

# KAKO PRAVILNO TUMAČITI RADARSKU SLIKU I KORISTITI SE NJOME PRI IZBJEGAVANJU SUDARA - Najvažniji je zadatak tečaja za radarsko motrenje -

UDK 621.396.963.3

Stručni rad

## Sažetak

Autor kratko iznosi značenje previlne interpretacije radarske slike.

Studenti i kandidati na tečajevima za radarsko motrenje instruiraju se na suvremenim simulatorima, stječući tako potrebna znanja za pravilno korištenje suvremenim protusudarnim radarima.

Ali, kako pravilno interpretirati sliku i na starim običnim radarima s relativnim kretanjem, te kako ručnim plotiranjem doći do svih relevantnih podataka (koje inače pruža samo ARPA-uređaj). Na to pitanje autor je dao odgovor u ovom članku.

## UVOD

Mnogi brodski sudari rezultat su nepravilnog tumačenja radarske slike ili nepravilnog korištenja njome. Posljedice su obično izgubljeni ljudski životi, velika materijalna šteta, a moguća su i znatna onečišćenja morskog okoliša.

Zato Međunarodna konvencija o standardima za obrazovanje, ovlaštenja i obavljanje straže pomoraca (STCW-konvencija), prihvaćena 1978. u Londonu, težeći unapređenju sigurnosti plovidbe, propisuje minimum znanja potrebnoga za pravilnu uporabu radara, a Rezolucija 18 preporučuje da vježbama na radarskom simulatoru budu obuhvaćeni svi časnici i zapovjednici brodova. Prije tečaja za automatsko radarsko plotiranje (ARPA-tečaj) svaki kandidat bi morao proći tečaj za radarsko motrenje i plotiranje. Svrha tih preporuka je da svi oni upoznaju sve mogućnosti i ograničenja radarskih uređaja, te da uvježbaju ručno i automatsko plotir-

anje. Samo praktično iskustvo bez valjane pouke o korištenju suvremenim radarskim uređajima može također rezultirati nepravilnom interpretacijom podataka, što bi ugrozilo sigurnost plovidbe i ljudske živote.

## 1. Tumačenje radarske slike na običnom radaru s relativnim gibanjem

Tijekom vježbe na radarskom, navigacijskom simulatoru kandidat (student) "plovi" na brodu koji je matematički model odabranog broda manevarskih osobina koje odgovaraju upravo takvu brodu u naravi. Na radarskom ekranu mijenjaju se obalne konture odabranog područja plovidbe (Gibraltar, Engleski kanal, Riječki zaljev itd.) prema kursu i brzini broda kao i pri stvarnoj plovidbi. Tako, ako na primjer radi izbjegavanja sudara okrene kormilo, zaustavi stroj ili zaveze krmom, brod kojim vježbenik manevrira ponašat će se upravo onako kako bi se odabrani tip broda ponašao u stvarnim prilikama na moru. Smjer i brzina vjetera i struje mogu se po želji mijenjati, a neki simulatori na sferičnom filmskom platnu pred prozorima zapovjedničkog mosta i vizualno dočaravaju situacija ispred pramca, te ako se tome doda i mogućnost okretanja navigacijske kabine (čime se dočarava valjanje i posrtanje broda), kandidat se zaista lako uživljava u plovidbenu situaciju.

Radarska slika na simulatoru može biti različito prikazana. Ona će predočavati stvarno ili relativno gibanje, s orijentacijom HEAD UP, NORTH UP ili COURSE UP, a vektori mogu pokazivati stvarni kurs i brzinu brodova na ekranu, ili relativni smjer i brzinu drugih brodova u odnosu prema vlastitomu.

