

Stajnica

Kolundija, Krešimir

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:913973>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL**

KREŠIMIR KOLUNĐIJA

STAJNICA

ZAVRŠNI RAD

Dubrovnik, 2018.

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL**

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ NAUTIKA

STAJNICA

ZAVRŠNI RAD

MENTOR:
kap. Miloš Brajović dipl. ing.

STUDENT:
Krešimir Kolundija

Dubrovnik, 2018.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL
Preddiplomski sveučilišni studij Nautika

Ur. broj: Dubrovnik, 20. Rujna 2018.

Kolegij: Terestrička navigacija

Mentor: kap. Miloš Brajović dipl.ing.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: KREŠIMIR KOLUNĐIJA, absolvent ak. 2017/2018 god.

Zadatak: STAJNICA

Zadatak treba sadržavati:

1. Opis stajnice i vrste oblika stajnice
2. Metode za određivanje stajnice u navigaciji

Osnovna literatura:

1. Simović, A. T: *Elektronička Navigacija*, Element, Zagreb 2000.
2. Benković, F.; Piškorec, M.; Lako, Lj.; Čepelak, K.; Stajić, D.: *Terestrička i elektronska navigacija*, Hidrografski Institut Ratne Mornarice, Split 1986.

Zadatak uručen pristupniku: 15.05.2018.

Rok za predaju završnog rada: 15.06.2018.

Mentor:

Pročelnik pomorskog odjela:

kap. MILOŠ BRAJOVIĆ dipl.ing.

doc.dr.sc. ŽARKO KOBOEVIĆ

SAŽETAK

Stajnica je geometrijsko mjesto točaka na kojoj se nalazi pozicija broda i temelj je određivanju pozicije broda. . Stajnica može imati oblik pravca, kružnice, nepravilne krivulje ili hiperbole. U terestričkoj i astronomskoj navigaciji najčešće se koristi pravac i kružnica kao stajnica. Za dobiti poziciju broda potrebno je imati minimalno dvije stajnice koje se sijeku pod povoljnim kutom.

Ključne riječi: *stajnica, pozicija, navigacija*

SUMMARY

Line of position is geometrical locus of points along which a ship's position must lie and as such it is foundation of position fixing. LOP can be a line, a circle, irregular curve or hyperbole. In terrestrial and astronomical navigation LOP is usually a line or a circle. To obtain a position fix it is necessary to have at least two LOPs which intercept at a good angle.

Key words: *line of position, fix, navigation*

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	POJAM STAJNICE.....	2
	2.1. PRAVAC KAO STAJNICA.....	2
	2.2. KRUŽNICA KAO STAJNICA.....	3
	2.3. HIPERBOLA KAO STAJNICA.....	5
	2.4. NEPRAVILNA KRIVULJA KAO STAJNICA.....	6
3.	STAJNICA U ASTRONOMSKOJ NAVIGACIJI.....	7
	3.1. VISINSKA METODA.....	7
	3.2. METODA SEKANTE.....	8
4.	STAJNICA U TERESTRIČKOJ NAVIGACIJI.....	9
	4.1. POZICIJA U RAZMAKU VREMENA.....	10
	4.1.1. Opažanje jednog objekta u razmaku vremena.....	11
	4.1.2. Opažanje dvaju objekata u razmaku vremena.....	12
	4.2. POZICIJA DOBIVENA ISTOVREMENIM OPAŽANJEM.....	14
	4.2.1. Opažanje jednog objekta istovremeno.....	15
	4.2.2. Opažanje dvaju objekata istovremeno.....	16
	4.2.3. Opažanje triju objekata istovremeno.....	20
5.	STAJNICA U ELEKTRONIČKOJ NAVIGACIJI.....	24
6.	GREŠKE PRILIKOM ODREĐIVANJA STAJNICA.....	31
7.	ZAKLJUČAK.....	35
	LITERATURA.....	36
	POPIS SLIKA.....	37

1. UVOD

Tema ovog završnog rada je stajnica.. Pravilan odabir stajnica za posljedicu ima točnost određene pozicije. Potrebno je znanje o svojstvima pojedinih vrsta stajnica da bi se mogućnost pogreške svela na minimum. Nakon uvoda navedeni su osnovni oblici i vrste stajnica. U trećem poglavlju navedeno je određivanje pozicije pomoću astronomskih metoda. U četvrtom dijelu je obrađena stajnica u terestričkoj navigaciji. U petom dijelu je obrađena stajnica s gledišta elektronske navigacije, odnosno uloga stajnice u modernim brodskim sustavima. U šestom dijelu navedene su osnovne greške koje mogu nastati prilikom određivanja stajnica. U zadnjem dijelu rada, odnosno zaključku doneseni su ključni dijelovi ove teme naglašavajući njezinu vrijednost i ulogu u navigaciji.

.

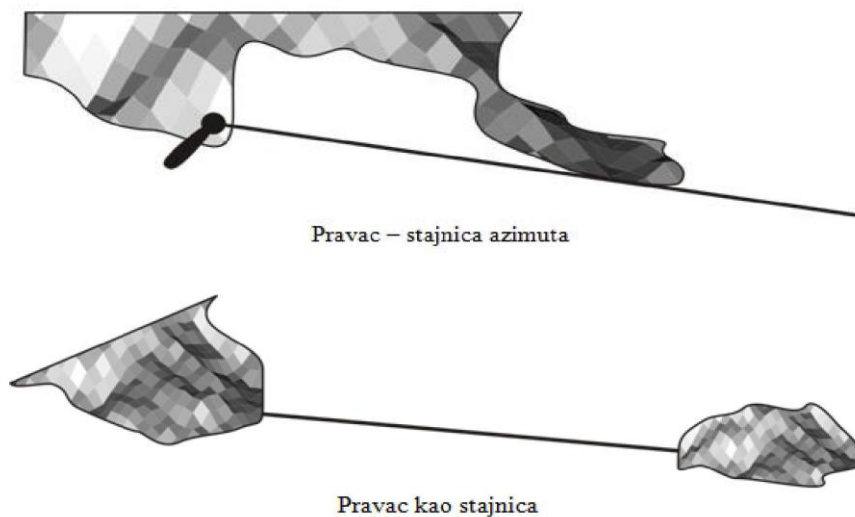
.

2. POJAM STAJNICE

Stajnica je geometrijsko mjesto točaka na kojoj se nalazi pozicija broda. Presjecište najmanje dviju stajnica je potrebno da bi se dobila pozicija broda, ali takva dobivena pozicija je podležna greškama te se zbog praktičnih razloga najčešće određuje s tri stajnice. Stajnice mogu biti: pravci, kružnice, hiperbole i općenito krivulje.

2.1. PRAVAC KAO STAJNICA

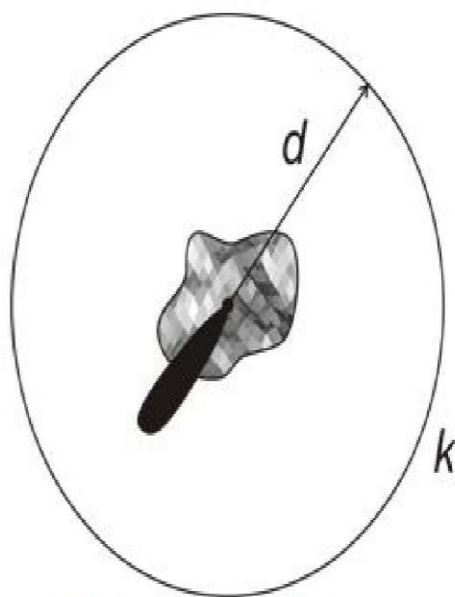
Pravac se dobiva na osnovu: azimuta jednog objekta, pokrivenim smjerom dvaju objekta. Azimut se određuje vizualnim smjeranjem objekata s kompasa, smjerne ploče ili pomoću navigacijskih uređaja. .). Pokriveni smjer se uzima na dva istaknuta objekta koji se nalaze u pravcu smjeranja. Linija koja prolazi kroz ta dva objekta, kada se ucrtta na kartu, daje pravac kao stajnicu. .). Pokriveni smjer se također koristi pri određivanju i kontroli devijacije, kao pomoćna metoda sigurne plovidbe pri planiranju kurseva ili kao kontrola pozicije sidrenja.



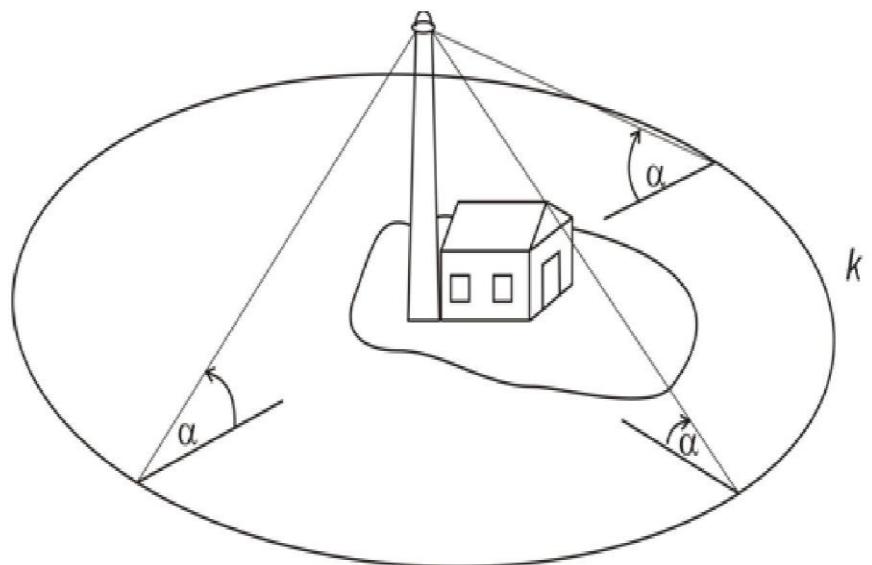
Slika 1. Pravac kao stajnica [8]

2.2. KRUŽNICA KAO STAJNICA

Kružnica kao stajnica dobije se mjerenjem udaljenosti, vertikalnog ili horizontalnog kuta, visine nebeskog tijela. Udaljenost se mjeri sredstvima za mjerenje udaljenosti, a vertikalni i horizontalni kut sekstantom. Rezultat bilo kojeg od ovih mjerenja daje stajnicu u obliku kružnice.



