediti pomoću tri i više vizirki (prethodni slučaj) ili pomoću jedne. Pomoću jedne vizirke određuje se njen položaj na slijedeći način: U vertikalnu ravninu određenu smjerom nagiba zadane kose ravnine na određenoj udaljenosti (ovisno o njenom nagibu) postavlja se instrument svojom vertikalnom osi i vizirka. Uz precizno horizontiran instrument durbin se postavlja horizontalno u smjeru vizirke. Pri tom se podnožni dio instrumenta, odnosno stativ, postavlja u takav položaj da se jedan od podnožnih vijaka (vijak  $P_1$ ) također nalazi u smjeru vizirke, a druga dva (vijci  $P_2$  i  $P_3$ ) u smjeru okomitom na ovaj smjer i na istoj visini. Na vizirci se odmjerenjem vrijednosti  $\Delta h = d \cdot \operatorname{tg} \varphi$  ( $\varphi$  — zadani vertikalni kut,  $d$  — udaljenost od instrumenta do vizirke) od horizonta instrumenta odredi položaj točke  $Z$  (sl. 3 i 4). Nakon toga instrument se, okretanjem vijka  $P_1$  naginje sve dotle dok se na vizirci ne navizira točka  $Z$ . Pri tom alhidadna libela postavljena u smjeru podnožnih vijaka  $P_2$  i  $P_3$  treba da vrhuni. Ako se ovi vijci ne nalaze u navedenom položaju alhidadna libela neće vrhuniti, tada se njihovim zakretanjem ona dotjera da vrhuni. Ako sad presjecište nitnog križa ne pogađa točku  $Z$  zakretanjem alhidade i podnožnog vijka  $P_1$  ona se ponovno navizira. Ovaj postupak ponavlja se sve dotle dok istovremeno alhidadna libela ne vrhuni i točka  $Z$  nije navizirana. Pri ovom položaju instrumenta, uz zakretanje alhidade, ravnina opisana vizurom osi treba da definira





Slika 3.

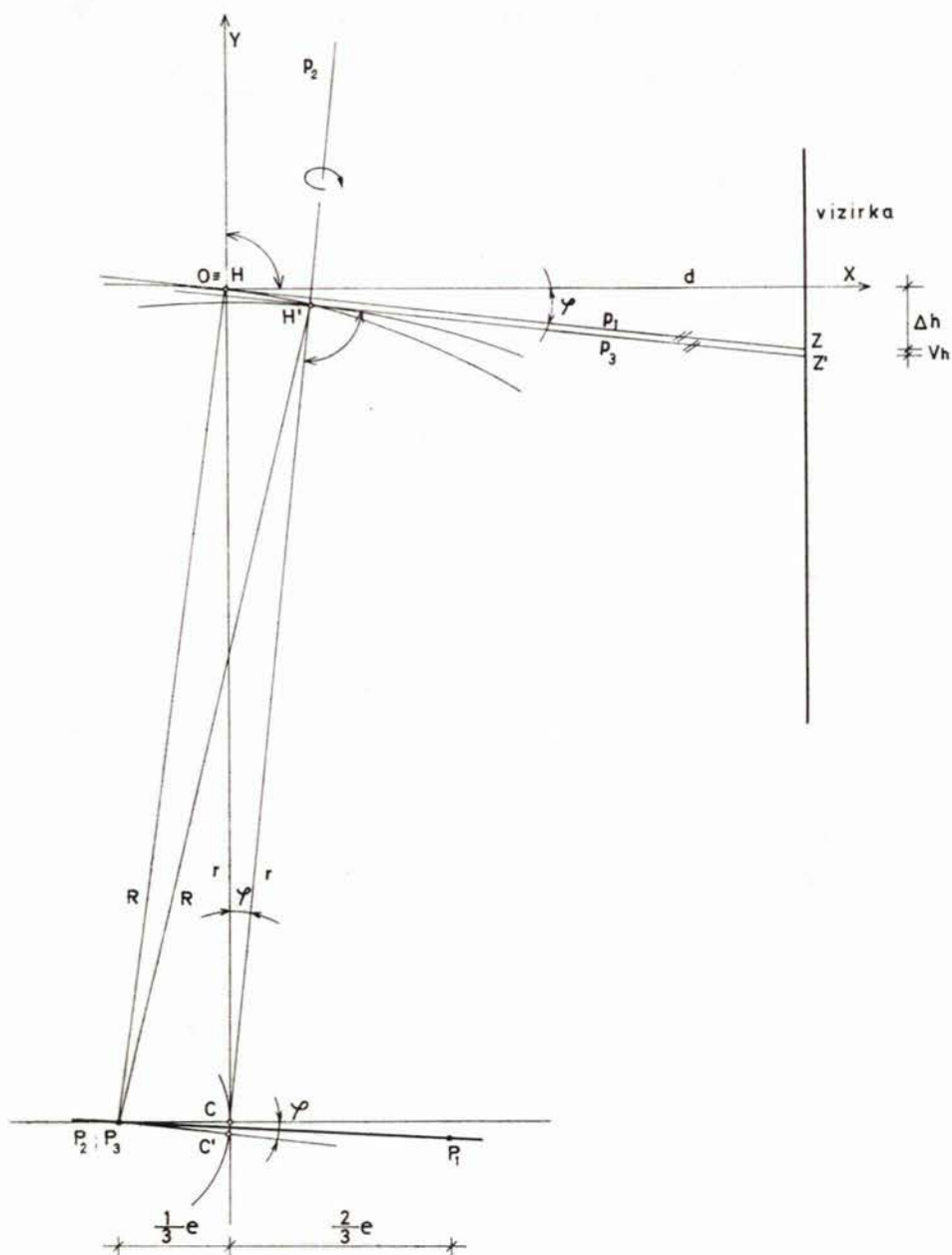
»zadanu ili njoj paralelnu kosu ravninu«. U slučaju zakretanja podnožnih vijaka  $P_2$  i  $P_3$  položaj ove ravnine neće biti »jednak zadanom«. Ovo odstupanje redovito je vrlo malo, praktično zanemarivo. Osim toga, u praksi se glava stativa, odnosno podnožni dio instrumenta, uz malo pažnje, relativno lako i brzo postavlja u položaj pri kojem je otklon alhidadne libele beznačajan, pa nema ni potrebe da se podnožni vijci  $P_2$  i  $P_3$  »diraju«.