Koristeći se naizmjenice pravim i relativnim vektorima, te mijenjajući prezentaciju (stvarno - relativno kretanje) i orijentaciju slike, vježbenik brzo razvija sposobnost da pravilno tumači radarsku sliku i koristi

\* Mladen Ruso, dipl. inž. p. p.  
Trg Mihovila Pavlinovića 4  
Split

njome. Ako nakon tečaja za radarsko motrenje i automatsko plotiranje on ima prilike da i u praksi, na brodu, radi s istim ili sličnim radarskim uređajem, tad će, vježbajući u okolnostima i prilikama koje to dopuštaju, ubrzo steći potrebnu rutinu i sigurnost. Tako izvyježbani časnik, nakon pravilnog tumačenja slike, primjenjujući međunarodna pravila o izbjegavanju sudara, znat će poduzeti i potreban manevar radi izbjegavanja sudara, odnosno položaja opasne blizine.

No, kad se mladi časnik nakon završenih tečajeva ukrca na brod opremljen samo običnim radarom s relativnim pokazivanjem, tad nastaje problem, jer će se bez pomoći vektora teško snaći u tumačenju radarske slike.

Budući da se kandidati na tečaju za radarsko motrenje o tome ne poučavaju (što je samo donekle i razumljivo), pokušat će se ovdje u kratko iznijeti nekoliko naputaka za pravilno tumačenje radarske slike na običnom radaru, na koji nije priključen kompas.

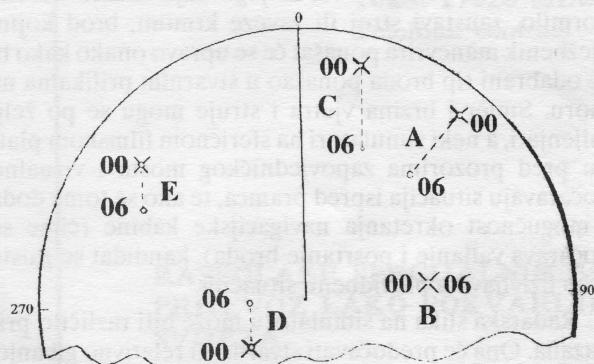
Opasnost od sudara postoji kad se kursovi dvaju brodova sijeku, a pramčani se kut na motreni brod ne mijenja ili se neznatno mijenja ili kada se protukursovi približno podudaraju.

Crtež koji slijedi (sl.1) zorno predočuje tipične situacije, koje se dobivaju plotiranjem na radarskom dijagramu.

Pramčani kut na brod A ostaje isti, a udaljenost se smanjuje, što znači da je sudar neizbježan ako oba broda zadrže kurs i brzinu.

Smanjujući brzinu, odnosno zaustavljajući stroj (jer bi skretanje udesno moglo dovesti u položaj opasne blizine prema brodovima B i C), omogućujemo brodu A prolazak po pramcu našeg broda. Da se osim udaljenosti i pramčani kut broda A smanjivao, to bi značilo da će taj promatrani brod proći po pramcu, dok bi porast pramčanog kuta značio da će brod proći po krmi.

Pramčani kut i udaljenost s obzirom na brod B ostaju isti, što znači da taj brod plovi kursom i brzinom našeg broda.



Slika 1. Radarska slika s relativnim gibanjem - HEAD UP

A - brod koji križa naš kurs; B - brod s istom brzinom u istom kursu; C - brod u protukursu; D - brod koji prestize; E - zaustavljeni brod

Udaljenost od brodova C,D i E se smanjuje, ali različito. Znajući vlastitu brzinu (u ovom primjeru uzimimo da je 12 čv, tj. da je prevaljeni put u intervalu praćenja 1,2 M), brzo ćemo uočiti da je brod D približno dvostruko brži od našeg broda, da je brod E zaustavljen (jer njegov pomak u protukursu odgovara prevaljenom putu našeg broda u intervalu motrenja), te da se objekt C giba našim protukursom, brzinom od približno 12 čv (jer se u 6 min jeka C pomaknula 2,4 M, od čega je polovica pomaka posljedica našeg gibanja, tj. pomak je dvostruko veći od onoga što pripada jeki zaustavljenog broda E).

