

Potreba i praktičnost radarskog plotovanja u magli

Kap. korvete Pavle Matušić, Split

Nagli tehnički razvoj radara i njegova sve veća zastupljenost na trgovačkim brodovima doprinijeli su da se o ovom instrumentu relativno mnogo piše u stranoj i domaćoj pomorskoj literaturi. Od svega što je pisano o radaru najviše se diskutira i u praksi traži način njegove primjene za izbjegavanje sudara na moru u magli.

Iako još nije postignut idealan rezultat kojemu se teži, a to je da radar elektronskim putem na samom ekranu ili nekim drugim načinom dade podatke o kursu i brzini susretnutog broda, svakako rezultati koji su već postignuti, u potpunosti opravdavaju troškove njegova smještaja na brodovima. Što više, već se predviđa mogućnost da ga se učini obligatnim za određivanje kategorije trgovačkih brodova, kako je to već učinjeno za radio-goniometar (čl. 12 gl. V. Međunarodne konvencije za očuvanje života na moru od 1948. godine).

Kao što se je obično dešavalo i ranije sa novim, još nedovoljno provjerenim i iskušanim instrumentima ili navigacijskim metodama, ima pomoraca, koji misle, da radar jednostavno mogu uklopiti u tradicionalne metode vođenja navigacije. Oni gledaju u njemu samo jedno novo »elektronsko oko«, koje kod slabe ili nikakve vidljivosti zamjenjuje koliko može prirodno oko. Kao takvom mu bez dubljeg studiranja određuju njegovo mjesto u okviru postojećih »Međunarodnih pravila za izbjegavanje sudara na moru«.

Drugi ukazuju na pogibelj takve koncepcije i insistiraju na mnogo korisnijoj i logičnijoj upotrebi ovog instrumenta. Oni se izjašnjavaju za potrebu minimuma plotovanja na dijagramu ili karti, da bi se dobili podaci o susretnutom brodu i izveo manevar izbjegavanja. Oprečna mišljenja po ovom pitanju došla su već do izražaja na mnogim pomorskim skupovima i konferencijama.

Ni »Pravila za izbjegavanje sudara« ne smatraju radarsko osmatranje u svemu jednako vizuelnom, pa je prema tome opozicija prema bilo kojem obliku plotovanja u stvari konzervativizam koji se neće nikako da privikne na nove metode u navigaciji radarom.

»Institute of Navigation« u Londonu s velikom pažnjom prati i studira sve probleme moderne navigacije na moru i u zraku, te je 1952. godine formirao unutar svog instituta mali komitet za studij (working party) pod predsjedništvom poznatog svjetskog stručnjaka za probleme radarske i radio-navigacije kapetana F. J. Wylie-a, potpredsjednika ovog instituta.

Institut ga je zadužio:

1. Da ispita korisnost upotrebe relativnog metoda na dijagramima za plotovanje.
2. Da ispita kvalitete raznih tipova plotovanja.
3. Da ispita greške, koje svaki od njih donosi.
4. Da sredi preporuke oko upotrebe radara za izbjegavanje sudara na moru.

U ovom članku su dane ukratko glavne crte izvještaja, koji je kapetan Wylie objavio u službenom organu Instituta.

1. Svrha plotovanja.

Ako se uzme u obzir da su gledišta o plotovanju različita i da mnogi sumnjaju u njihovu vrijednost prije nego ih se dovoljno iskuša u praksi, treba najprije razmotriti faktore koji čine plotovanje poželjnim u samom početku izbjegavanja sudara na moru.

U slučaju kad se dva broda približavaju u prilikama normalne vidljivosti, kapetani brodova će odmah cijeliti po redovnim metodama osmatranja:

1. Inklinaciju (ugao između kursa susretnutog broda i recipročnog smjera na njega).
 2. smjer preko kompasa ili smjerne ploče,
 3. udaljenost, ocjenjujući je približno »od oka«.
- »Od oka« također cijene promjenu ovih elemenata i po tome se ravnaju.