Kružnica - stajnica udaljenost

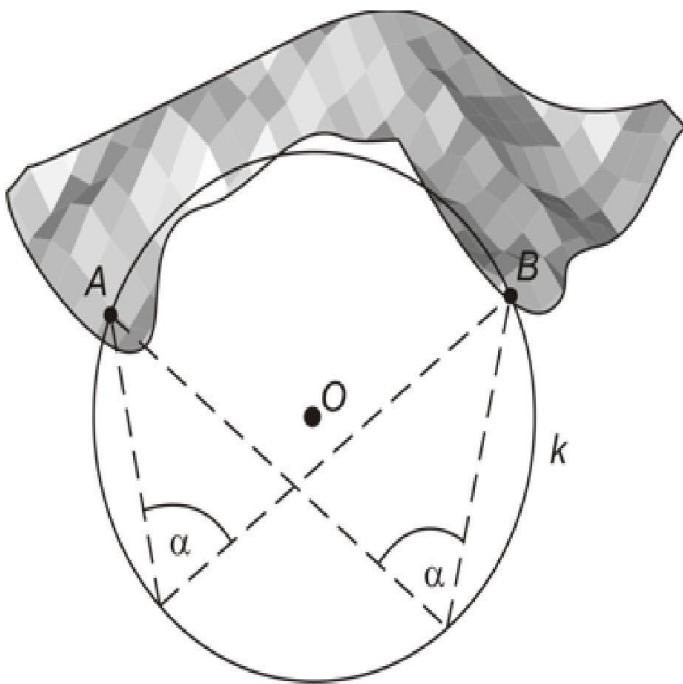


Kružnica - stajnica vertikalnog kuta

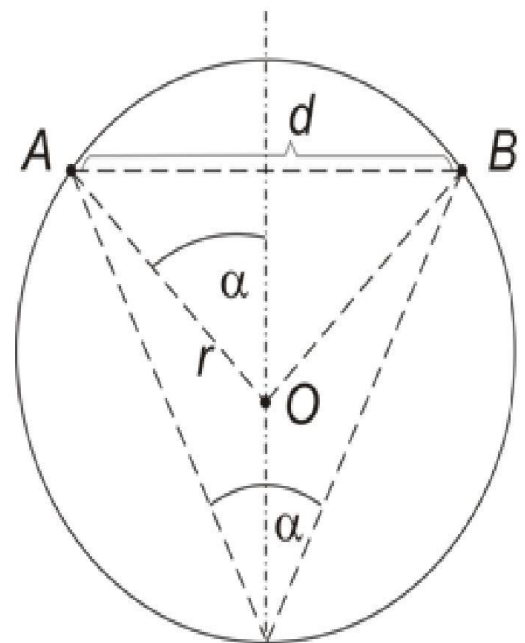
Slika 2. Kružnica kao stajnica [8]

Vertikalni kut je kut kojeg mjeri opažatelj u trokutu kojeg stvaraju opažatelj, vrh opažanog objekta i vidljivog morskog ili obalnog horizonta. To podrazumijeva da je opažatelj na razini mora, da je Zemlja ravna između opažatelja i objekta, da nema refrakcije i da objekt s vodenom površinom formira pravi kut.

Horizontalni kut je kut kojeg mjeri opažatelj u trokutu kojeg stvaraju opažatelj i dva promatrana objekta. Mjerenjem kuta između ta dva objekta dobije se također stajnica kao kružnica.



Kružnica – stajnica horizontalnog kuta

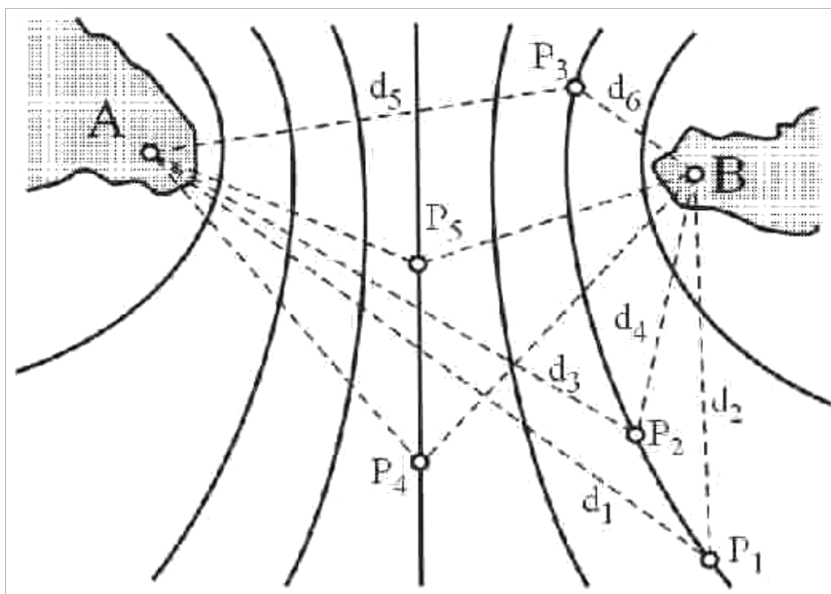


Kružnica – stajnica horizontalnog kuta

Slika 3. Stajnica horizontalnog kuta [8]

2.3. HIPERBOLA KAO STAJNICA

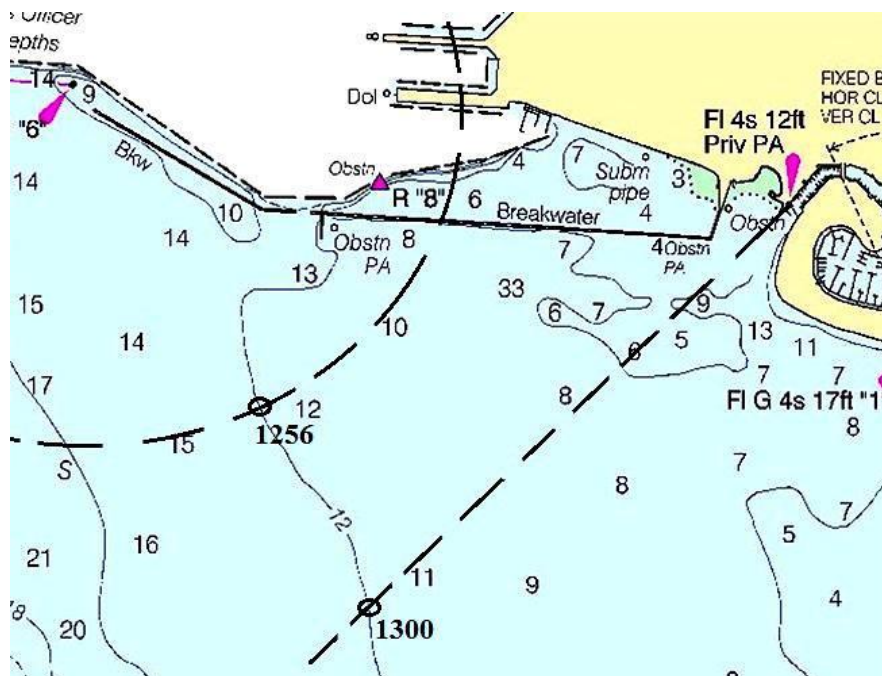
Hiperbola kao stajnica dobije se iz razlika vremena (impulsni hiperbolicni navigacijski sustavi), fazne razlike (fazni hiperbolicni navigacijski sustavi) ili razlike u vremenu i fazi (impulsno fazni hiperbolicni sustavi) istovremeno emitiranih signala sinkroniziranih u fazi sa dvije ili više obalnih stanica.



Slika 4. Hiperbola kao stajnica [8]

2.4. NEPRAVILNA KRIVULJA KAO STAJNICA

Nepravilna krivulja kao stajnica je izobata. Krivulje koje povezuju mjesta iste dubine zovu se izobate i ucrtane su na pomorskim kartama. Izmjerena dubina dubinomjerom sa broda reducira se na razinu karte. Ona se u navigaciji može koristiti samo kao pomoćna metoda. Određivanje stajnice mjerenjem dubine najčešće se primjenjuje za provjeru već određene pozicije, ali u uvjetima slabe vidljivosti kada je nemoguće promatrati obalne objekte, to je ponekad i jedini način da se odredi pozicija broda.



Slika 5. Pozicija pomoću azimuta i izobate [5]

3. STAJNICA U ASTRONOMSKOJ NAVIGACIJI

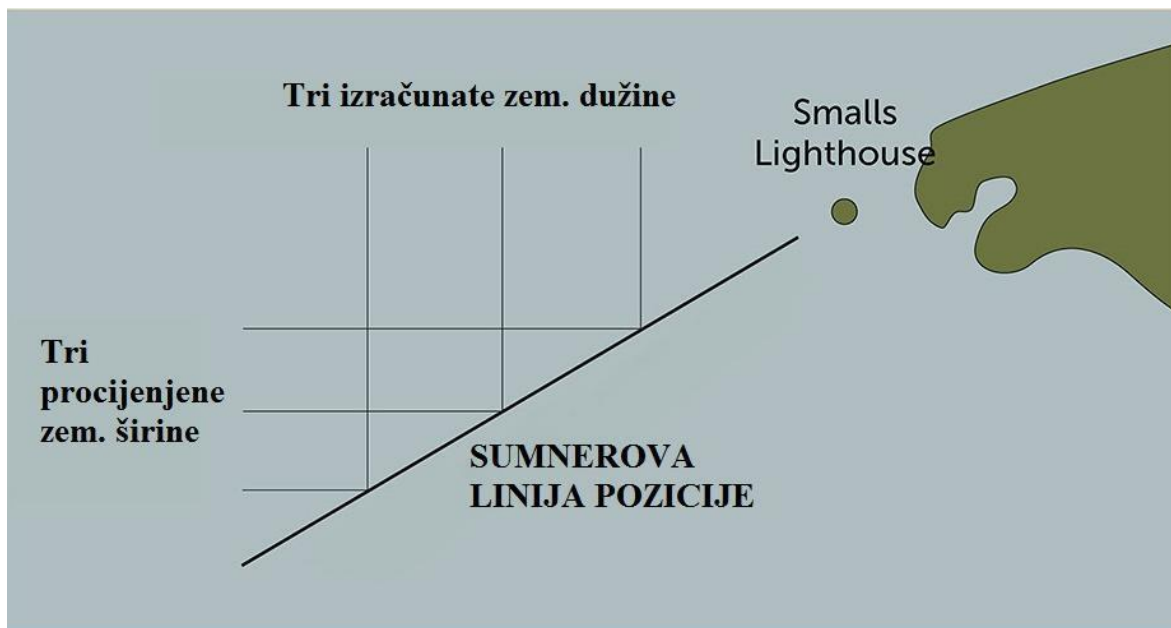
Položaj neke točke na površini Zemlje definiran je njenim zemljopisnim koordinatama, zemljopisnom širinom φ i zemljopisnom dužinom λ . Ako se te koordinate nebeskog tijela usporede s koordinatama mjesno-ekvatorskog sustava vidi se da zemljopisna širina φ odgovara deklinaciji δ , a zemljopisna dužina λ odgovara Greenwich satnom kutu S . Terestrička projekcija nebeskog tijela jest točka na površini Zemlje kroz koju prolazi spojnica središta Zemlje i središta nebeskog tijela. Ova točka svoj položaj na površini Zemlje mijenja gibajući se od istoka prema zapadu brzinom koja odgovara rotaciji Zemlje. Ako se nebesko tijelo nalazi u zenitu opažača, tada deklinacija tog tijela odgovara zemljopisnoj širini opažača, a Greenwich satni kut zemljopisnoj dužini opažača. Uz točne mjesno-ekvatorske koordinate u funkciji UT vremena, za odrediti stajnicu potrebno je znati i visinu nebeskog tijela.