Što se mijenja na radarskom ekranu s relativnim gibanjem kad vlastiti brod mijenja kurs ili brzinu, potrebno je napomenuti. Promijeni li se kurs udesno, jek se u gornjem dijelu ekrana, pri HEAD UP-orientaciji, prividno pomiču ulijevo, i obratno, a s promjenom kursa ulijevo te se jek se prividno pomiču udesno.

Na katodnim cijevima s većom perzistencijom jek se na ekranu ostavljaju svijetli trag, koji na slici s relativnim gibanjem označuju smjer relativnog gibanja motrenog broda, pa je razumljivo da promjena vlastitog kursa udesno "razvlači" repić ulijevo, i obratno. Pri smanjenju brzine repići se deformiraju tako da se svi zakreću prema gornjem dijelu ekrana (pri HEAD UP-orientaciji), dok porast brzine rezultira povlačenjem jeka, odnosno svijetlećih tragova prema dnu radarskog ekrana.

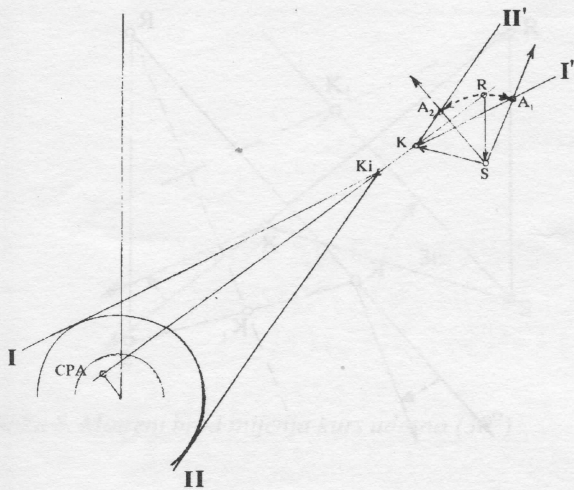
Kako propust u pravilnom tumačenju slike, pri promjeni vlastitog kursa, može izazvati sudar, najbolje pokazuje primjer koji ukratko iznosim. Prema Casualty Report No.1, International Chamber of Shipping, Sept. 1973, brod X (27 500 bt) ploveći u kursu "sjever", pri gustoj magli, uz obalu Portugala, sudario se s brodom Y (7 000 bt) koji mu je dolazio u susret ploveći u kursu od 175°. Istraga je pokazala da je nepravilno tumačenje radarske slike na brodu X bilo presudno. Naime, povećanje pramčanog kuta na brod Y od 4,5° lijevo na 27° lijevo protumačeno je kao skretanje broda Y udesno, a to je zapravo bila posljedica promjene vlastitog kursa za 10° udesno i pomicanja obaju brodova. (Brod X, zbog mimoilaženja s drugim brodom s njegove desne strane, nije mogao većom promjenom kursa udesno izbjegnuti opasnu blizinu s brodom Y.)

Takvi nesporazumi na suvremenim radarima gdje vektori pouzdano prikazuju gibanje svakog broda nisu mogući, ali ipak još dugo će ploviti i brodovi s običnim radarima.

## 2. Ručnim plotiranjem rješivi su svi zadaci u izbjegavanju sudara

Osobito mladi časnici koji se, nakon plovidbe na brodovima opremljenima suvremenim protusudarnim radarima, ukrcaju na neki stariji brod opremljen samo običnim radarom, osjetit će hendikep, jer im sam uređaj ne pruža sve informacije korisne da se izbjegne sudar.

Ipak, do svih relevantnih podataka, uključujući i one o promjeni kursa ili brzine vlastitog ili motrenog broda, može se brzo doći i ručnim plotiranjem. ARPA-uređaji istodobno prate dvadesetak ili više brodova, ali svaki časnik na brodu bez takva uređaja uvijek će znati oda-



Slika 2. Ručno plotiranje - COURSE UP

brati one brodove koji mogu doći u položaj opasne blizine, te ih po potrebi ručnim plotiranjem obraditi.

