

Prof. SINIŠA VUKIČEVIĆ
Split

Navigacija u hidrografiji i oceanografiji

Skriveno u morima svijeta leži ogromno bogatstvo. Da bi se ono iskoristilo, čovjek treba najprije da dobro upozna more. Narod koji to bogatstvo iskoristi, postići će mnogo i sav uloženi trud bit će mu mnogostruko vraćen.

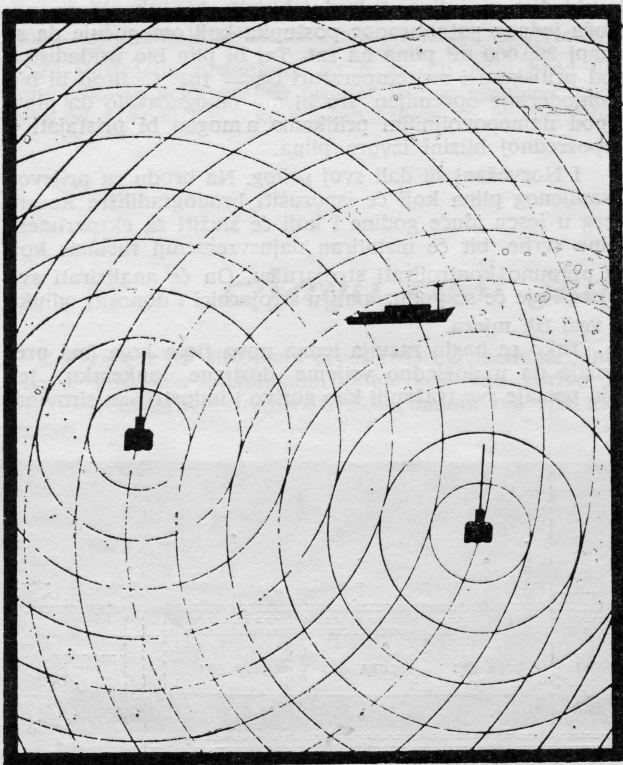
Pomorske nacije cijelog svijeta već godinama ulažu velike napore da što potpunije upoznaju to veliko pristanstvo.

Osnovni činilac u tom obimnom znanstvenom poslu je, uz čovjeka, površinski istraživački brod. Da bi se nekim istraživačkim brodom moglo točno, sigurno i nesmetano raditi na određenoj postaji, ovisi o dobro vođenoj navigaciji.

Ranije su se hidrografska i oceanogrfska krstarenja i ispitivanja obavljala koristeći navigacijske instrumente kojima su vršena vizuelna osmatranja i mjerenja kao jedini način tačnog određivanja pozicije broda. Počeci takvih krstarenja datiraju u ranom 19. vijeku, pa i prije, kada su pronađeni prvi instrumenti i navigacijske metode. To je vrijeme kada se osnivaju razne pomorske institucije (u prvom redu hidrografski instituti) kojima je osnovna svrha bila izdavanje karata i priručnika prijeko potrebnih za sigurnost plovidbe.

Još 1832. g. u Americi je bila utvrđena točna geodetska triangulacijska mreža od tek formiranog Hidrografskog instituta, kojemu je bilo povjereno premjerivanje na području današnjeg New Yorka.

Navigacijski principi i metode u hidrografskim mjerenjima (određivanje pozicije) vrlo malo su se mijenjali u periodu od 80 godina prije I svjetskog rata.



Sea-fix sistem

Premjeravanja na otvorenom moru uglavnom su ovisila o preciznosti zbrojene pozicije koristeći sva raspoloživa sredstva za određivanje pozicije polaska sa dobro vidljivim točkama na kopnu, točnom registracijom prevaljenog puta kroz vodu u vrlo čestim intervalima, koristeći se osmatranjem nebeskih tijela za kontrolu kursa; prevaljenog puta do ponovnog određivanja pozicije pomoću kopnenih objekata prilikom približavanja obali.

Nakon toga slijedi period većeg napretka u navigaciji. Pronalaskom kronometra riješeno je pitanje određivanja koordinate, geografske dužine što je stajalo pred pomorcima otvoreno pitanje više od 200 godina. Kratko poslije 1904. godine navigator je bio u mogućnosti da provjeri svoj kronometar po cijelom svijetu.

Daljnji napreci u priobalnoj navigaciji postignuti su zahvaljujući elektronicima, koja je dovela do mnogih poboljšanja sistema i novih standarda tačnosti u navigaciji, hidrografiji i oceanografiji.

Polovinom dvadesetih godina počinje se upotrebljavati žiro-kompas, radio-goniometar, električni automatski brzinomjer, radio-akustični davač i dubinomjer, koji su našli vrlo praktičnu primjenu u hidrografskim i oceanografskim radovima.