3.1. VISINSKA METODA

Visinska metoda određivanja pozicije broda je jedna od metoda astronomske navigacije, način određivanja pozicije broda pomoću nebeskih tijela. Najčešće se za određivanje pozicije broda visinskom metodom koriste navigacijske zvijezde. Za određivanje pozicije u visinskoj metodi potrebno je poznavati visinu. U današnje vrijeme visina se mjeri sekstantom dok se kroz povijest mjerila raznim instrumentima. Uz odgovarajuće formule iz astronomsko nautičkog trokuta moguće je odrediti stajnice pomoću kojih se određuje pozicija broda. Stajnica u visinskoj metodi je okomica na azimut koja je udaljena od procijenjene pozicije za razliku izmjerene i izračunate visine. Pozicija broda se dobiva presjekom više stajnica.

3.2. METODA SEKANTE

Metoda sekante ili Sumnerova metoda je koncept na kojem se praktički zasniva čitava moderna astronomska navigacija. U prosincu 1837. približavajući se obali Irske na putovanju iz *Charlestona, SC* u *Greenock*, Škotska američki kapetan Thomas Sumner sasvim slučajno otkriva metodu određivanja stajnice uz pomoć nebeskog tijela. Kapetan Sumner je plovio na temelju zbrojene navigacije. Zapravo je kap. Sumner izračunao tri točke na pravcu (luku) pozicije. Geometrijski gledano pravac (stajnica) je određen sa dvije točke ili jednom točkom i smjerom. Pravac koji spaja dvije točke na kružnici zove se sekanta, pa se zato Sumnerova metoda naziva još i metodom sekante. Sumner je točke na kružnici položaja odredio tako što je s odabranom (procijenjenom) zemljopisnom širinom računao zemljopisnu dužinu.



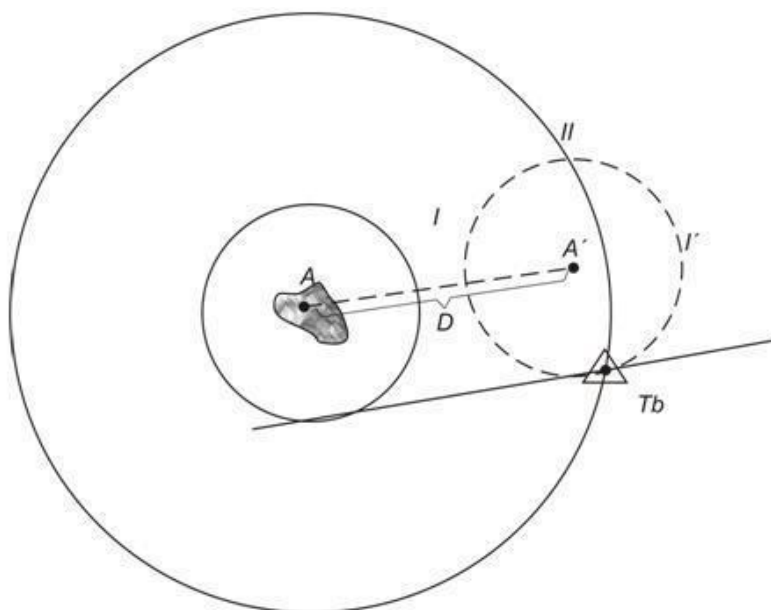
Slika 6. Sumnerova linija pozicije [6]

4. STAJNICA U TERESTRIČKOJ NAVIGACIJI

Sigurnost broda ovisi o sposobnosti navigacijskog časnika da u svakom trenutku odredi poziciju broda. U obalnoj navigaciji koristit će uočljive i na pomorskoj karti ucrtane oznake kao što su: svjetionici, markantne građevine, oštri rubovi kopna te plutače. Ponekad to može da bude i izobata, no treba izmjerene dubine reducirati na nivo karte. Položaj broda određen istovremenim snimanjem dva terestrička objekta naziva se opažena pozicija. U skladu s teorijom grešaka u navigaciji ,optimalni kut sjecišta dviju stajnica je 90° , odnosno kut sjecišta stajnica mora biti veći od 30° , odnosno manji od 150° . Ukoliko stoji na raspolaganju samo jedan terestrički objekt tada je potrebno vršiti snimanje u razmaku vremena. Takva se pozicija naziva pozicija u vremenskom razmaku. Ako navigacijski časnik nema na raspolaganju prikladan terestrički objekt ili nebesko tijelo, može približno odrediti poziciju broda samo na osnovu kursa i prijeđenog puta. Takva se pozicija naziva zbrojena pozicija. U slučaju da se niti ovakvom metodom ne može odrediti pozicija broda tada se ona procjenjuje od oka ili kombinira sa točnim i procijenjenim podacima. Takva pozicija se naziva procijenjena pozicija. Metodološki položaj broda može se odrediti istovremenim snimanjem jednog , dva ili tri objekta , snimanjem u razmaku vremena jednog ili dva objekta ili pomoću zbrojene navigacije. Učestalost određivanja pozicije zavisi o području u kojem se plovi, o vanjskim uvjetima plovidbe, stanjima u plovidbi koji ovise o opskrbljenosti navigacijskim uređajima i pomagalima te o normama i preporukama međunarodnih organizacija sigurnosti plovidbe. Opći principi: prije nastupa noci ili smanjene vidljivosti, prije udaljavanja od obale (polazna pozicija), prije prilaženja obali (ateriranje), prije i nakon promjene kursa, u oceanskoj plovidbi najmanje jedanput u svakoj straži, u priobalnoj plovidbi ako se kurs ne mijenja najmanje svakog sata, , u navigacijski teškim područjima, u plitkim vodama i ako prilike zahtijevaju svakih 15 minuta ili češće.

4.1. POZICIJA U RAZMAKU VREMENA

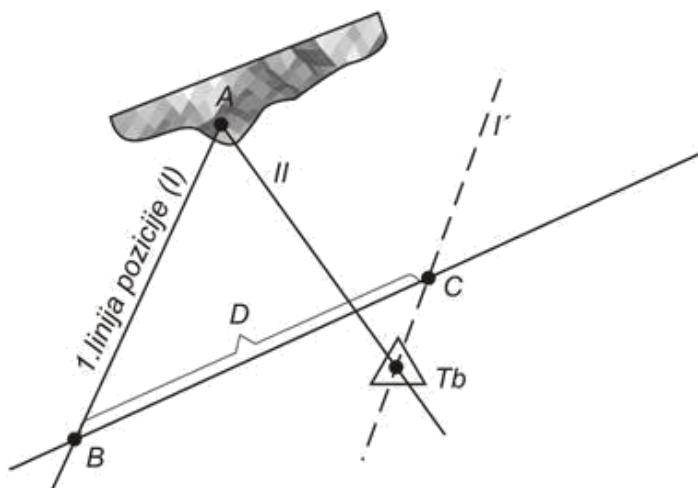
Pod opažanjem u razmaku vremena podrazumijeva se mjerenje dviju stajnica u većem vremenskom razmaku. Ovako se opaža kad je na horizontu samo jedan objekt, kad se dva objekta istovremeno ne vide (čest slučaj za slabe vidljivosti), kad se vide dva objekta čiji je položaj nepovoljan za određivanje pozicije ili kad se opažanja ne mogu izvršiti u kratkom vremenskom intervalu. Takvi su uvjeti najčešće prilikom približavanja obali s otvorenog mora, u plovidbi uz obalu s malo karakterističnih objekata, u noćnim uvjetima plovidbe i po magli i slaboj vidljivosti. Pozicija broda u razmaku vremena dobije se pomicanjem jedne stajnice na trenutak mjerenja druge stajnice. Određuje se samo onda kada ne postoje uvjeti za određivanje pozicije istovremenim opažanjem jednog, dva ili više objekata. Pozicija u razmaku vremena naziva se zbrojeno-opažena pozicija.



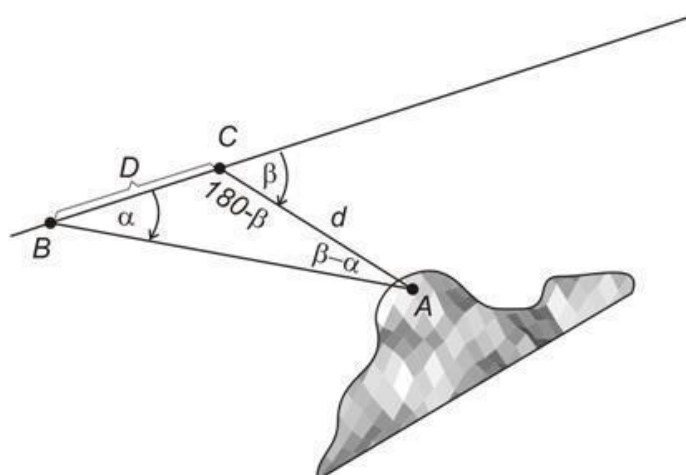
Slika 7. Pozicija određena u razmaku vremena [8]

4.1.1. Opažanje jednog objekta u razmaku vremena

Ovaj način određivanja pozicije upotrebljava se kada na horizontu postoji samo jedan objekt, a on je pogodan za mjerenje samo jedne stajnice (azimuta ili udaljenosti).). Pozicija se može odrediti mjerenjem: dvaju azimuta, dviju udaljenosti, azimuta i udaljenosti, te dvaju pramčanih kutova.