Kod ovog načina postavljanja odnosno određivanja kose ravnine potrebno je istaknuti da se prilikom naginjanja instrumenta, okretanjem podnožnog vijka  $P_1$ , okretanje točaka instrumenta ne izvodi oko horizontalne osi već oko osi koja je određena podnožnim točkama vijaka  $P_2$  i  $P_3$ . Zbog toga, viziranjem točke Z vertikalna os neće biti nagnuta za zadani kut  $\varphi$ , pa će biti potrebno, korigirati položaj vizurne točke Z za vrijednost  $v_h$ , odrediti točku Z'. Viziranjem točke Z', okretanjem podnožnog vijka  $P_1$ , vertikalna os će se nagnuti za zadani kut  $\varphi$ , a ravnina opisana vizurom osi instrumenta pri zakretanju alhidade definirat će položaj zadane kose ravnine.

Popravka  $v_h$ , prema sl. 4 uz pretpostavku da je pravac povučen kroz podnožne točke vijaka  $P_2$  i  $P_3$  horizontalan, je razlika odsječaka pravaca  $p_3$  i  $p_1$  (paralelni pravci) na osi Oy. Veličina i predznak ove popravke ovise o kutu naginjanja instrumenta.

Pojedine oznake na sl. 4 imaju ova značenja:

- točka H presjecište horizontalne i vertikalne osi (vertikalna os je vertikalna),
- točka H' definira položaj točke H rotirane oko osi određene podnožnim točkama vijaka  $P_2$  i  $P_3$  za kut  $\varphi$  (radijus R). Određuje je presjecište pravca  $p_2$  s kružnicom  $(\ddot{x}-x_C)^2 + (y-y_C)^2 = r^2$ , zbog mogućeg položaja instrumenta uzima se presjecište iznad točke C',
- točka C probodište vertikalne osi s horizontalnom ravninom položenom podnožnom točkom vijka  $P_2$  ( $P_3$ ) (vertikalna os je vertikalna),
- točka C' definira položaj točke C rotirane oko osi određene podnožnim točkama vijaka  $P_1$  i  $P_2$  za kut  $\varphi$  (radijus  $\frac{1}{3}c$ ),



Slika 4.

- radijus R udaljenost točke H od osi određene podnožnim točkama vijaka P<sub>2</sub> i P<sub>3</sub>,
- radijus r je udaljenost između točaka H (H') i C (C'),

- pravac  $p_1$  vizurna os nagnuta za kut  $\varphi$  pri horizontiranom instrumentu,
- pravac  $p_2$  položen nagnutom vertikalnom osi za kut  $\varphi$ ,
- pravac  $p_3$  povučen kroz točku  $H'$  okomito na pravac  $p_2$ , odgovara tangenti povučenoj na kružnicu  $(x-x_C)^2 + (y-y_C)^2 = r^2$  u točki  $H'$ .

Kod toga su:

- Koordinate točke  $C'$ :

$$x_{C'} = x_C \mp \frac{1}{3} e (1 - \cos \varphi)$$

$$y_{C'} = y_C \mp \frac{1}{3} e \sin \varphi$$

gdje je

$e$  — visina istostraničnog trokuta položenog podnožnim točkama vijaka  $P_1, P_2$  i  $P_3$ .