Od 1933. godine u Americi se koriste plutače za određivanje pozicije izvan dometa obalskih stanica. One su bile postavljene po sistemu traversa sunce-azimut pomoću nategnutih žica sa tačnošću oko 1 metra na milju.

Metoda RAR. Radio-akustično mjerenje ili RAR (radio acoustic ranging) bila je metoda koju su upotrijebili Amerikanci poslije I svjetskog rata za hidrografska premjeravanja na otvorenom moru. Položaj broda se određivao pomoću dviju ili više prethodno lociranih kontrolnih stanica i to eksplozijom male bombe u blizini broda i mjerenjem vremenskog intervala potrebnog da zvuk dođe do svake stanice i natrag do broda. Eksplozija i povratni signal primali su se automatski iz kontrolne stanice gdje su se bilježili na brodskom kronografu. Udaljenost od broda do kontrolne stanice, određena mjerenjem vremena transmisije podvodnog zvučnog impulsa, služila je za određivanje pozicije broda. Uvođenje RAR metode znatno je proširilo hidrografske radove na moru koja su tražila veću preciznost. Točnu brzinu zvuka bilo je teško odrediti i to je ograničavalo tačnost cijelog sistema, osobito ako su se ispitivanja vršila dalje od plićaka u većim dubinama.

Prvi ultrazvučni dubinomjer, instrument koji je upotrijebio američki Hidrografski institut, bio je poznat kao Hayes zvučni mjerač dubine, koji je konstruirala američka mornarica. Za vrijeme rada zvučni dubinomjer prenosio je zvuk u vodu i u točnom razmaku čula se jeka prethodno emitirano signala.

Dubinomjer. Od 1925. do 1940. godine dubinomjeri koji su se upotrebljavali za hidrografska i oceanogrfska ispitivanja napredovala su od običnih zvučnih dubinomjera do registrirajućih. Svaki od tih sistema omogućili su da se olakša rad, fleksibilnost dubinskih uređaja i točnost rezultata.

Prije 1940. godine, znanstveni napredak oceanografije; marine geologije, koje su se većinom koristile kartama i navigacijom, također je uključivao mareografska mjerenja u većim lukama, gravitaciona promatranja na morskome dnu i mjerenje batimetrijskih profila koji su bili zanimljivi za geološka i seizmička proučavanja.

Loran i radar. Za vrijeme drugog svjetskog rata bile su pronađene dvije nove elektronske metode za potrebe navigacije: loran i radar. Obje ove metode zahtijevale su izvjesne adaptacije pomorskih karata.

Navigator opremljen loran instrumentima i potrebnim kartama mogao se vrlo lako poslužiti ovim sistemom za određivanje pozicije broda. Međutim navigacija pomoću radara nametnula je druge zahtjeve pomorskim kartama. Navigator je morao voditi računa o korelaciji onoga što je vidio na ekranu radara s topografskim oblicima koji su prikazani na karti. Ucrtavanje svih objekata u karte duž obale nije bilo teško, jer je njihov položaj bio označen specijalnim simbolima. Bilo je važno nacrtati točnu topografsku obalnu liniju sa svim objektima koji bi mogli biti važni za navigaciju, kao i one koje radar otkrije.

Određivanje pozicije pomoću RAR metode bilo je zanemareno tokom rata i shoran je predstavljao mnogo povoljniju metodu za određivanje udaljenosti od poznatih točaka na obali.

Shoran. Shoran (skraćenica od SHORt RANge Navigation) s upotrebom principa radar pružao je potpuno točne podatke o poziciji broda.

Uređaj je konstruirala firma Radio Corporation of Amerika za potrebe kontroliranja položaja aviona za vrijeme bombardiranja.

Velika točnost shorana napravila ga je glavnom metodom određivanja pozicije broda u hidrografskim premeravanjima i oceanografskim radovima. Amerikanci su tu metodu koristili sve od 1945. do nedavno. Međutim korištene radio-frekvencije bile su ultravisoke, i to je ograničavalo udaljenost promatranja. Pod normalnim uvjetima rada ova granica se kreće od 50 do 75 milja? Vjerojatna greška u sistemu je 8 m ili 25 fita za svako mjerenje.

EPI. Pošto je daljina promatranja shorana bila ograničena, napravljen je drugi elektronski uređaj, tzv. elektronski pozicioni indikator ili skraćeno ETI (electronic position indicator), kojim se mogla odrediti točna pozicija broda na udaljenosti od 70 do 300 milja od obale. Ovu poboljšanu metodu omogućio je loran sistem, koji koristi niskofrekventne radio-impulse za prijenos, koji nisu bili ograničeni kao visoko-frekventni impulsi shorana.