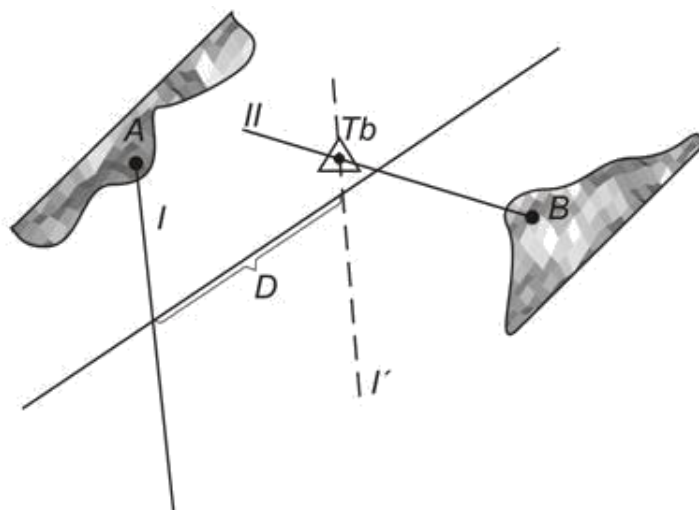
Slika 8. Pozicija određena mjerenjem dvaju azimuta [8]



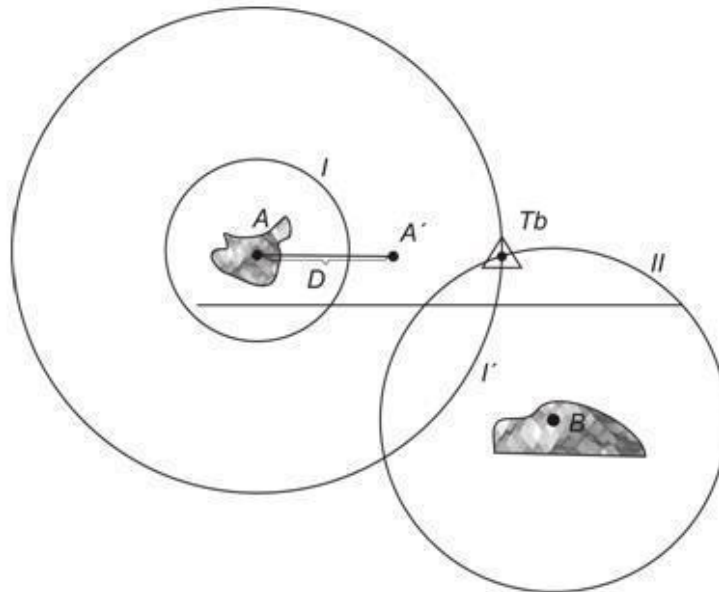
Slika 9. Pozicija određena mjerenjem dvaju pramčanih kutova [8]

4.1.2. Opažanje dvaju objekata u razmaku vremena

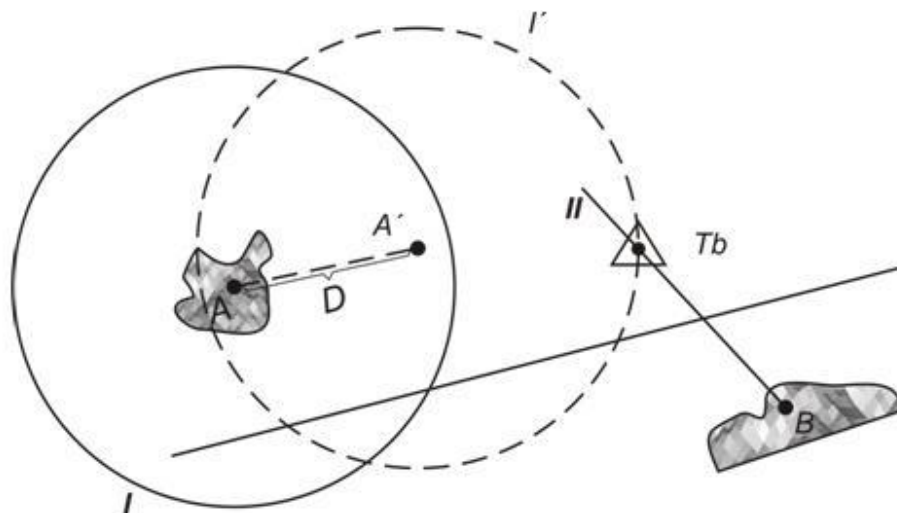
Pozicija u razmaku vremena s dva objekta određuje se na isti način kao i s jednim objektom. Upotrebljava se kada se ne može odrediti pozicija istovremenim opažanjem dvaju objekata. Kada prvi objekt nestane iz vidokruga čeka se pojava drugog objekta i na njega mjeri druga stajnica. Pozicija je u sjecištu izmjerene druge stajnice na drugi objekt i prenesene prve stajnice za prevaljeni put između dva smjeranja. Pozicija se može odrediti na slijedeće načine mjerenjem: dvaju azimuta, dviju udaljenosti, azimuta i udaljenosti, te azimuta ili udaljenosti i dubine.



Slika 10. Pozicija određena s dva azimuta na dva objekta
[8]



Slika 11. Pozicija određena s dvije udaljenosti na dva objekta [8]



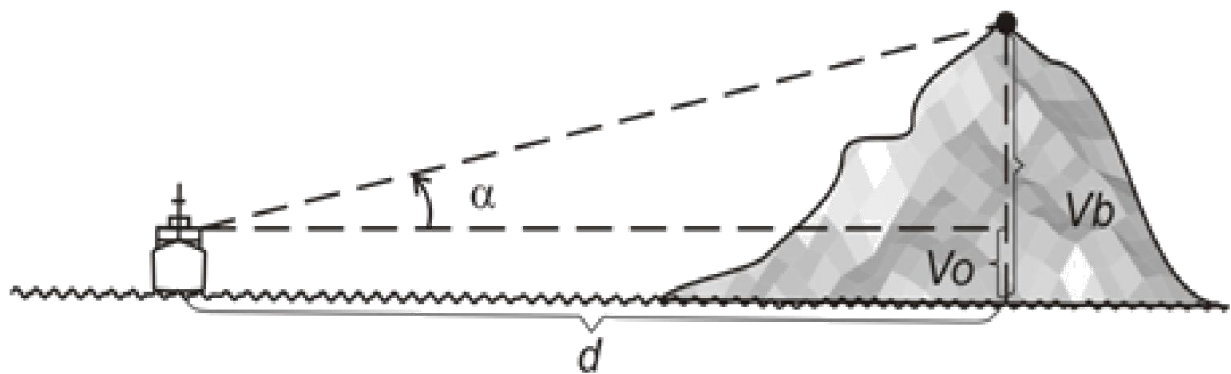
Slika 12. Pozicija određena azimutom i udaljenošću u razmaku vremena [8]

4.2. POZICIJA DOBIVENA ISTOVREMENIM OPAŽANJEM

Pod istovremenim opažanjem se podrazumijeva mjerenje dviju ili više stajnica u kratkom vremenskom periodu. Prevaljeni put u intervalu smjerenja ne bi smio biti veći od jednog kabla. Istovremenim opažanjem pozicija se određuje: jednim objektom, dva objekta te tri i više objekata. Ako je moguće, poziciju broda treba uvijek određivati sa više objekata. Pozicija opažanjem dva objekta nepouzdana je jer jedna ili obje stajnice mogu biti pogrešne. U praksi se najčešće uzimaju tri opažanja (na pr. tri azimuta) koja na pomorskoj karti formiraju trokut pozicije. Takva je pozicija pouzdana. Pozicije s dva opažanja: dva azimuta, azimut i horizontalni kut: pozicija se može unijeti tako da se iz horizontalnog kuta izracuna drugi azimut ili kao presjecište azimuta i kružnice koju formira horizontalni kut ili direktnim unašanjem izmjerenih vrijednosti na kartu, azimut i udaljenost, dvije udaljenosti, udaljenost i pokriveni smjer, pokriveni smjer i horizontalni kut. Pozicija opažanjem tri objekta daje mogućnost kontrole. Treća stajnica je kontrolna i određuje da li su mjerenja bila opterećena pogreškama. Kod opažanja potrebno je paziti na razmještaj objekata koji se opažaju. Pozicija s tri opažanja: tri azimuta, pokriveni smjer i azimut od trećeg objekta; pozicija je vrlo pouzdana, pokriveni smjer i horizontalni kut, dva azimuta i horizontalni kut, dva azimuta i udaljenost jednog od njih, dva horizontalna kuta. Pozicija s četiri ili više opažanja koristi se ako se želi dobiti posebno sigurna pozicija.

4.2.1. Opažanje jednog objekta istovremeno

Ona se određuje ako je na horizontu samo jedan objekt povoljan za smjeranje. Kada je na horizontu uočljiv samo jedan terestrički objekt koji je ucrtan na pomorskoj karti, moguće je položaj broda odrediti na nekoliko načina i to: položaj broda dobiven pomoću azimuta i udaljenosti, položaj broda u trenutku pojave odnosno iščeznuća objekta na horizontu, položaj broda na osnovu azimuta i vertikalnog kuta te položaj broda na osnovu azimuta i izobate.



Udaljenost broda od objekta na osnovu azimuta i vertikalnog kuta

$$d = \frac{V_b - V_o}{\operatorname{tga}}$$

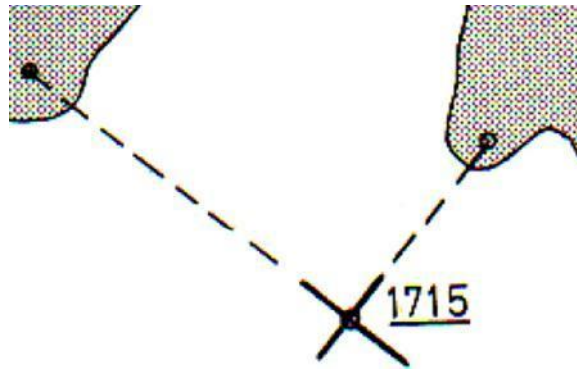
Slika 13. Opažanje jednog objekta [8]

Prilikom određivanja pozicije istovremenim opažanjem jednog objekta najtočnija je pozicija s vizualnim smjerom i radarskom udaljenošću. Ostali načini su približni i upotrebljavaju se samo u nuždi. . Nedostatak određivanja pozicije jednim objektom pomoću dvije stajnice je i nemogućnost procjene točnosti pozicije s obzirom da ne postoji treća kontrolna-stajnica.