Dvoznačnost  $\pm \frac{1}{3} e (1 - \cos \varphi)$  posljedica je različitog položaja vijka  $P_1$  prema vizirki (bliži ili dalji u odnosu na položaj okretne osi određene podnožnim točkama vijaka  $P_2$  i  $P_3$ ), a dvoznačnost  $\pm \frac{1}{3} e \sin \varphi$  posljedica je različitog predznaka nagiba vertikalne osi.

— Pravci:

$$- p_1 : y = a_1 x + b_1, \text{ povučen kroz točke } H \text{ i } Z$$

$$- p_2 : y = -\frac{1}{a_1} x + b_2, \text{ povučen kroz točku } C' \text{ okomito na pravac } p_1,$$

$$- p_3 : y = a_1 x + b_3 \text{ povučen kroz točku } H' \text{ okomito na pravac } p_2, \text{ odnosno paralelno s pravcem } p_1$$

— Popravka  $v_h$

$$\text{za } p_1 : y = a_1 x + b_1 \text{ i } p_3 : y = a_1 x + b_3$$

biti će,

$$v_h = b_3 - b_1$$

*Primjer:* Ako je  $r = 0,240 \text{ m}^*$ ,  $e = 0,096 \text{ m}$  i  $\varphi = 5^\circ 56' 49''$  ( $\text{tg } \varphi = \frac{10}{96}$ )\*\*, obično je  $\varphi < 4^\circ$ , za popravku  $v_h$  (prema sl. 4, ishodište koordinatnog sistema je u točki  $H$ ) dobiju se vrijednosti dane u Tablici 1.

Ovi podaci pokazuju da se kod radova veće točnosti o popravci  $v_h$  treba voditi računa.

\* Radijus  $r$  određen u odnosu na podnožnu ploču instrumenta postavljenu u radni položaj, pomoću stativa, uobičajenim postupkom zadovoljava sve praktične zahtjeve vezane uz točnost određivanja popravke  $v_h$

\*\* Ovaj podatak odgovara usvojenom slobodnom hodu podnožnih vijaka (cca 10 mm)

Tablica 1.

$\varphi$ depresioni kut	$\varphi$ elevacioni kut
$C(0,000; -0,240)$ $C'(-0,000\ 1722; -0,243\ 3154)$ $p_1: y = -0,104\ 1667x$ $p_2: y = 9,6x - 0,241\ 6623$ $H'(0,024\ 6933; -0,004\ 6069)$ $p_3: y = -0,104\ 1667x - 0,002\ 0347$	$C(0,000; -0,240)$ $C'(0,000\ 1722; -0,236\ 6846)$ $p_1: y = 0,104\ 1667x$ $p_2: y = -9,6x - 0,238\ 3377$ $H'(-0,025\ 0377; 0,002\ 0239)$ $p_3: y = 0,104\ 1667x + 0,004\ 632$
$v_h = -0,002\ m$	$v_h = 0,005\ m$

## LITERATURA:

- [1] Adlerštejn, L. C. i dr.: Optičeskij pribor dlja vypolnenija proveročnyh rabot na stapele, Sudostroenije 1976, No 3.
- [2] Cerovac, P.: Geodetske metode kod određivanja rezne linije na brodu, koji se nalazi privezan uz obalu, Zbornik radova savjetovanja Geodezija u industriji i katastar vodova, Subotica, SGIGJ 1980.
- [3] Dobrolenskij, V. P., Marčenko, S. I.: Soveršenstvovanie proveročnyh rabot v korpusotroeniji, Sudostroenije 1978, No 10.
- [4] Grubišić, M.: Tehnologija gradnje broda, Split 1978.
- [5] Marčenko, S. I.: Izmerenie uglov teodolitom pri razbivočnyh rabotah v sudostroeniji, Geodezija i kartografija 1978, 9.
- [6] Niebylski, J.: Eine neue Etappe in der Entwicklung der Meßtechnik im Schiffbau, Seewirtschaft 1983, 12.
- [7] Seregin, A. G.: Stapel'nyj vizir IG 96, Izmeritel'naja tehnika 1976, 2.

## SAŽETAK

U članku su prikazani načini kako se pomoću geodetskih metoda, mjerenja može odrediti položaj kose ravnine. Osim toga prikazan je i proračun točnosti određivanja položaja kose ravnine pomoću ravnine opisane vizurnom osi instrumenta.

## ABSTRACT

This article represents how to determine the position of the oblique plane by means of geodetic methods of measurement. Also it represents the accuracy of defining the position of the oblique plane by means of plane drawn by the instrument's line of sight plane.