Ako se brodovi na moru susreću za slabe vidljivosti, u magli, kapetani brodova će se služiti radarom i lako će sa ekrana uzeti smjer i udaljenost, ali ne i ugao inklinacije, jer radar ne otkriva kurs susretnutog broda. Oni će čak bolje nego pod normalnim prilikama moći slijediti mijenjanje dvaju poznatih elemenata (smjera i udaljenosti), ali sve to još nije dovoljno, jer je nepoznati element inklinacionog ugla susretnutog broda od prvostepene važnosti za pravilno izbjegavanje sudara.

Njega radarski ekran ne daje, treba ga tek naći.

Pri dobroj vidljivosti pomorci se najviše oslanjaju na element promjene smjera, a daju manju važnost mijenjanju udaljenosti. Ako se susretnuti brod drži na stalnom smjeru i pod velikom inklinacijom (70 stepni i više) pomorac izvlači zaključak da pogibelj sudara postoji, ali ima još vremena dok se stigne na opasnu udaljenost u slučaju da brzine obaju brodova ostanu više manje nepromijenjene. Naprotiv, ako je ugao inklinacije 20 stepeni i manje, a druge okolnosti kao gore, približavanje na pogibeljnu udaljenost uslijedit će mnogo brže.

Ako se smjer mijenja zaključci dvaju kapetana brodova neće biti tako određeni dok ne dođu do punog opažanja vrijednosti promjene bilo smjera bilo udaljenosti. Tako na primjer, vrlo blaga promjena smjera ne znači još da će se brodovi mimoći na malim udaljenostima, kao što ni vrlo brza promjena smjera ne mora još značiti, da će se brodovi slobodno mimoći.

Dok bi matematičar za čas na papiru izračunao, kako će se mimoći brodovi, iskusan pomorac zna na moru okom cijeliti situaciju i važnost mijenjanja navedenih elemenata. Pomorcima pri dobroj vidljivosti računanja ne treba, njemu nije potrebno znati veličinu najkraćeg otstojanja, na koje će brodovi doći ni točan čas kad će se to

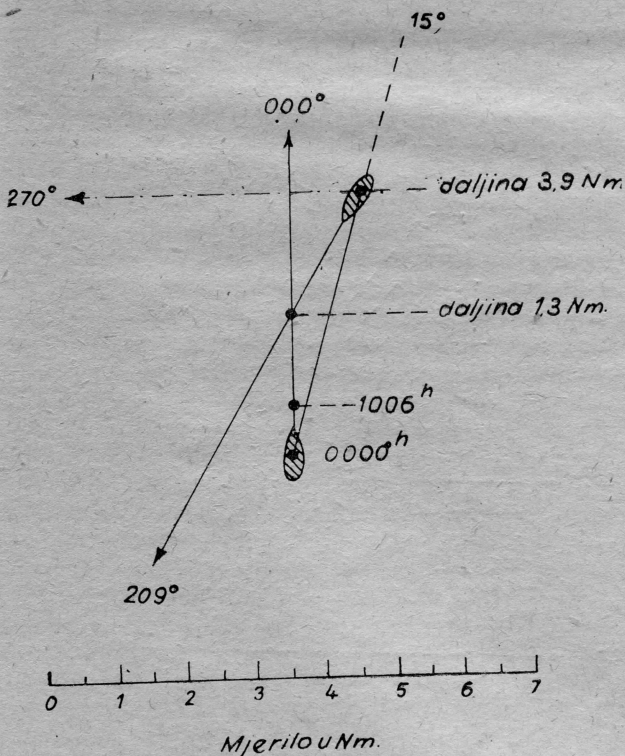
dogoditi. Njemu je dovoljan podatak utvrđena sigurnost da nema pogibelji, te čitava situacija u dobroj vidljivosti za njea postaje samo stvar »oka i kompasa«.

Ali nije tako pri slaboj vidljivosti, u magli uz upotrebu radara. Tada su prvi elementi od kojih sve počinje: udaljenosti, smjerovi i vremena. I u ovom slučaju kapetan broda može da se reguliše po veličini promjene smjera i udaljenosti. Ali da bi sad u magli odredio pogibelj sudara, kad su mu nepoznati kurs broda, koji susreće, a time i njegova inklinacija, on mora da što prije odredi vrijeme i vrijednost najmanje udaljenosti na koju će izbiti brodovi. Također on sad treba imati u vidu, da najkraća udaljenost koja još vrijedi za mimoilaženje po vedrom vremenu nije dobra za maglu.