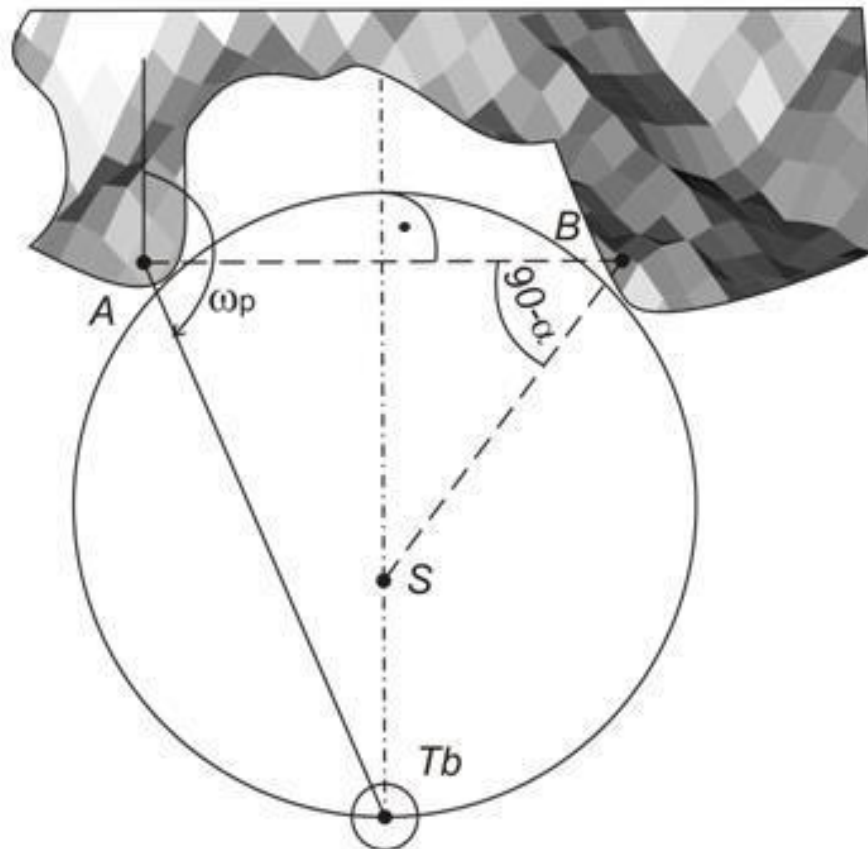
4.2.2. Opažanje dvaju objekata istovremeno

Pozicija sa dvije stajnice na dva objekta može se odrediti mjerenjem: dva azimuta, azimuta i horizontalnog kuta, azimuta i udaljenosti, dviju udaljenosti te pokrivenog smjera i udaljenosti jednog od njih. Od navedenih načina određivanja pozicije sa dvije stajnice na dva objekta najbrže se određuje sa dva azimuta. Položaj broda dobiven opažanjem dvaju objekata je pouzdaniji u odnosu na položaj broda dobiven opažanjem samo jednog objekta jer postoji kontrolna stajnica. Položaj broda može se odrediti korištenjem istovrsnih stajnica (azimuta , udaljenosti) ili korištenjem raznovrsnih stajnica (udaljenost , horizontalni kut).

U sjecištu dvije linije azimuta izmjerenih istovremeno na dva objekta nalazi se pozicija broda. Ovo je najpraktičniji način određivanja pozicije broda ako se koriste samo dva objekta. Istovremeno se snime azimuti dvaju uočljivih terestričkih objekata (a koji su označeni na pomorskoj karti), ti se azimuti pretvore u prave i ucrtaju na pomorsku kartu. Kod snimanja azimuta treba paziti da kut među njima bude veći od 30° i manji od 150° , optimalni kut sjecišta je 90° . Pogreška u poziciji je manja ako se prvo snima objekt koji je bliži uzdužnici broda. Od dvije moguće pozicije uzima se nepovoljnija u odnosu na obalu odnosno ona koja je bliža obali. Treba snimati što brže, kako ne bi došlo do velike greške. Najbolji kut sjecišta među azimutima je 90 stupnjeva.



Slika 14. Pozicija određena sa dva azimuta istovremeno [8]



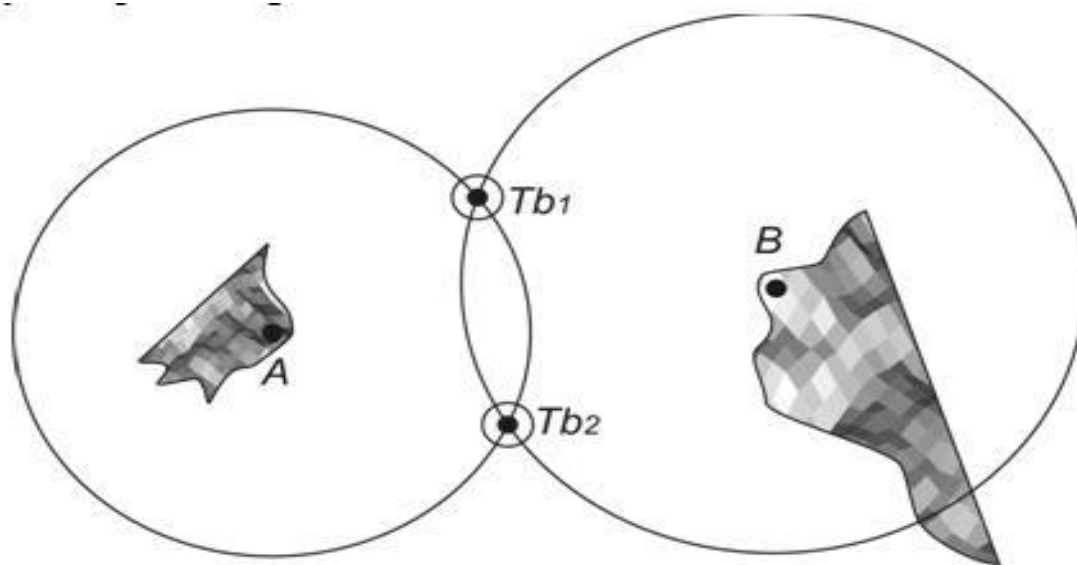
Određivanje položaja broda pomoću azimuta i horizontalnog kuta

Slika 15. Pozicija određena pomoću azimuta i horizontalnog kuta [8]

Pozicija određena istovremenim smjeranjem azimuta na jedan objekt i horizontalnog kuta između tog i drugog objekta se koristi kada se nijedan od objekata ne može smjerati preko kompasa te ako su nepogodni za smjeranje udaljenosti.

Istovremenim mjerenjem azimuta jednog objekta i udaljenosti do drugog objekta može se dobiti poziciju broda u sjecištu stajnice azimuta i stajnice-kružnice udaljenosti. Ponekad se može vrlo dobro snimiti azimut nekog objekta označenog na karti (na primjer svjetionika) no udaljenost (na primjer radarom se može mnogo bolje očitati od nekog drugog objekta (na primjer neke strme obale). Moguće pogreške prilikom ove metode su: pogreška vožnje, pogreška redosljeda opažanja te pogreška kuta sjecišta stajnica.

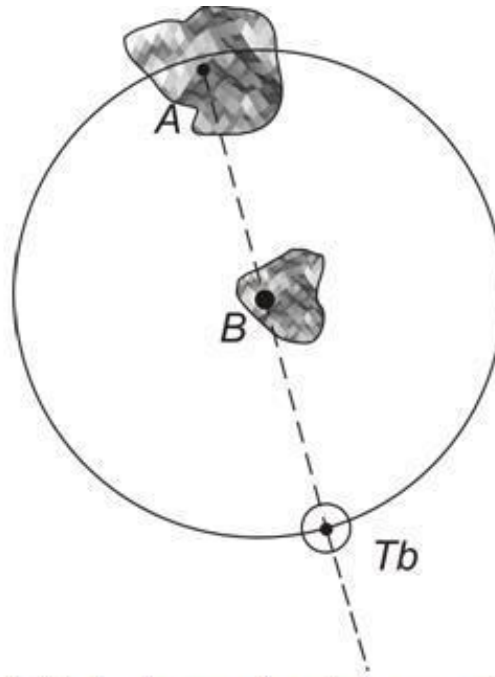
Pozicija u sjecištu dviju stajnica-kružnica dobivenih mjerenjem dviju udaljenosti je pozicija broda. Danas je vrlo jednostavno izmjeriti radarom udaljenost od broda do dva objekta. Ovaj način određivanja položaja broda neovisan je o kompasu, pa se primjenjuje kada je pokazivanje kompasa nesigurno.



Određivanje položaja broda pomoću dvije udaljenosti

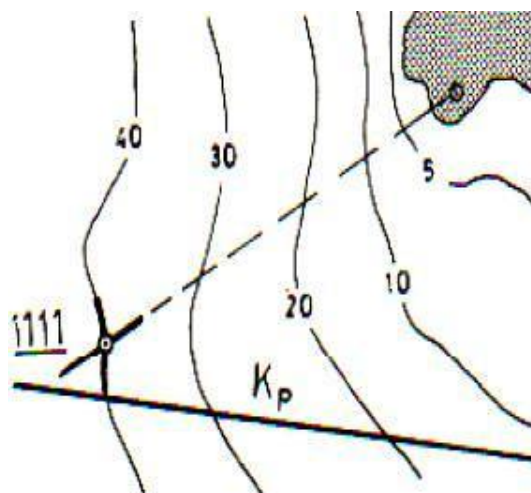
Slika 16. Pozicija određena pomoću dvije udaljenosti [8]

Položaj na osnovu pokrivenog smjera i udaljenosti jednog od njih je vrlo točan zbog neovisnosti o kompasu. Kada takva dva objekta dođu u pokrivanje, ako se radarom odredi udaljenost jednog od njih (obično bližeg), tada je točka broda na karti određena smjerom koji spaja ta dva objekta i kružnici udaljenosti od bližeg objekta.



Određivanje položaja broda pomoću pokrivenog smjera i udaljenosti

Slika 17. Pozicija određena pomoću pokrivenog smjera i udaljenosti [8]



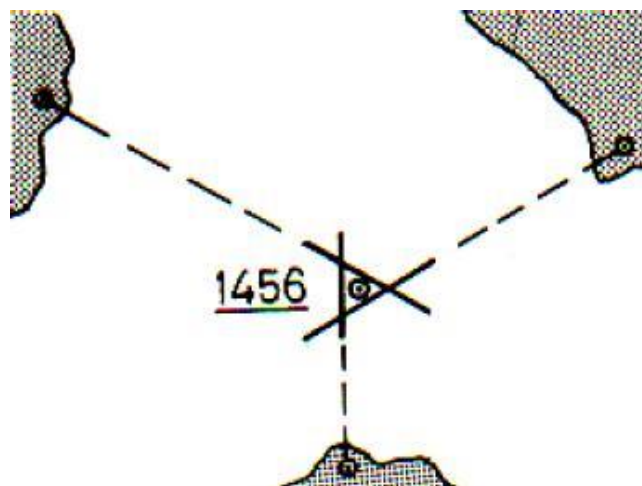
Slika 18. Pozicija određena azimutom i dubinom [8]

Određivanje pozicije istovremenim opažanjem dubine i azimuta ili udaljenosti rijetko se primjenjuje u praksi, ali nekada može biti i jedini način za odrediti poziciju broda.