EPI se upotrebljavao eksperimentalno tri godine u Meksičkom zalivu i pokazao je vrlo dobre rezultate. Točna pozicija se postizala u opsegu do 400 milja. Cjelokupna točnost sistema je oko 75 metara i ne ovisi o udaljenosti od kontrolne stanice na obali.

Raydist. On predstavlja slijedeću fazu u razvoju navigacijskih elektronskih sistema. ER-Raydist je imao 10-vatni davač sa opsegom od 12 milja i prvi ga je upotrijebio američki HI za hidrografska premeravanja 1954. godine. Sistem većeg opsega, DM-Raydist, upotrebljen je 1957. godine na brodu HYDROGRAPHER.

Raydist uređaj se pokazao pouzdanim i omogućavao je duži period nesmetanog rada. Uspjeh ovog sistema bio je glavni razlog da se EPI, a ubrzo zatim i shoran, izbace iz upotrebe u priobalnim hidrografskim premeravanjima. Ovaj je sistem mogao precizno odrediti poziciju broda do udaljenosti od 200 milja. Njegova preciznost i način prikazivanja (kontinuirano označavanje oblika) te jednostavnost rukovanja (eliminacije ručnog rada) osnovne su prevage ovog sistema nad EPI. Shoran je izbačen iz upotrebe uglavnom zbog poteškoća u rukovanju i upotrebe kritičnih radnih frekvencija.

Posljednjih deset godina radikalno se povećao broj i tip navigacijskih sistema koji se koriste za precizno određivanje pozicije broda.

U tom periodu je napravljen veći napredak nego u cijelom ranijem razdoblju ovog stoljeća.

Hidrografi i oceanografi imaju velike koristi od ovih novih sistema, jer samo jedan od njih ne može zadovoljiti kompleksne zahtjeve modernih hidrografsko-oceanografskih radova.

Najvažniji sistemi koji se na tom polju danas upotrebljavaju su Decca-Alpine transponder sistem, DM-Raydist, Hi-Fix, Sea-Fix, loran-C i satelitski dopler navigacijski sistem.

Decca Hi-Fix. Posljednjih nekoliko godina Decca Hi-Fix sistem je bio postavljen na sve nove američke istraživačke brodove. U međuvremenu firma Raydist Company je radila na poboljšanju ovog sistema u dva pravca: smanjili su broj frekvencija od 4 na 2 i uveli rad sa više brodova iz jedne stanice na obali. Ovim je omogućeno da tri broda rade iz iste stanice na kopnu.

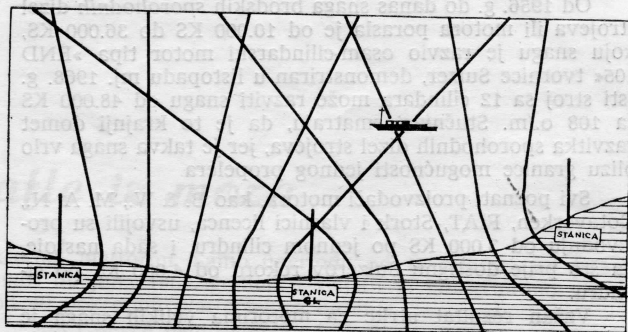
U posljednjih šest godina izrađeno je nekoliko vrlo preciznih navigacijskih sistema kratkog dometa. Oni su upotrebljeni za premer luka i nekih rijeka. Decca-Alpine predajno-prijemni sistem je kratko-dometni impulski sistem koji upotrebljava Decca radar modificiran za precizno mjerenje udaljenosti. Alpine transponderi su postavljeni na plazama ili plutućama i ponavljaju otkucaje signale s brodskog radara sa neznatnom razlikom u frekvenciji.

Sea-Fix je (sl. 1) proporcionalno smanjeni model Hi-Fixa (sl. 2) i namijenjen je za operacije malog dometa. Stanice na obali su male, jednostavne i potrebna im je mala energija za rad.

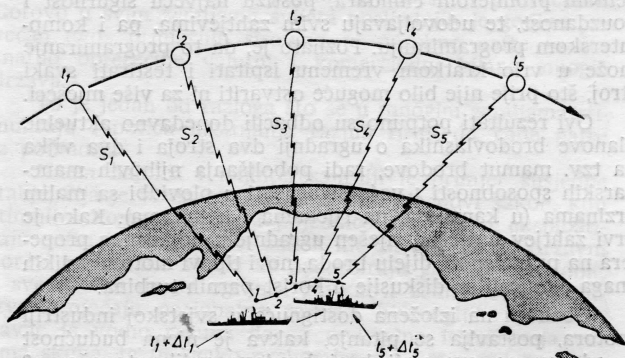
Ovaj sistem zajedno s Decca-Alpine sistemom u posljednje vrijeme je postavljen na američkim hidrografskim brodovima RUDE i HECK.