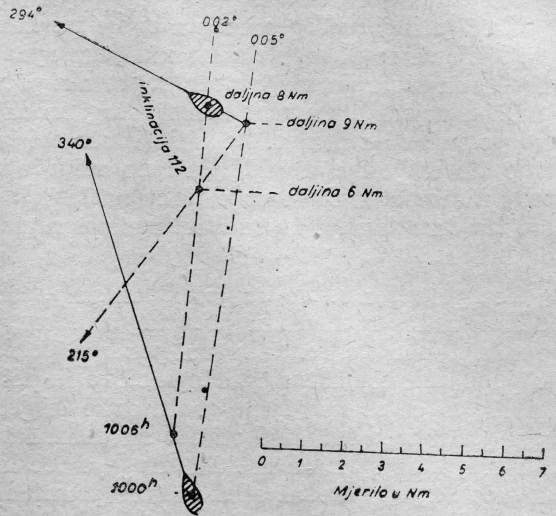
U magli će kapetan samo na osnovu elementa koje mu daje radarski ekran, na prvi pogled (smjer i udaljenost na susretnuti brod) i njihova mijenjanja vrlo teško moći stvoriti sebi u glavi pravu sliku situacije, a da ne pristupi računanju kursa i inklinacionog ugla susretnutog broda.

Po kapetanu Wylie-u ti podaci se mogu dobiti na vrlo jednostavan i brz način služeći se plotovanjem. Opravdanost i praktičnost plotovanja on zorno pokazuje na tri praktična primjera:

Primjer 1 (slika 1) — Vlastiti brod plovi u kursu 340° brzinom od 15 čvorova. U 10.00 registruje odraz na ekranu u smjeru 005° na udaljenosti 9 Nm; u 10.06 isti odraz pomjerio se na 002° , udaljenost 8 Nm. Ako dva broda ne mijenjaju kurs, naći će se na najbližoj udaljenosti (3,4 Nm) u 10.47 h. Izlazi da je kurs susretnutog broda 294° , a brzina 11 čvorova.



Slika 1



Slika 2

Inklinacioni ugao broda koji je osmotren na radaru u 10.06 h bio je livo 112° . Ako bi se, zadržavajući ostale podatke, u 10.06 h udaljenost međutim smanjila na 6 Nm, brodovi bi se našli na najmanjoj udaljenosti (0,95 Nm) u 10.18 h, susretnuti brod bi u tom slučaju imao kurs 215° , brzinu 18,75 čvorova, inklinaciju u 10.06 h 33° livo.

Prvi slučaj (kurs susretnutog broda 294°) ne predstavlja pogibelj i sa svom vjerojatnošću će se oba broda mimoići, a da ne čuju recipročne signale za maglu.

Drugi slučaj (kurs 215°) može se, bez plotovanja, razmatrati na isti način radi činjenice, da se u oba slučaja smjer mijenja u istom periodu za istu vrijednost (3° u 6 min.), a promjena udaljenosti koja ih razlikuje može se cijeniti površno. Međutim, ako se upotrebi plotovanje, odmah poslije opažanja u 10.06 h može se dobiti istinita ocjena situacije. Ona je u drugom slučaju prilično pogibeljna, jer ploveći radarom, ne ostaje nego vremenski razmak od 12 min. između opažanja u 10.06 h i dolaska na najmanju udaljenost.

Primjer 2 (slika 2) — Vlastiti brod plove kursom 000° duž obale brzinom 6 čvorova. Na svom radaru je osmotrio odraz u smjeru 15° na udaljenosti 3,9 Nm. Šest minuta poslije odraz se pomakao na 000° i udaljenost 1,3 Nm. Iako se je smjer mijenjao vrlo brzo ipak će na radaru osmotreni brod (izlazi da ima kurs 209° i brzinu 18 čv.) proći slobodno livo na udaljenosti od samih pola milje, koju se u magli već mora smatrati pogibeljnom.