4.2.3. Opažanje triju objekata istovremeno

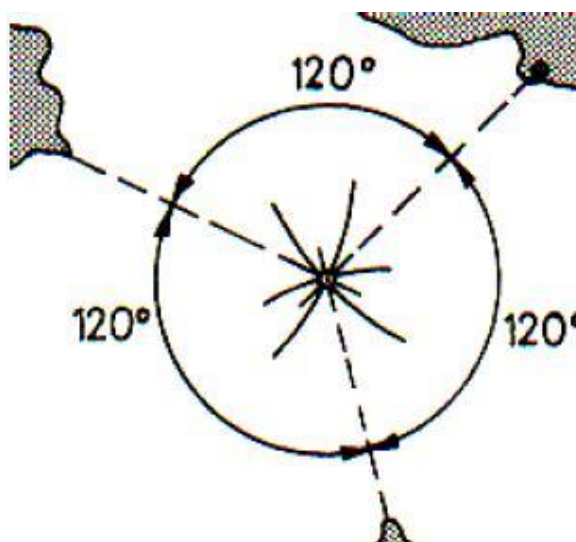
Kod određivanja položaja broda pomoću dva objekta, navigacijski časnik nikada nije siguran u točnost ucrtanih linija položaja. Pomoću tri objekta opažanja može se dogoditi da sve tri linije položaja prolaze jednom točkom. U tom trenutku navigacijski časnik pouzdano zna da je pozicija broda točna. Ako tri linije pozicije čine trokut, to znači da snimanja nisu dovoljno točno izvršena. Što je veći trokut, manja je točnost očitanih linija pozicija. Zbog toga se linija pozicija dobivena snimanjem trećeg objekta naziva još i kontrolnom linijom pozicijom. Položaj broda snimanjem triju terestričkih objekata je moguće odrediti korištenjem istovrsnih stajnica (azimuta, udaljenosti, pokrivenih smjerova) ili korištenjem raznovrsnih stajnica (azimut, horizontalni kut, udaljenost).

Položaj broda na osnovu triju azimuta vrši se tako da se snimi azimut triju objekata, svede na prave azimute te ih se ucrtava na pomorsku kartu. Kod smjeranja azimuta pojedinih objekata, treba paziti da se prvo smjeraju azimuti onih objekata koji se sporije mijenjaju, a onda onih koji se mijenjaju brže. Kad bi se sva tri azimuta mogla izmjeriti u istom trenutku i kad bi azimuti bili izmjereni idealno točno, pozicija bi se nalazila točno u sjecištu triju azimuta (idealna pozicija). Međutim, u većini slučajeva prilikom ucrtavanja snimljenih azimuta na kartu nastaje trokut koji se zove trokut pogrešaka. Ako je trokut manjih dimenzija, može se uzeti da je pozicija u središtu upisane kružnice. U principu stranice trokuta ne bi smjele biti veće od pola kabela u navigacijski opasnom obalnom području.



Slika 19. Pozicija određena s tri azimuta [8]

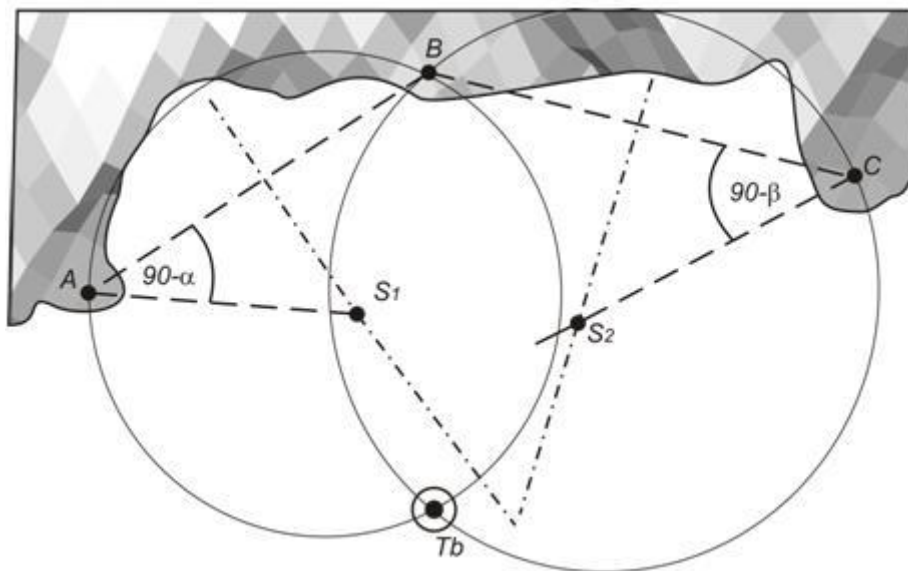
Pozicija određena mjerenjem udaljenosti je pouzdanija od pozicije određene s azimutima jer ne ovisi o kompasu. . Ako se istovremeno izmjere tri udaljenosti, pozicija broda je u sjecištu triju kružnica koje predstavljaju stajnice izmjerenih udaljenosti. Pri ovoj metodi mjerenje se mora obaviti što je brže moguće. Moraju se odabrati najpogodniji objekti za mjerenje udaljenosti.



Slika 10. Pozicija određena s tri udaljenosti [8]

Položaj broda na osnovu pokrivenog smjera i horizontalnog kuta je vrlo točan jer ne ovisi o kompasu. Praktično rješenje ove pozicije je kao i kod određivanje pozicije sa horizontalnim kutom i azimutom, samo što umjesto azimuta ovdje je pokriveni smjer.

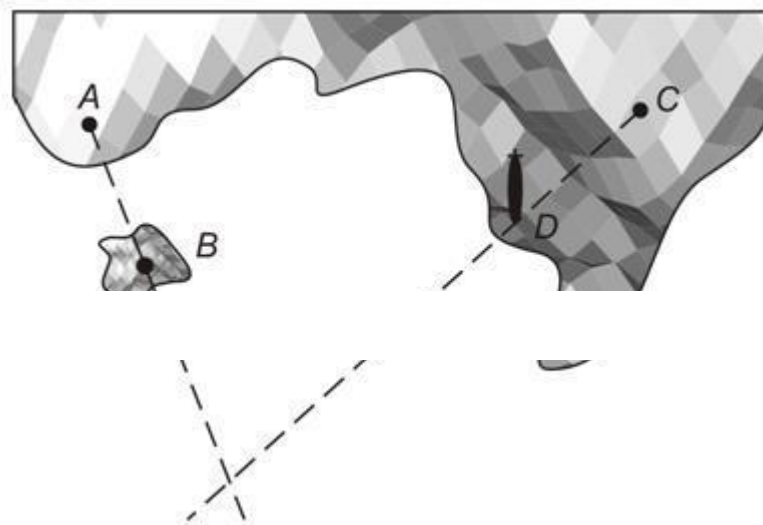
Mjerenjem dva horizontalna kuta između tri objekta ucrtaju se dvije stajnice (kružnice), u čijem sjecištu je pozicija broda. Pri povoljnom izboru objekata to je jako precizan način određivanja pozicije. Ne ovisi o kompasu, a horizontalni kutovi se mogu precizno izmjeriti sa sekstantom.



Slika 21. Pozicija određena pomoću dva horizontalna kuta [8]

Jedna od rjeđe primjenjivanih metoda je određivanje položaja broda pomoću dva pokrivena smjera. Kod tog je važno da se za svaki pokriveni smjer bliži objekti budu što bliži brodu a dalji što udaljeniji. Nadalje, poželjno je da se smjerovi sijeku pod kutom koji je što bliži pravom. Ovakav način određivanja položaja broda može se koristiti kod malih plovila (čamaca) koji i nemaju kompas, odnosno kod usidrenih brodova. Na ovaj način određena pozicija broda je vrlo točna jer ne utječe pogreška broskog kompas. Inače sa četiri ili više terestričkih objekata koji su vidljivi sa broda, a ucrtani su na pomorskoj karti mogu se kombinirati razne linije položaja kao: azimuti, pokriveni smjerovi, kružnice položaja kao udaljenost od objekata ili kao geometrijsko mjesto vrhova snimljenih horizontalnih kutova.

Pozicija broda može biti određena i kombinacijom do sada navedenih stajnica. Koji će se način upotrijebiti ovisi o području plovljenja, mogućem izboru i rasporedu objekata te navigacijskoj opremi.



Slika 22. Pozicija određena pomoću dva pokrivena smjera [8]

5. STAJNICA U ELEKTRONIČKOJ NAVIGACIJI

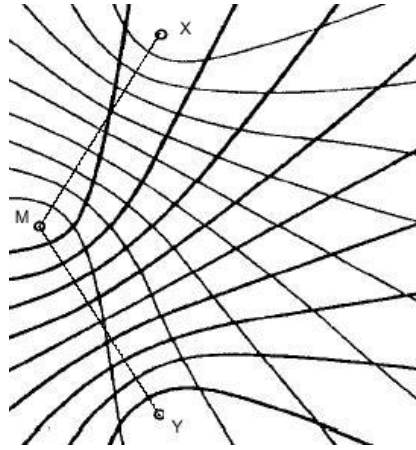
Od elektroničkih sustava pozicioniranja u pomorskoj navigaciji danas je neusporedivo najzastupljeniji satelitski sustav GPS (Global Positioning System). Osnovni je razlog njegova zadovoljavajuća točnost, globalna pokrivenost, jednostavnost uporabe i dostupnost na tržištu. Isto se može utvrditi i za ostale satelitske sustave, s tim da ruski GLONASS nije dostatno komercijaliziran, a europski sustav GALILEO još uvijek nije dovršen. Međutim, satelitski sustavi imaju i određenih nedostataka. Oni su, prije svega, vojni sustavi, što znači da ih zemlje vlasnice mogu po potrebi isključiti ili namjerno ometati (iznimka će biti budući sustav GALILEO). Uz navedene nedostatke, a koji bi se mogli svrstati u skupinu izazvanih političkim, to jest namjernim djelovanjem, postoje i pogreške uzrokovane izvedbom uređaja, načinom širenja elektromagnetskih valova, zbog potrebe sinkronizacije sustava, čovječje pogreške, itd. Preveliko oslanjanje ostalih elektroničkih sustava (npr. AIS, ECDIS, GMDSS) i ostalih navigacijskih uređaja na GPS (kao i na njegovo poboljšanje kroz DGPS) ne možemo smatrati potpuno prihvatljivom praksom. Radi što veće pouzdanosti i točnosti, bez obzira na obalnu ili oceansku plovidbu, današnji način elektroničkog pozicioniranja na moru mora biti poboljšan. To znači da se sustavi satelitske navigacije moraju dopunjavati zemaljskim elektroničkim sustavima pozicioniranja (navigacijski terestrički sustavi). Korištenjem dodatnih referentnim GPS prijammikom na Zemlji omogućeno je odašiljanje korekcije u smislu ispravljanje pogreške i podizanja točnosti GPS-a, a to je tzv. diferencijski GPS (DGPS). Za potrebe pozicioniranja najbliža alternativa satelitskim sustavima je hiperbolni sustav LORANC. Već postoji sustav u kojemu su LORAN-C i GPS sjedinjeni ili se međusobno dopunjuju. Potom slijede inercijski sustavi. Međutim, alternativa mogu biti i sustavi malog dometa, poput laserskih i hidroakustičkih. Kao mogući potencijal u razvoju zemaljskih sustava pozicioniranja možemo smatrati i mobilnu telefoniju, pogotovo u priobalnom području.