Slika 2. prikazuje kako će se ručnim plotiranjem dobiti podaci o: najbližem prolasku (CPA), vremenu najbližeg prolaska (TCPA), stvarnom kursu i relativnom smjeru gibanja motrenog broda, o stvarnoj i relativnoj brzini motrenog broda, kursu izbjegavanja ili brzini izbjegavanja.

Pritom je točkom R označen položaj motrenog broda pri prvom motrenju. Već nakon nekoliko minuta praćenja uočljivo je da se udaljenost smanjuje, a pramčani kut tek neznatno mijenja, što nas upozorava na potrebu daljnjeg praćenja. S obzirom na to da je vidljivost smanjena, pristupa se plotiranju, pa se nakon šest minuta odredi novi položaj motrenog broda i označi točkom K. (Šest minuta je desetina sata, pa se radi lakšeg računanja obično koristi tim vremenskim intervalom.

Spajajući točku R i K dobili smo smjer relativnoga gibanja (RK- relativno gibanje) motrenog broda, koji će se produžiti tako da se prijede središte dijagrama. Okomica podignuta iz središta dijagrama na taj pravac daje točku najbližeg prolaska (CPA), a duljina okomice je udaljenost najbližeg prolaska. Vrijeme najbližeg prolaska (TCPA), ako oba broda zadrže kurs i brzinu, možemo jednostavno naći izmjerimo li koliko puta veličina RK stoji u dužini R-CPA. (U našem primjeru to je približno 34 min nakon prvog motrenja.)

Da bi se odredio stvarni kurs motrenog broda, jer zbog manje vidljivosti vizualno to nije moguće, moramo uz već poznatu rezultantu RK ucrtati i komponentu vlastitog gibanja u suprotnom smjeru, pa ćemo tako s poznate dvije stranice u trokutu vektora odmah naći treću stranicu, odnosno drugu komponentu, koja znači stvarni kurs i pređeni put motrenog broda.

Da je motreni brod bio zaustavljen (usidren), njegova jeka bi se gibala našim protukursom iz točke R, i u vremenskom intervalu motrenja (šest minuta) prevalila bi, u slučaju prikazanom na slici 2, put od 1,5M (jer je brzina vlastitog broda 15 čv) te bi se našla u točki S.

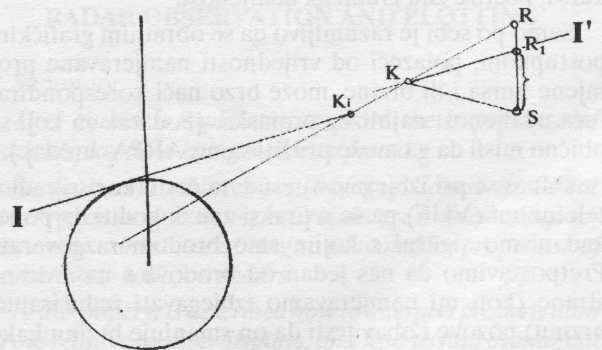
Pomakom točke R u S dobivamo situaciju kao da naš brod miruje u intervalu motrenja. (U tom slučaju bi, točnije rečeno, vektor SK imao ishodište u točki R. Zato se trokut vektora može prikazati i tako da iz točke K u smjeru vlastitog kursa nanesimo vrijednost svog pomaka u intervalu motrenja, ali na slici prikazani način, tj. pomak iz R prema S, uobičajen je u praksi plotiranja.)

Da bi se otčitala vrijednost kursa drugog broda, potrebno je, naravno, vektor SK paralelno pomaknuti do središta i produžiti do oboda radarskog dijagrama. Brzinu drugog broda dobivamo jednostavno množeći dužinu SK s 10 (jer je interval motrenja bio 6 min), ili jednostavno komparacijom s poznatom veličinom vektora vlastitog puta (vektor predočen dužinom RS).