Ako bi susretnuti brod plovio u kursu 270° i sa brzinom 10 čv, vrijednost promjene smjera bila bi ista, ali bi najmanja udaljenost mimoilaženja bila 3,3 Nm. U ovom primjeru A. pretpostavlja da vlastiti brod plove duž obale i da na radaru opažen brod izlazi iz neke luke na toj obali, te se tako i objašnjava njegovo kasno otkrivanje na radarskom ekranu. Na svaki način, očividno je da bi u ovom slučaju plotovanje radarskih opažanja, koje bi se izvršilo u 0,3 i 6 minuta dalo egzaktnu i pravovremenu ocjenu situacije.

Treći primjer zbog prostora ovdje ne donosimo. U njemu se pokazuje kako radarska opažanja na ekranu stvaraju mogućnosti suprotnih pretpostavki u ocjeni inklinacije susretnutog broda zavisno od vlastite brzine, što u tim slučajevima ne samo što savjetuje već imperativno nameće upotrebu plotovanja. Plotovanje treba nastavljati barem do određivanja kursa i inklinacije susretnutog broda.

Sva prijašnja razmatranja služila su jedino da pokažu rad s radarom u početnoj situaciji, dok se ona toliko ne razbistri da postane pomorcu potpuno nedvosmislena. Iza toga može se pretpostaviti, da će se kod njega roditi dvije brige: prvo, hoće li brod što daje odraze na ekranu zadržati svoj kurs i brzinu ili ne, i druga, hoće li biti moguće ocijeniti efekat svake takve promjene istih elemenata od strane vlastitog broda.

Povodom toga stupaju na scenu protivnici plotovanja, jer se stvarno pri radu s radarom u praksi često događaju tolike greške, da je potrebno podatke dobivene grafičkim crtanjem svoditi na srednju vrijednost pojedinih opažanja prije nego se dobije realan okvir situacije. Zaboravljanje ili izostavljanje ovog postupka bilo je već uzrokom mnogih sudara, koji su se dogodili zbog korištenja radarskih informacija, potpuno protivnih od onih u stvarnoj situaciji.

Vrlo brižljivo i inteligentno osmatranje radarskog ekrana u etapi približavanja pokazuje doista promjene smjera i udaljenosti do odraza na ekranu, koji mogu biti posljedica promjena kursa i brzine vlastitog, ali i susretnutog broda — ili obadvoje u isto vrijeme — što je sve skupno teško cijeniti. S druge strane svaka promjena vlastitog kursa i brzine (radi manevra ili kojeg bilo razloga) mijenja na nepredvideni način sliku na ekranu radara.

Da bi se imalo sigurnost da li se situacija razvija kao u početnoj ocjeni i da li je potrebno novo, možda hitno uzimanje podataka, kap. Wylie zaključuje kako je jedino rješenje u tome da se grafički postupno nanose opažanja udaljenosti i smjerova dodavajući im promjene vlastitog elementa kretanja (ako ih ima) i da se kretanje susretnutog broda drži pod čestom kontrolom.

2. Metodi plotovanja

Prije razmatranja detalja raznih grafičkih metoda plotovanja Wylieov raport ukazuje na dva temeljna principa od kojih svaki odgovara jednom izboru sistema.

Prvi princip se odnosi na razlikovanje između navigacijskog (normalnog) plotovanja i relativnog plotovanja — true plot i relative plot — to jest da li crteži moraju prikazivati kretanje kao na karti (navig. plot.) ili samo kretanje jednog u odnosu na drugi brod (relat. plot.).

Drugi princip je pitanje orijentisanja stepenske podjele na radarskom ekranu, t. j. da li smjerovi da budu u odnosu na kurs broda (pramčani uglovi) ili smjerovi u odnosu na pravi Nord.

Oba principa su za izvjesno područje međusobno isprepletana.