Sustavima satelitske navigacije drže se oni koji se za određivanje pozicije koriste umjetnim satelitima postavljenima u Zemljinu orbitu. Signal (elektromagnetski val), uz pomoć kojega se određuje pozicija, upućuje se sa satelita, a na osnovi njega i ostalih podataka prijammnik računa vlastitu poziciju. Poznavajući točno vrijeme predaje i prijama prijammnik računa razliku vremena, to jest udaljenosti od satelita. Uz poznavanje karakteristika elektromagnetskog vala, utjecaja atmosfere i koordinata satelitske putanje (efemeride) prijammnik može proračunati svoju poziciju s velikom točnošću (oko 10 m). Za to mu je potrebna vidljivost najmanje tri satelita. Danas je najpoznatiji satelitski sustav za određivanje pozicije američki GPS, ali postoji i ruski GLONASS, dok Europa razvija GALILEO. Ideja o korištenju satelitima za određivanje brodske pozicije pojavila se odmah nakon lansiranja prvih umjetnih satelita. Prvi službeni program koji je za cilj imao postavljati satelite za potrebe globalnog pozicioniranja, pokrenula je 1964. godine američka vojska (Navy Navigation Satellite System - NAVSAT). Dopuštenje za uporabu u civilne svrhe izdano je 1967. godine. Pozicioniranje ovog sustava temelji se na određivanju udaljenosti do satelita, na principu promjene frekvencije odaslanog signala zbog Dopplerova efekta. Ubrzo nakon uvođenja prvoga satelitskog navigacijskog sustava počinju istraživanja i pojavljuju se konkretni programi radi poboljšanja postojećeg sustava i razvoja novih, a za potrebe Ratne mornarice i Ratnog zrakoplovstva SAD-a. Sredinom 70 - tih prošlog stoljeća nastaje koncept NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging - Global Positioning System). Taj sustav temelji se na određivanju udaljenosti od satelita tako da se mjeri vrijeme potrebno da signal stigne od satelita do prijammnika. U navigacijskoj poruci emitiraju se dodatni podaci, npr. o putanjama satelita (efemeride), točnom vremenu. Brzina kretanja signala također je poznata - to je brzina svjetlosti. Iz razlike vremena predaje i prijama signala, te poznate brzine signala prijammnik računa udaljenost. Do pozicije se dolazi određivanjem udaljenosti od više satelita - minimalno tri za dvodimenzionalni (2D fix), ili četiri za trodimenzionalni položaj (zemljopisna širina, zemljopisna dužina i visina), što nazivamo 3D fix. Ona se pretvara u koordinate, a najčešće korišten model oblika Zemljine površine je WGS-84 (World Geodetic System Reference 1984) elipsoid.

GPS (Global Positioning System) je globalni sustav za vrlo točno i stalno određivanje pozicije, u vlasništvu i pod nadzorom Ministarstva obrane SAD-a. GPS sustav sastoji se od tri dijela: svemirski, nadzorni i korisnički. Svemirski dio čine 24 satelita raspoređena u 6 orbitalnih ravnina kojima je nagib prema ekvatoru (inklinacija) 55° . Sateliti su postavljeni na visini od 20.183 km, a vrijeme obilaska Zemlje je 11 sati i 58 minuta. Takav razmještaj satelita omogućuje da se s bilo koje točke na Zemlji i u bilo koje vrijeme vide najmanje četiri satelita s povoljnom elevacijom. Rad GPS sustava nadzire se uz pomoć odgovarajućih nadzornih postaja, a čine ih: glavna postaja (nalazi se u SAD-u) i mjerne i zemaljske nadzorne postaje (raspoređene po cijeloj Zemlji). Glavna postaja koordinira rad cijelog sustava, skuplja i analizira podatke, određuje efemeride satelita, korekciju vremena i parametre sustava te ih preko zemaljskih nadzornih postaja prosljeđuje satelitima. Mjerne postaje služe za mjerenje udaljenosti (pseudoudaljenosti) do svih satelita na obzoru radi utvrđivanja pogrešaka, te dobivene podatke prosljeđuje glavnoj postaji radi povećanja točnosti sustava. Korisnički dio GPS sustava čine svi korisnici, to jest oni koji imaju prijarnike GPS sustava i s kojih čitaju pozicije (brodovi, zrakoplovi, automobili itd.). Korisnici se općenito mogu podijeliti na autorizirane (američka vojska) i neautorizirane (civilni korisnici). Za civilne svrhe namijenjeno je tzv. pozicioniranje sa standardnom razinom točnosti (SPS - Standard Positioning Service). Američka Ministarstvo obrane može namjerno (dodatno) smanjiti točnost, tzv. selektivnom dostupnošću. Zemaljski elektronički sustavi pozicioniranja su oni koji se za formiranje stajnica, to jest za određivanje pozicije, koriste rasprostiranjem elektromagnetskih valova uz Zemljinu površinu, dakle ne koriste se satelitima ni rasprostiranjem valova svemirom. Od tih sustava najpoznatiji su hiperbolni navigacijski sustavi. Ostali važniji sustavi su: radarski, laserski, inercijski, goniometarski i hidroakustički sustavi.

Hiperbolni navigacijski sustavi u određivanju brodske pozicije koriste se hiperbolom kao stajnicom. Hiperbola je geometrijsko mjesto točaka u ravnini koje imaju jednaku razliku udaljenosti između dva žarišta (fokusa). Bolje rečeno, karakteristika neke točke na hiperboli (npr. brodski položaj) je razlika udaljenosti od dvaju žarišta, a to je, zapravo, konstanta. Da bi se u praksi dobila hiperbola kao stajnica, potrebno je imati dvije radiopostaje koje emitiraju signale i prijammik koji mjeri razliku vremena dolaska signala do mjesta mjerenja. Dobivena razlika vremena prijama signalâ pretvara se u razliku udaljenosti (s obzirom na to da je brzina signala poznata, to jest jednaka je brzini svjetlosti). To znači da se na brodu mjeri razlika udaljenosti od glavne (master) i od pomoćne (slave) radiopostaje. Njihovo emitiranje mora biti sinkronizirano na pravilan način da bi time bila otklonjena dvoznačnost mjerenja, jer je hiperbola simetrična funkcija, to jest ima dvije grane. Zapravo, pomoćna postaja mora kasniti s emisijom za glavnom uz određen vremenski pomak. Jedino se u tom slučaju može otkloniti dvoznačnost. Bitno je to što prijamna postaja ne treba biti s njima u sinkronizaciji, dakle je izbjegnuta vremenska sinkronizacija predajnika i prijammika. U suprotnomu bi to znatno zakompliciralo i poskupilo sustav pozicioniranja. Da se dobije pozicija, potrebno je imati minimalno dvije hiperbole (od dva para postaja) koje se sijeku pod povoljnim kutom, što čini poziciju (fix). U praksi se to izvodi s jednom glavnom i dvije ili više pomoćnih postaja, što tvori tzv. lanac. Postaje lanca raspoređene su tako da omogućuju pozicioniranje uz pomoć samo tog lanca, što ne znači da se, po potrebi, ne može koristiti postajama drugih lanaca istog sustava.

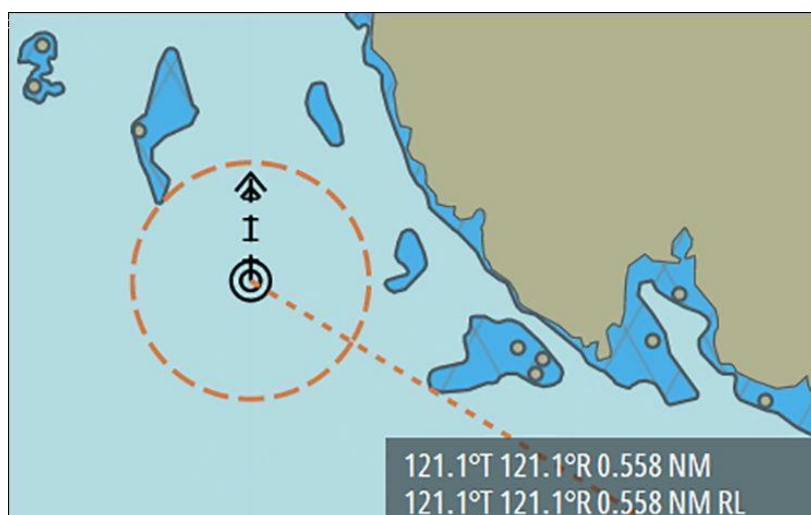
Radari kojima se koristi na klasičnim trgovačkim brodovima omogućuju određivanje udaljenosti i azimuta (pravog i relativnog) od fiksnih ili plutajućih objekata. Određivanje pozicije mjerenjem udaljenosti i azimuta (pramčanih kutova) od referentnih objekata ubraja se u klasične metode terestričke navigacije. Radarski princip u sustavim pozicioniranja poprilično je raširen, ali im je uporaba ograničena na brodove specijalnih namjena i na ratne brodove. Posebno mjesto tu zauzimaju laserski radari; oni su u stanju dati gotovo fotografski prikaz morskog područja koje se pretražuje (scanning).