Do 1960. godine svi američki hidrogrfski i oceanografski brodovi za rad na otvorenom moru bili su opremljeni sistemom loran-C. Mada je ovaj hiperbolični sistem koristan za udaljenosti do 1500 milja, ima dva nedostatka: mogućnost prekrivanja loran-C sistema je vrlo mala u odnosu na ukupnu površinu oceana i, drugo, bez visokokvalificiranog tehničara teško je rukovati složenim uređajem. Općenito, točnost od 500 metara se podrazumijeva kao prosjek za ovaj sistem.

Dopler-satelitski navigacijski sistem (sl. 3). Vjeruje se da ovaj navigacijski sistem većeg dometa najviše obećava za rad u priobalnim područjima.



Hi-fix sistem



Satelitski navigacijski sistem

Godine 1965. taj je sistem bio instaliran na brodu PIONEER i koristio se za vrijeme oceanografskih istraživanja u sjevernom Pacifiku. Prema prvim iskustvima, sistem je točan i pouzdan, a njegovo postavljanje lako. Za vrijeme svog jednomjesečnog krstarenja PIONEER je napravio 350 proba upotrebljavajući kao sredstva određivanja pozicije nebeska tijela, radar, loran-A, loran-C, sekstant i karte. Rezultati su uglavnom bili isti i točni.

Pouzdanost mjerenja pozicije ovim sistemom (satelitski) kreće se od 0,3 do 0,5 milja. Ovaj je sistem postavljen na američki istraživački brod OCEANOGRAPHERU za vrijeme njegovog puta oko svijeta. Nakon tog puta, kojom će prilikom sistem biti potpuno ispitano, dobit će se potpuna ocjena za njegov potpuniji prikaz. No period od šest sati između dvaju prolaza sastelita je vrlo dug, pa je sada potrebno da se točno zna brzina i kurs kroz vodu ne samo zbrojene pozicije i između pozicije određene osmatranjem da bi se mogla ispraviti pozicija određena doplerom. Sasma je vjerojatno da će jedan navigacijski sistem inercionog vođenja biti kombiniran sa satelitskim sistemom da bi ukupni učinak bio zadovoljavajući.

Automatizirani sistem. Nakon drugog svjetskog rata uređaji za mjerenje dubina razvijali su se i 1957. gotovo svi sistemi za mjerenje dubine mora bili su automatizirani.

U februaru 1964. na brodu SERVEYOR instaliran je novi stabilizirani elektronski uskosnopni predajno-prijemni uređaj za mjerenje dubine ili skraćeno NBT (narrow-beam transducer), kojim se već mjerila dubina u sjevernom Pacifiku. Njegova nominalna dubina, rada je 10.000 m?

Međutim hidrografi i oceanografi rade i na jednom integralnom sistemu u koji će biti sadržane sve komponente kao odvojene jedinice, konstruirane da uključe uređaj za dobivanje podataka koji će ih uzimati iz navigacijskog sistema, sistema dubinomjera i drugih uređaja potrebnih za hidrografske i oceanografske radove i pretvarati ove podatke u oblike koji će odgovarati potrebama kartografa.

Do 1962. g. Amerikanci su unaprijedili program za prikupljanje tih podataka na istraživačkim brodovima u obliku bušenih kartica koje su zatim bile prikladne za kompjutersku obradu.

Majmoderniji od ovih instrumenata nedavno je instaliran na brod WHITING. Ovaj sistem uključuje kompjuter, crtač i pisač podataka koji može dati sve podatke hidrografske i oceanografske promatranja i kompletno ispravljene spremite ih za konstrukciju pomorskih ili batimetrijskih karata.

Maksimum automatizacije je glavno pitanje u vođenju tako kompleksnih operacija. Teškoće leže u pronalazačenju opreme i tehnike koja će bilježiti i analizirati potrebne informacije koje uključuju prostrane i mnogobrojne dijelove oceanskih područja i davati ih natrag gotove za daljnje korištenje.

Prikupljeni podaci imaju malu vrijednost ako nisu obrađeni i priređeni kao materijal za daljnje istraživanje.

Prateći nagle napretke na tom polju, gotovo je sigurno da se hidrografi i oceanografi nalaze pred erom novih pronalazaka u kojoj će elektronika opet igrati važnu ulogu.