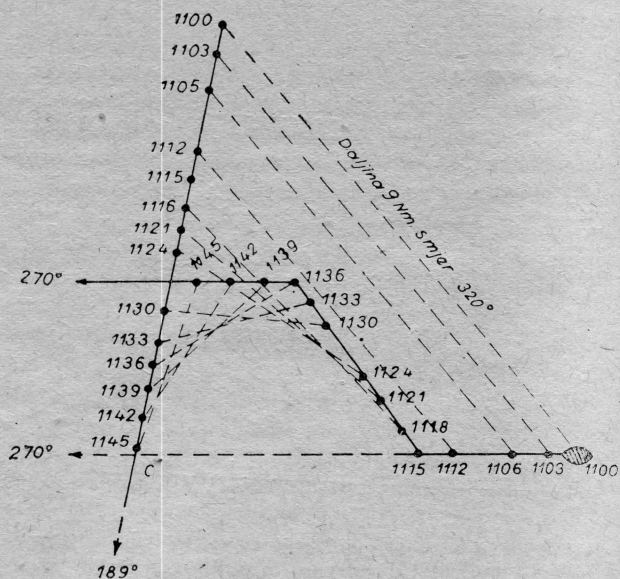
a) Navigacijsko i relativno plotovanje.

Odmah treba podvući da definicije tipova plotovanja važe isto tako bilo da se primjenjuju smjerovi i kursevi u odnosu na Nord, bilo u odnosu na kurs (pramčani uglovi).

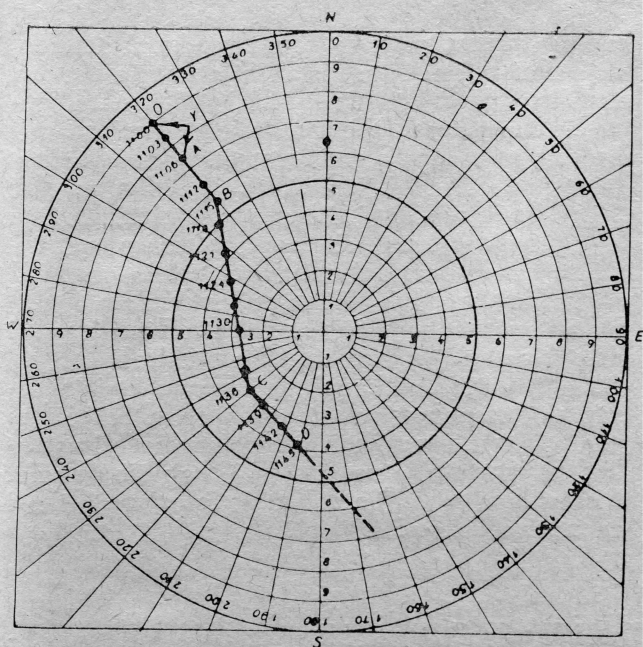
Pri navigacijskom plotovanju ucrtava se na dijagramu ili karti kretanje kako vlastitog broda, tako i odraza na ekranu u skladu s njihovim normalnim podacima o kursu i brzini. Međutim u relativnom plotovanju vlastiti brod »nosioc radara« smatra se zaustavljenim, on je uvijek u centru dijagrama, a reproducira se samo relativno kretanje radarskog odraza u odnosu na njega koji je, kao što se u praksi na radaru događa, uvijek u centru. Relativni metod se zbog toga bolje prilagođuje radaru i slici na ekranu.

U oba tipa plotovanja određuje se kretanje broda opaženog na radaru pomoću ucrtavanja smjerova i udaljenosti od vlastitog broda na njega.

Na slikama 3 i 4 prikazana je ista situacija sa navedenim alternativama. U 1100 vlastiti brod, u kursu 270° brzine 10 čv. opazi na ekranu svog radara odraz u smjeru 320° i od opažanja u 1106 određuje mu kurs 189° (inklinacija livo 50 stepeni) sa brzinom 10 čv. U 1115 vlastiti brod se odlučuje na manevar izbjegavanja sudara okrećući desno u kurs 323° . Crtež na slici 3 je navigacijski plot sa kursevima i smjerovima u odnosu na pravi Nord. Početna udaljenost između brodova uzeta sa radarskog ekrana bila je 9 Nm i ona se progresivno smanjuje do 1133 kada je procijenjena kao najmanja (2,6 Nm), te opet počinje rasti. U 1136 vlastiti brod cijeni da može završiti manevar izbjegavanja i okreće livo u svoj stari kurs 270° . Iz crteža se vidi da brod osmotren radarom zadržava svoj kurs i brzinu, te da brod, nosioc radara, nije poduzeo manevar izbjegavanja, moglo je doći do sudara oko 1145 u točki C.



