

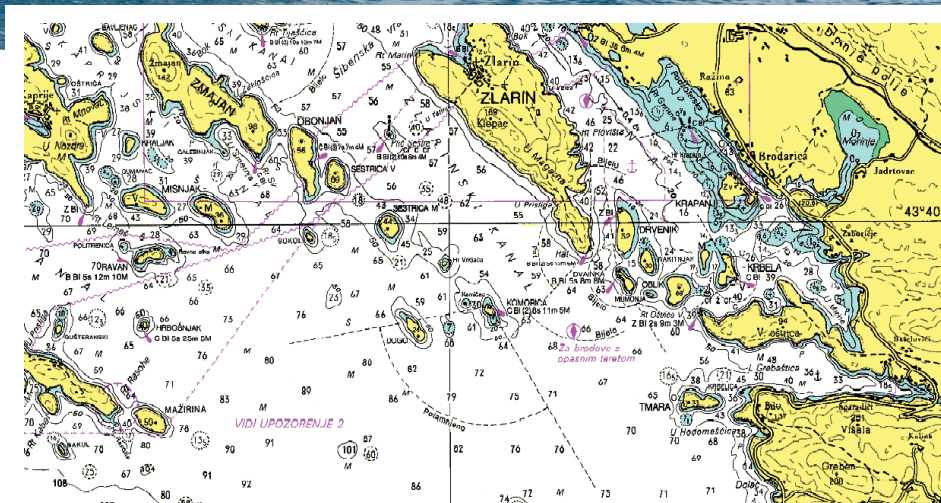
# Određivanje položaja PLOVILA NA MORU

» Josip Gulin



**SAŽETAK.** Navigacija je pomorska vještina određivanja pozicije broda, njegovog kursa i brzine. Razlikujemo tri načina navigacije: terestrička, astronomska i elektronska navigacija. U prvom poglavlju opisan je detaljni postupak određivanja pozicije plovila na moru te glavne karakteristike brodskog kompasa. Opisan je i način rada GPS prijamnika te njegova primjena u navigaciji.

**KLJUČNE RIJEČI:** navigacija, nautička milja, geomagnetska deklinacija, devijacija, kurs, GPS prijamnik



Slika 1. Pomorske karte šibenskog arhipelaga (URL-1)

## > 1. Terestrička navigacija

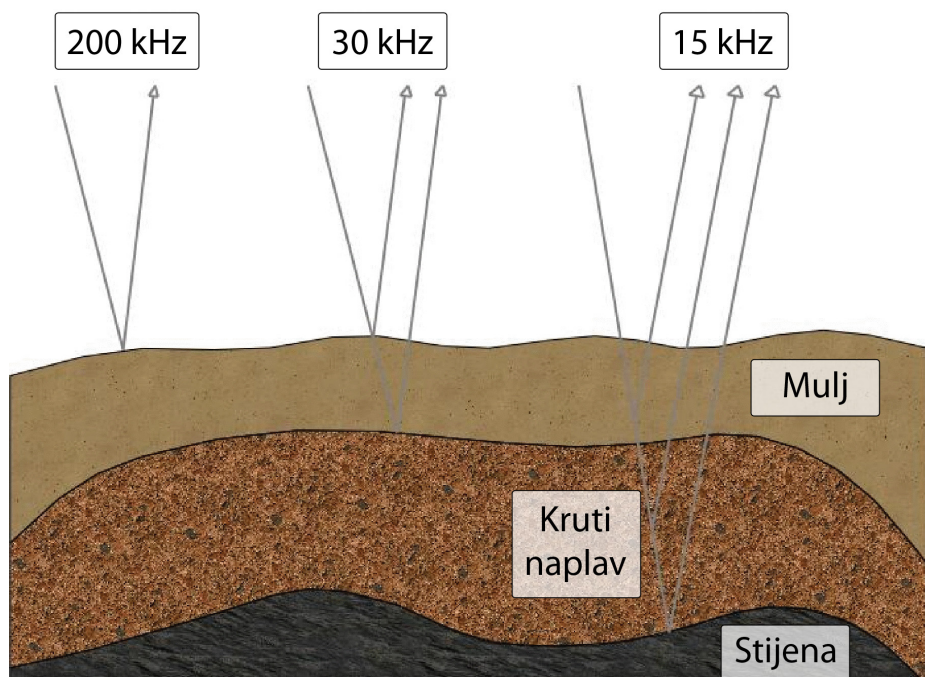
Terestrička navigacija se temelji na vještini korištenja pomorskih karata (Slika 1) koje imaju svojstvo da kutovi između pravca na karti odgovaraju onima u prirodi. To je omogućio matematičar Gerardus Mercator rođen kao Gérard de Crémère (1512.-1594.), koji je napravio cilindričnu projekciju Zemljine sfere (na kojoj veći dio površine zauzimaju oceani i mora) i kojom smo dobili na karti ucrtane kontinente,