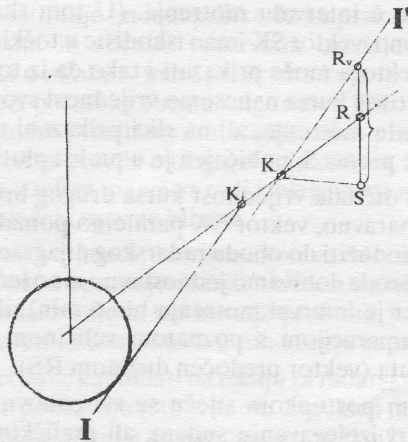
Opisanim postupkom stječu se svi osnovni podaci potrebni pri izbjegavanju sudara, ali grafičkim putem lako se mogu dobiti i drugi podaci koje inače daje ARPA-uređaj. To su kurs ili brzina izbjegavanja za odabrani najbliži prolazak, ali i podaci koji pokazuju koliko i kako vlastita promjena kursa i brzine, ili promjena kursa ili brzine motrenog broda, utječe na najbliži prolazak, odnosno međusobni položaj.

Udaljenost najbližeg prolaska (granična udaljenost) odabire se prema plovidbenim prilikama, uobičajenoj praksi ili prema preporukama brodarka. U primjeru na slici 2. odabiremo 2 milje za graničnu udaljenost. Uzmimo da ćemo 3 minute nakon drugog opažanja biti pripravi izvršiti potrebni manevar, pa tu točku označimo kao Ki (točka izvršenja manevara). S te točke možemo povući dvije tangente na kružnicu od 2M, te ovisno o tome želimo li proći po krmi ili po pramcu motrenog broda (to po pramcu samo primjera radi), odabiremo jedan od dva moguća nova pravca relativnog gibanja i paralelno ga prenosimo u trokut vektora, tako da prolazi točkom K. Zadržimo li brzinu, tad u šestar uzimamo vektor vlastitog puta, te desno ili lijevo od točke R ucrtavamo odgovarajući luk (vidi sl.2). Spajajući točku S i sjecišta lukova s novim pravcima relativnog gibanja (točkom A1 ili A2) dobivaju se kursovi izbjegavanja, odnosno u vrhu S kutne vrijednosti potrebne promjene kursa udesno ili ulijevo.

Ako samo reduciranjem brzine (zbog blizine nekoga drugog broda, kopna ili druge zapreke) želimo postići odgovarajuću graničnu udaljenost prolaska, tad dužina SR1 (na sl.3) pokazuje kolika bi morala biti ta nova

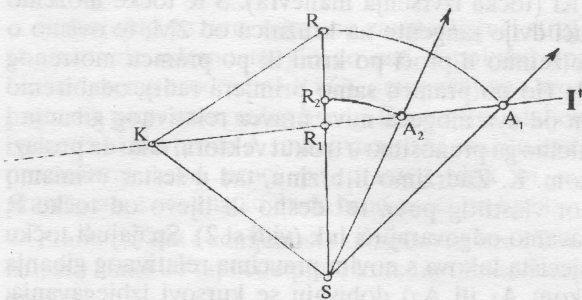


Slika 3. Vlastiti brod smanjuje brzinu



Slika 4. Vlastiti brod povećava brzinu

brzina (br). Slika 4. pokazuje kolika bi, teorijski uzevši, morala biti nova, povećana brzina (bv) da bismo samo povećanjem brzine ostvarili željenu graničnu udaljenost prolazeći po pramcu motrenog broda (vektor prikazan dužinom SRv).

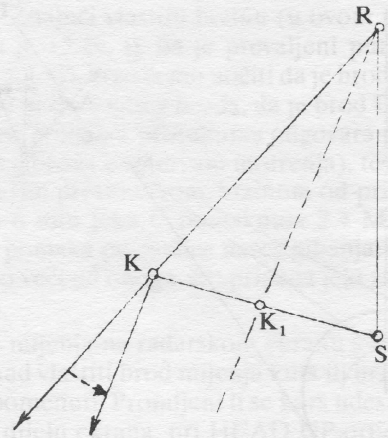


Slika 5. Vlastiti brod skreće udesno i/ili smanjuje brzinu

Slika 5. predočuje kako se istodobnom promjenom kursa i brzine, pri smanjenoj brzini uz manju promjenu kursa, postiže ista granična udaljenost.