Slika 3



Slika 4

U navigacijskom plotovanju čim se na karti nanese tri ili više pozicija broda opaženog na radaru i kad se ove spoje jednom linijom dobija se »srednji kurs« broda za razmak vremena između prvog i posljednjeg opažanja. Od pređene udaljenosti u odgovarajućem vremenskom razmaku analogno se dobija i njegova brzina. Da bi se izračunalo »najmanju udaljenost« na kojoj će se brodovi naći, (kad kursevi konvergiraju) dovoljno je produžiti linije kurseva i nanijeti na njih pozicije za odgovarajuće vremenske razmake kako je to učinjeno na slici 3. U praksi cijeli postupak zahtjeva samo nešto crtanja, prostor koji će crtež zauzimati na karti, može postati velik i zahtijevati da se cijeli crtež ponovi sa nove točke polaska, kako bi se izbjeglo prelaženje na novu kartu. Cijeli grafički račun može se naravno crtati i na običnom čistom papiru unaprijed spremjenom za to.

Sve to otpada u relativnom plotovanju, koji predstavlja mnogo praktičniji i ekspeditivniji postupak, a ima i veću povezanost s načinom na koji se predstavlja kretanje brodova na ekranu radara. Ovo se može jasno vidjeti iz dijagrama na slici 4 za slučaj sa istim podacima, koji su bili na slici 2 samo za relativni metod plotovanja.

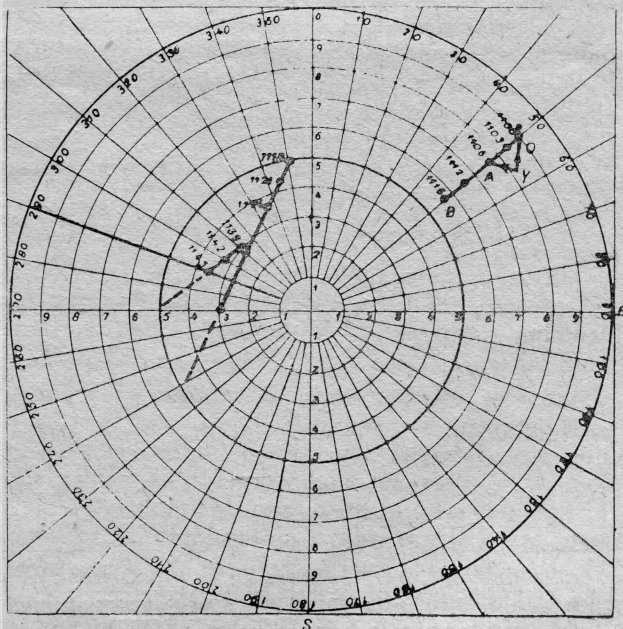
Kod relativnog plotovanja nanose se na dijagramu (Manevarski dijagram — izdanje JRM ili drugim specijalnim pomagalicama) tri prva opažanja po smjeru — u ovom primjeru je u početku isti — i udaljenosti. Tako se dobije na dijagramu linija relativnog kretanja ili »prividnog« kretanja broda, koji je prouzročio jeku na ekranu, t. j. relativni kurs i relativna brzina u odnosu na vlastiti brod s radarom. Ako produžimo ucrtavanje i spajanje pozicija, koje registrujemo na dijagramu do točke C možemo izmjeriti »najmanju udaljenost« prolaznja i predvidjeti u kojem ćemo času do nje doći, jer poznamo relativnu brzinu opaženog broda.