obale, otoke i morska prostranstva. Na-  
stavno, možemo točno odrediti međusobne udaljenosti pojedinih točaka, kutove i poziciju pomoću mreže meridijana i paralela. Bitno je naglasiti da se u praksi pri određivanju pozicije plovila umjesto stupnjeva, minuta i sekunda koriste stupnjevi i minute podijeljene na deset dijelova gdje se ta desetina naziva kabel.

Ako pretpostavimo da je duljina meridijanske kružnice na sferi  $\approx 40.000$  km,

tada centralnom kutu od  $1^\circ$  odgovara luk duljine  $\approx 111$  km. Ako taj luk podijelimo na 60 dijelova, što odgovara centralnom kutu od  $1'$ , dobijemo duljinu odgovarajućeg luka od 1.852 m, a to nazivamo nautičkom miljom (Nm). Deseti dio nautičke milje iznosi 185 m (kabel).

Na lijevom i desnom rubu pomorske karte su podjele geografske širine, a svaka minuta te podjele predstavlja udaljenost od točno 1 nautičke milje. Na gornjem i



Slika 2. Metoda smjerenja (URL-4)

donjem rubu podjela služi samo za određivanje geografske dužine, ali ne i udaljenosti. Dakle, kada na karti želimo odrediti udaljenost između dvije točke, uzeti ćemo tu udaljenost u šestar i prenijeti ju na istoj visini karte, a što znači u području te geografske širine na podjelu minuta i kablova i tako ustanoviti koliko milja iznosi ta udaljenost.

Prije samog definiranja postupka određivanja pozicije plovila, valjalo bi pojašniti nekoliko termina vezanih uz rad brodskog kompasa.

Sjeverni magnetski pol Zemlje ne poklapa se s geografskim (geodetskim) sjevernim polom već je od njega otklonjen. Taj otklon magnetskog i geografskog sjevera se naziva geomagnetskom deklinacijom i uobičajeno se označava s  $\delta$ .

Devijacija je vrijednost pomaka magnetske igle pod utjecajem željeznih masa na brodići ili utjecaj nekih magnetskih polja na brodići. Smjer kompasa zajedno sa deklinacijom i devijacijom označavamo sa  $N_k$ .

Ako crtom na karti spojimo točku polaska s točkom odredišta plovidbe, ucrtali smo na karti kurs plovidbe, i to  $K_p$  (kurs pravi). Kada plovimo i gledamo kompas, očitavamo  $K_k$  (kurs kompasni).

Poziciju plovidbe u obalnoj plovidbi i navigaciji utvrđujemo viziranjem i mjerenjem azimuta na vidljive objekte na obali i otocima, na svjetionike, vrhove brda, vrhove rtova i sve drugo što mora isto tako biti vidljivo na pomorskoj karti, jer ćemo te azimute nacrtati na karti. Ovi smjerenjem izmjereni azimuti biti će kompasni azimuti  $KK$  jer i se oni dijele na prave, kompasne i magnetske.

Formula za preračunavanje kurseva:

a) Kurs kompasa u kurs pravi:

$$K_p = K_k + (+ \text{ ili } - \text{ devijacija}) + (+ \text{ ili } - \text{ deklinacija}),$$

b) Kurs pravi u kurs kompasa:

$$K_k = K_p - (+ \text{ ili } - \text{ deklinacija}) - (+ \text{ ili } - \text{ devijacija}).$$

\*Ista formula će poslužiti i za pretvaranje azimuta.

Da bi što bolje usvojio način određivanja pozicije na karti, postupak ću pojašniti na primjeru.

Smjerenjem na vidljivi crkveni toranj na otočiću izmjeren je azimut tj. na kompasu se očita kut od  $104^\circ$ . Uzima se trokut i postavi najdulju stranicu na ružu (horizont podjeljen na  $360^\circ$ ) od njenog središta točno na crtu  $104$ -tog stupnja. Zatim se

pomoću drugog trokuta pravac »prenese« do točke na karti gdje je vidljiva oznaka tog tornja. Tada se olovkom ucrtaju liniju azimuta. Taj postupak se ponavlja za još dva smjerenja. Nakon što se sva tri azimuta ucrtaju dobiva se mali trokut unutar kojeg je željena pozicija (Slika 2).