Samo po sebi je razumljivo da se obratnim grafičkim postupkom, polazeći od vrijednosti namjeravane promjene kursa i/ili brzine, može brzo naći korespondirajuća udaljenost najbližeg prolaska. (Podatak za koji se obično misli da ga može pružiti samo ARPA- uređaj.)

Danas se pri izbjegavanju sudara često koristi radio-telefonom (VHF) pa se u praksi zna dogoditi da ponekad nismo sigurni s kojim smo brodom razgovarali. Pretpostavimo da nas jedan od brodova s naše desne strane (koji mi namjeravamo izbjegavati reducirajući brzinu) pozove i obavijesti da on smanjuje brzinu kako bi propustio brod s kojim se mi slobodno mimoilazimo zeleno - zeleno. U tom slučaju potrebno je provjeriti jesmo li dobro identificirati sugovornika. To činimo tako

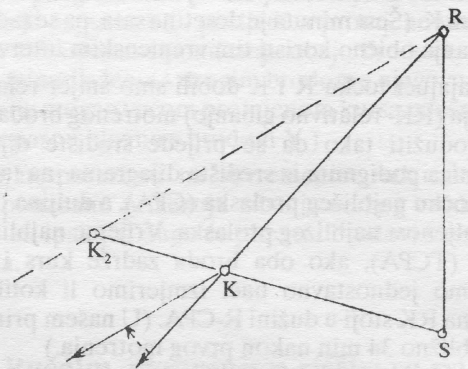


Slika 6. Motreni brod smanjuje brzinu

što pratimo mijenja li se smjer relativnog gibanja tog broda.

Kako promjena brzine motrenog broda utječe na smjer relativnog gibanja, odnosno na udaljenost najbližeg prolaska, prikazuje se na slici 6.

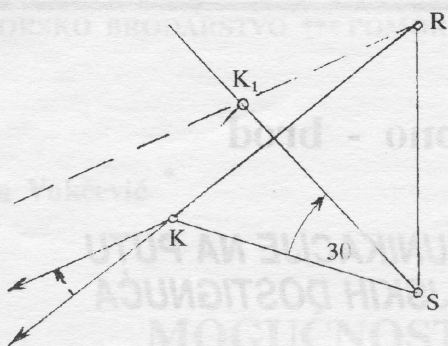
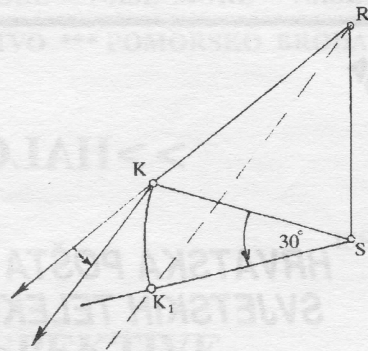
Ako bi motreni brod smanjio brzinu (na slici približno na 1/2), tad bi novi vektor njegove brzine bio predočen dužinom SK<sub>1</sub>, što bi značilo da će, ako je prijašnji smjer relativnog gibanja vodio do središta ekrana, tom promjenom motreni brod proći po krmu našeg broda. Ako bi isti motreni brod, primjera radi, povećao brzinu, tad bi produženi vektor SK<sub>2</sub> rezultirao novim smjerom relativnog gibanja, koji bi u istom slučaju vodio po pramcu našega broda. (Vidi sl.7)



Slika 7. Motreni brod povećava brzinu

Ako nas motreni brod obavijesti o svojoj namjeri da skrene udesno, npr. 30°, tad se jednostavnim grafičkim postupkom dobiva novi smjer relativnog gibanja, odnosno nova udaljenost najbližeg prolaska.

Slika 8. pokazuje taj jednostavni postupak.

Slika 8. Motreni brod mijenja kurs udesno ( $30^\circ$ )Slika 9. Motreni brod mijenja kurs ulijevo ( $30^\circ$ )

Konačno, bez obzira na mogući kontakt VHF-om, praćenjem se daje otkriti svaka promjena kursa ili brzine drugog broda.