U relativnom plotovanju odmah su poznati udaljenost i vrijeme prolaza na najmanjoj udaljenosti po isticanju plotting razmaka (u ovom slučaju 3 minute) to jest poslije 3 minute osmatrač na vlastitom brodu ima osjećaj veličine rizika u kojem se nalazi njegov brod, ako se služio plotovanjem. Pošto se na dijagramu ucrtava drugo opažanje u 1103, ako se od početne točke 0 povuče linija koja predstavlja vlastiti kurs i brzinu (OW) ne treba nego počekati koju minutu, to jest dok se ne nanese treće opažanje u 1106, da bi se kompletirao trokut relativnog kretanja i da bi se odmah utvrdio pravi kurs i brzinu broda, koji je na ekranu osmotren iz linije spoja WA.

Pošto je glavni podatak, koji je pomorcu potreban da se odluči na manevar izbjegavanja i izbor novog kursa obično podatak hoće li se ili ne izbiti na blisku udaljenost, relativno plotovanje daje mnogo brže plan akcije, koju treba poduzeti u tom cilju. Osim toga s njim se ne dolazi u situaciju da treba preći s jedne na drugu kartu.

Iz svega slijedi zaključak da relativno plotovanje ima veće praktične izgleda za primjenu, ako je najvažnija stvar dobiti brzu predstavu o stepenu rizika za sudar, kojem se ide u susret, dok nije toliko hitno saznati kurs i brzinu broda, koji daje odraze. Ako je međutim potrebno brzo utvrditi dva posljednja elementa, a upoznavanje rizika sudara se može i kasnije, bolje se odlučiti za navigacijski plot. Izbor između ovo dvoje mogao bi se odvijati u korist relativnog plota i radi veće gustoće crteža, olakšice u određivanju manevra izbjegavanja i kontrolisanja njegovog izvođenja te naročito radi činjenice da »relativni« crtež vjerno reproducira kretanje jেকে sa radar-skog ekrana.

b) Prikazivanje — kap. Wylie dozvoljava da se kod plotovanja jednako primjenjuju metod prikazivanja smjerovima ili pak pomoću pramčanih uglova. Ipak posljednji način može dosta uticati na točnost crteža. Tako opažanja koja su uzeta



Slika 5

u odnosu na kurs (pramačni uglovi) ako brod »še-
ta« na kursu mogu donijeti znatnu grešku, ako
jedan drugi osmatrač svaki put ne utvrdi na ekra-
nu radara za svaki uzeti pramčani ugao za koli-
ku je uglovnu vrijednost brod odstupio od kursa.
Međutim i u tom metodu sadržana je mogućnost
greške, tako da je svakako preporučljivo prika-
zivanje crteža orijentiranog smjerovima na pravi
Nord.

Raščlanjujući najprije slučaj u relativnom plo-
tovanju Wylie hoće da pokaže slabosti, koje sa-
drži prikazivanje pramčanim uglovima (slika 5).

Iako je orijentacija dijagrama različita u dvje-
ma slučajevima: 0° na pravom Nordu (slika 4)
i 0° na pravcu kursa (slika 5), razvidno je da do
momenta u kojem se izvrši mijenjanje kursa ne-
ma nikakve razlike u crtežu bilo da se upotrebi

metoda prikazivanja smjerova u odnosu na Nord
ili u odnosu na kurs. Pošto se je izvršio okret u
novi kurs na dijagramu slike 4, gdje je ekran po-
vezan sa kompasom, odmah slijedi promjena kur-
sa i brzine u »prividnom kretanju« (relativno kre-
tanje prelazi sa 140° na 167°). Međutim, na slici
5 gdje se je osmatrač služio pramčanim uglovima
kod promjene kursa smjerovi prelaze na protiv-
nu stranu, što ruši kontinuitet crteža ili bolje
»prividnog kretanja« broda pod radarskim opaža-
njem i unosi zabunu kod osmatrača. Radi toga, a i
drugih razloga, u relativnom plotu treba prepo-
ručiti uzimanje smjerova sa ekrana, koji je ve-
zan sa kompasom po pravom Nordu. Služeći se
analognim crtežom, koji je radi kratkoće izostav-
ljen (a povezan je sa slikom 3, kao što je slika
5 sa slikom 4) Wylie dolazi do istog zaključka i
za navigacijski plot.