Što je trokut manji, to je smjerenje bilo preciznije. Ako je trokut preveliki, znači da tehnika smjerenja azimuta nije svladana. U geodeziji, taj postupak odgovara presijecanju unutarnjih pravaca (presjek natrag).

## > 2. Astronomska navigacija

Položaj broda se određuje mjerenjem visine nebeskih tijela tzv. visinskom metodom. Princip je visinske metode da se određuje položaj broda u odnosu na projekciju nebeskog tijela na Zemlju. Drugim riječima, u knjigama koje se zovu »Nautički godišnjaci«, možemo saznati pod kojim se kutom u točno određeno vrijeme vide određena nebeska tijela s neke točke na Zemlji. Odredimo li točno kut pod kojim se to nebesko tijelo vidi s broda, pomoću tablica ćemo izračunati točan položaj broda. Jedan od važnih preduvjeta je i točan sat.

## > 3. Elektronska navigacija

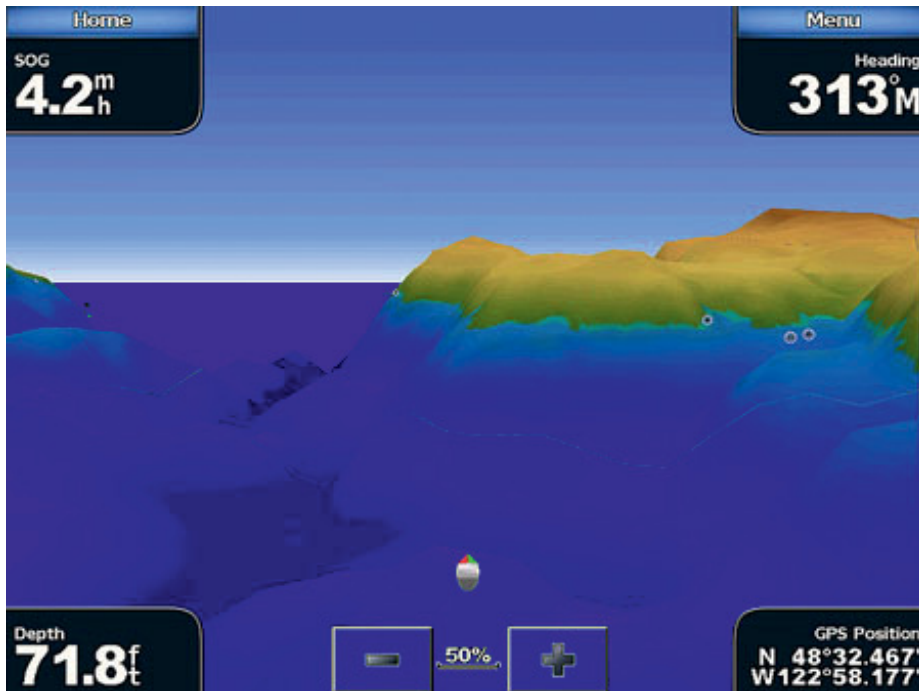
Najčešće metode određivanja položaja su radiogoniometrijska, hiperbolička, radarska i satelitska. Objasniti ćemo osnovni princip rada satelitskog pozicioniranja zbog njegove cjenovne pristupačnosti i dostupnosti svakom vlasniku plovila. GPS prijamnik od satelita prikuplja dvije vrste kodiranih informacija. Jedan tip informacija, podaci iz almanaha, sadrže približne položaje satelita. Ti se podaci kontinuirano prenose i spremaju u memoriju GPS prijavnika. Prijamnik »zna« orbite satelita i gdje bi koji satelit trebao biti. Kako



Slika 3. Ručni GPS prijamnik (URL-5)



Slika 4. Ploter Garmin 420s (URL-5)



Slika 5. 3D pogled ispod površine mora (URL-3)

se sateliti gibaju, podaci iz almanaha se periodički ažuriraju novim informacijama. Kada GPS prijammnik zna položaj satelita u prostoru, još treba saznati koliko su oni daleko kako bi mogao odrediti svoj položaj na Zemlji. Udaljenost od satelita približno je jednaka brzini emitiranog signala pomnoženoj s vremenom koje treba da signal dode do prijammnika. Sada GPS prijammnik treba odrediti vrijeme potrebno signalu da stigne od satelita do antene prijammnika. Odgovor  
l e ž i

ti (ili pomaknuti) svoj kôd da bi odgovarao kodu satelita. To vrijeme kašnjenja (pomaka) množi se s brzinom svjetlosti da bi se



Slika 6. Jedini 32 kanalni Bluetooth GPS prijammnik za računala (URL-6)

u kodiranom signalu koji satelit odašilje. Emitirani kod naziva se »pseudoslučajni kod« jer slični signalu šuma. Satelit generira pseudoslučajni kod, a GPS prijammnik generira isti kôd i nastoji ga prilagoditi kôdu satelita. Prijammnik tada uspoređuje dva kôda da bi odredio koliko treba zakasni-

ti (ili pomaknuti) svoj kôd da bi odgovarao kodu satelita. To vrijeme kašnjenja (pomaka) množi se s brzinom svjetlosti da bi se dobi-la udaljenost. Sat GPS prijammnika ne mjeri vrijeme tako precizno kao satovi satelita.