Slijedeća slika (sl.9) upućuje na to kako se promjena kursa motrenog broda ulijevo manifestira na smjer relativnog gibanja tog broda.

Na slici se uočava da u prikazanom promjeru smanjena brzina na 2/3 one prijašnje, ima približno jednak učinak kao i skretanje  $30^\circ$  ulijevo.

Kad bi nas motreni brod izvjestio o tome da će promjenom kursa ili brzine proći našem brodu, recimo, 2 milje po krmi, tad bismo obratnim postupkom mogli brzo saznati koliko će taj brod promijeniti kurs ulijevo ili smanjiti brzinu.

Sve te grafičke postupke uvježbani časnik brzo i rutinski rješava. Iznijeti primjeri nedvojbeno pokazuju kako se grafički jednostavno dobivaju svi podaci što ih inače pruža ARPA-uređaj.

## ZAKLJUČAK

Tečajevi koji se u nas organiziraju za radarsko motrenje i rukovanje ARPA-uređajima previše vremena posvećuju općim teorijskim pitanjima, a praktički sve vrijeme određeno za vježbe troši se na uvježbavanje rada s ARPA-uređajem.

S obzirom na to da ćemo se još dugo susretati s običnim radarima, ovim člankom sam pokušao, barem donekle dopuniti prazninu u programu spomenutih tečajeva. Mislim da je pouka o pravilnoj interpretaciji radarske slike najvažniji zadatak na tečaju za radarsko motrenje.

U drugom dijelu članka pokušao sam kratko iznijeti sve mogućnosti ručnog plotiranja, pa time prije svega ohrabriti mlađe časnike koji se već rutinski koriste ARPA-uređajima, da se jednostavnim grafičkim postupcima i na starim radarima mogu dobiti svi potrebni podaci kao i na suvremenim protusudarnim radarskim uređajima.

Pri provjeri znanja iz ručnog plotiranja, u jednom našem pomorskom središtu, od kandidata se očekuje da primjenom "trokuta brzina", kao u rješavanju zadataka iz taktičke navigacije, nađe relevantne parametre, što kandidate zbunjuje. Zbog toga držim da način rada i program tečaja valja unificirati, ali tako da se ne propusti kandidate podučiti kako tumačiti radarsku sliku i na običnim radarima, te kako se i ručnim plotiranjem dolazi do svih podataka relevantnih za izbjegavanje sudara na moru.

## LITERATURA

1. Brown, H. Charles, Nicholl's Concise Guide to the Navigation Examinations, Volume II, Brown, Son and Ferguson, Ltd, Glasgow 1974.
2. Komadina, Pavao, Automatsko radarsko plotiranje-doprinos sigurnosti plovidbe, Pom. zbornik 23/1985, Rijeka 1985.
3. Komadina, Pavle, Vranić, Duško, Sustavi za automatsko radarsko plotiranje, Fakultet za pomorstvo i saobraćaj Rijeka, Rijeka 1989.
4. Simović, I. Anton, Navigacija 1, Školska knjiga, Zagreb 1974.
5. Sušan, Josip, Priručnik za tečaj radarskog osmatranja, Fakultet za pomorstvo i saobraćaj Rijeka, Rijeka 1989.

## HOW TO INTERPRET AND USE PROPERLY THE INFORMATION FROM RADAR DISPLAY IN COLLISION AVOIDANCE - THE MOST IMPORTANT TASK OF THE TRAINING PROGRAMME IN RADAR OBSERVATION AND PLOTTING

### Summary

The author is explaining in short, the importance of radar display data being well interpreted.

Students and trainees on Training Course in Radar Observation and Plotting in Croatia are trained on up-to-date radar - simulators, being so educated for proper use of modern anti-collision radars.

In this paper it is described how to interpret properly data on old relative motion displays, and how to find by manual plotting techniques all relevant data (otherwise provided only by ARPA).