Zato svako određivanje udaljenosti treba još ispraviti za iznos pogreške sata GPS prijammnika. To je razlog što se određivanjem udaljenosti zapravo dobije »pseudoudaljenost«. Da bi se odredio položaj na temelju pseudoudaljenosti, treba pratiti najmanje četiri satelita i uz pomoć računanja ukloniti pogrešku sata GPS prijammnika. Sada kada imamo oboje, položaje satelita i udaljenosti, prijammnik može odrediti svoj položaj.

Korisnici koji na svojem plovilu žele imati GPS uređaj, uobičajeno se odlučuju na kupovinu ručnog GPS uređaja (Slika 3) ili GPS plotera (Slika 4). Njihove mogućnosti obuhvaćaju prikaz pomorskih karata, pozicioniranje, određivanje trenutne

brzine, 3D pogled kakav vidi skiper, 3D pogled ispod površine mora (Slika 5) itd. No, s većim mogućnostima raste i njihova cijena koja se za ručni GPS kreće od oko 2.000kn, a za GPS ploter od oko 4.500kn pa na dalje, što ih čini teže dostupnima. Optimalno rješenje pronalazimo u Bluetooth GPS prijammniku. Iz samog naziva već nam na pamet padaju svakojake ideje o povezivanju s mobitelom, Pocket PC-om, netbookom ili pak prijenosnim računalom. Što se tiče nekih njihovih glavnih karakteristika, bitno je napomenuti da većina prijammnik u sebi imaju ugrađene SiRFStarIII kontrolere, a neki kao Haicom GPS (HI-408BT) (Slika 6) imaju čak 32 radna kanala uz osjetljivost od 159 dBm. Ono što je privlačno je njihova cijena koja iznosi 500-injak kuna. Potreban je još samo softver koji ćemo instalirati na uređaj i navigacija može započeti. Ja sam se odlučio na opciju prijenosnik + Bluetooth GPS prijammnik. Kako na internetu postoje cijele palete softvera s pomorskim kartama, sam odabir ne bi trebao biti problem. Htio bi naglasiti da se proizvod domaće tvrtke CVS, NavAdria sastoji od vrlo preciznih pomorskih karata koje koriste Pomorska policija i Jadrolinija.

#### > 4. Zaključak

Uzmemo li u obzir da su kineski brodovi već u IV st. dolazili u indijske i istočnoafričke luke uz pomoć kompasa, a oko X st. magnetska igla postala je poznata i Normanima, uočavam da su odavnina za precizniju navigaciju bili neophodni brodski navigacijski uređaji. Danas, stoljećima poslije, većina plovila je opremljena sofisticiranom satelitskom navigacijskom opremom koja je znatno točnija i »pouzdanija«. Ipak, ovo »pouzdanija« trebalo bi uzeti s određenom dozom skeptičnosti i predostrožnosti, jer nikad nećemo sa sigurnošću moći tvrditi da će nam GPS i GLONASS sustav uvijek biti dostupni. Stoga zaključujem da niti jedna plovidba ne bi trebala započeti bez pomorske karte i kompasa te osnovnog pribora potrebnog za terestričku ili astronomsku navigaciju.

#### > Literatura

- » URL-1: [http://www.morsko-prase.hr/skola\\_jedrenja\\_3.htm](http://www.morsko-prase.hr/skola_jedrenja_3.htm) (16.01.2010.).
- » URL-2: <http://www.kartografija.hr/> (16.01.2010.).
- » URL-3: [http://www.haicom.com.tw/hi\\_408bt.aspx](http://www.haicom.com.tw/hi_408bt.aspx) (16.01.2010.).
- » URL-4: <http://www.blogger.ba/photos/194202.jpg> (14.01.2010.).
- » URL-5: <http://www.navigo-sistem.hr/proizvod/104/5> (14.01.2010.).
- » URL-6: <http://nautic-shop.cvs.hr> (14.01.2010.).