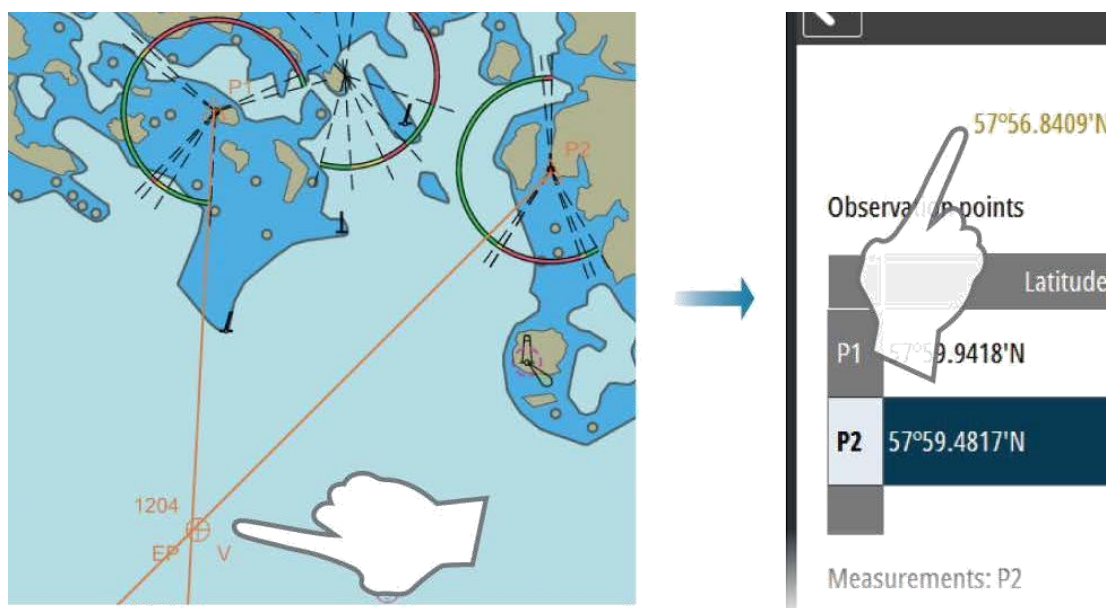
Slika 23. Linije pozicije dvaju parova odašiljača LORAN s baznim linijama MX i MY [1]

Od postojećih sustava koji kombiniraju rad satelitskih i zemaljskih sustava najpoznatiji su diferencijski sustavi, kombinacija satelitskih i hiperbolnih sustava te kombinacija satelitskih i inercijskih. Također, vrlo važno mjesto zauzimaju i dinamički sustavi pozicioniranja u koje su uključeni satelitski, diferencijski, ali i ostali sustavi malog dometa, poput radarskih, laserskih, hidroakustičnih. Diferencijskim GPS (DGPS) dadu se ispravljati pogreške GPS-a (najvećim dijelom one koje nastaju zbog utjecaja atmosfere na širenje elektromagnetskih valova). Referentna postaja na zemlji opremljena je specijalnim GPS prijamnikom koji uspoređuje vlastitu (točnu) poziciju s izmjerenom pozicijom i tako utvrđuje pogrešku vlastite GPS pozicije.

ECDIS preglednik elektronskih karata i informacijski sustav osnovni je standard korišten kod pomorskih elektronskih karata. Karte koje se baziraju na ovom standardu službeno su istovjetne analognim kartama. Glavne prednosti ECDIS elektronskih karata su: dostupnost informacijama o svim objektima u pisanoj, grafičkoj ili video formi, detaljno pregledavanje karata u svim rezolucijama i mjerilima, jednostavno i brzo osvježavanje podataka, pregledavanje raznih detalja u mjerilu prilagođenom potrebama navigatora, dostupnost podataka o obalnim objektima, prilagođenost potrebama navigatora, na primjer podešavanje osvjetljenja ekrana zbog štetnog djelovanja svjetla na zapovjedničkom mostu te mogućnost prikazivanja sa radarskim prikazom na zaslonu. Posebna pogodnost ECDIS elektronskih karata je mogućnost planiranja plovidbe i nadzor tijekom plana plovidbe (Automatic Track Keeping System – ATKS) izravno na zasloni monitora. Sustav ECDIS temeljen je na elektronskoj karti i namijenjen je velikim brodovima. Glavnu bazu podataka predstavlja vektorska karta povezana u cjelinu, a koja osim kartografskih podataka sadrži i mnoge druge podatke važne za sigurnost plovidbe. Na video zaslonu može se prikazati svako područje dovođenjem kursora na to područje. Na zaslonu se kontinuirano prikazuje pozicija broda kao i svi ostali potrebni podaci prikupljeni s ostalih navigacijskih uređaja (u integriranom elektroničkom navigacijskom sustavu podaci s dubinomjera, brzinomjera, radara, GPS-a, žirokompasa). Prikaz se može zumirati, mogu se otklanjati suvišni podaci, po volji mijenjati boja. Funkcionalnost ECDIS-a određena je standardom IMO-a o korištenju ECDIS-a.



Slika 24. Pozicija broda na ECDIS-u [5]



Slika 25. Pozicija određena LOP funkcijom [6]

6. GREŠKE KOD ODREĐIVANJA STAJNICA

Vrlo je teško odrediti točnu stajnicu. Greške se javljaju uslijed nesavršenosti nautičkih instrumenata, uslijed nesavršenosti čovječjeg oka, dakle subjektivne greške čovjeka, i konačno greške koje se javljaju uslijed valjanja i posrtanja broda te meteoroloških prilika u atmosferi. Ukratko, sve greške se mogu podijeliti na sistematske, slučajne te na grube.

Sistematske pogreške su stalne pogreške koje su posljedica nesavršenosti navigacijskih instrumenata. Određene su veličinom i predznakom koji se ne mijenja za duže ili kraće vrijeme. One se prije uporabe instrumenata odrede i odmah postave na instrumente ili se kao poznati popravci uzimaju u obzir pri ispravljanju rezultata mjerenja. Jednom određena pogreška nema trajnu vrijednost, nego se povremeno mora kontrolirati.

Slučajne pogreške nastaju zbog različitih uzroka i na svakom mjerenju mogu imati drugu vrijednost. Ne mogu unaprijed odrediti kao popravak za koji treba ispraviti rezultate mjerenja. Uglavnom nastaju zbog nesavršenosti ljudskog vida.

Grubi previdi su grube, velike pogreške u određivanju stajnica. To su zamjena objekata te pogreška u očitavanju izmjerene vrijednosti.

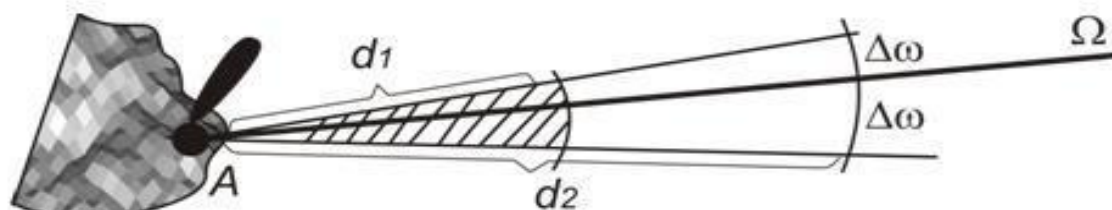
Prilikom ucrtavanja pojedinih stajnica na pomorsku kartu nastaju određene pogreške koje se ne mogu potpuno izbjeći, ali se neke od njih, točnijim radom ipak mogu donekle smanjiti. U svih vrsta stajnica, pravca, kružnice, hiperbole i izobate, javljaju se pogreške: netočno crtanje stajnice, pogreške zbog netočno ucrtanog objekta na karti i slučajna pogreška u mjerenju. Pogreška zbog netočnog crtanja stajnice ovisi o debljini i položaju olovke prema određenom pomagalu u tijeku crtanja stajnice. Kad se olovkom povlači, primjerice azimut ili kurs, dobiva se crta čija je debljina samo u dobro zašiljene olovke 0,1mm. Do pogreške u crtanju stajnice dolazi ako se površno radi: šestarom u crtanju kružnice ili udaljenosti, trokutom u mjerenju azimuta ili kursa i njihovog prijenosa do objekta ili pozicije, te prilikom nepravilnog postavljanja trokuta ili olovke na objekt na koji se ucrtava azimut. Na pomorskoj karti valja raditi dobro zašiljenom olovkom ili puntaricom, mekanom gubicom koja ne oštećuje crtež na karti, pažljivo koristiti trokut i šestarom. Nastale pogreške su u tom slučaju vrlo male i ne mogu značajnije utjecati na sigurnost plovidbe. Pogreška zbog netočno crtane pozicije objekta na karti izravno utječe na pogrešku pri ucrtavanju svake stajnice. Izmjereni azimut ili udaljenost, ako unose se na pogrešno ucrtane objekte na karti, daju netočnu stajnicu. Ove su pogreške vrlo rijetke. Slučajne pogreške u mjerenju javljaju se kod svih vrsta stajnica. Kad bi se na istom mjestu mnogo puta uzastopce odredio položaj broda tijekom dana i noći, pri različitim navigacijskim i hidrometeorološkim uvjetima, uvijek istom metodom i istim navigacijskim sredstvima, u pravokutnom koordinatnom sustavu bi se dobio skup točaka koje predstavljaju položaj broda u određenom vremenskom trenutku. Sve tako dobivene točke bile bi raspršene unutar određene površine. Tako definirana površina predstavlja dvodimenzionalni prikaz ukupnih pogrešaka položaja broda, uz preduvjet da su izvršena najpreciznija moguća mjerenja i da izvršena mjerenja ne sadrže sistemske pogreške. Površina ukupnih pogrešaka može se omeđiti elipsom u kojoj bi se nalazili svi ili gotovo svi položaji broda. Površina elipse ovisi o metodi koja je uporabljena kod određivanja položaja broda kao i o navigacijskim instrumentima koji su korišteni za mjerenje određenih parametara (primjerice površina elipse bi bila manja kod određivanja položaja broda sekstantom pomoću horizontalnih kutova, a veća kod određivanja položaja broda pomoću azimuta). Površina odnosno veličina elipse također zavisi o udaljenosti objekata i kutova pod kojima se sijeku linije položaja.

U pomorskoj navigaciji srednje kvadratna greška mjerenja služi prvenstveno za iskazivanje točnosti mjerenja koje se može izraziti na više različitih načina. Srednje kvadratna greška kada se poznaje prava vrijednost izmjerene veličine izračuna se tako da se izvrši niz od 10 do 15 mjerenja te se odredi razlika između prave i svake izmjerene veličine. Ako je algebarski zbroj tako dobivenih razlika jednak nuli ili približno jednak nuli tada je vrijednost sistematske pogreške mjerenja jednaka nuli. U protivnom se iz rezultata motrenja može izračunati vrijednost sistematske pogreške tako da se od prave vrijednosti odbije aritmetička sredina svih mjerenja. U slučaju kada se ne poznaje prava vrijednost izmjerene veličine niti se ona može točno odrediti, tada se za pravu vrijednost uzima aritmetička sredina svih izvršenih mjerenja.

Pogreške koje se pojavljuju prilikom mjerenja daljinskih ili kutnih veličina imaju vektorski karakter, ali se bitno razlikuju od klasičnog poimanja vektora. Vektor je definiran samo s jednim smjerom dok vektorska pogreška je definirana s dva moguća smjera. Zbog toga se dvije vektorske pogreške koje djeluju na istom pravcu zbrajaju kvadratno.

Specifične pogreške pojedinih vrsta stajnica su: greška u azimutu i kursu (stajnica kao pravac) te greška uslijed udaljenosti (stajnica kao kružnica).

Greška u azimutu nastaje uslijed pogreške varijacije i devijacije koja se zbraja, pogreški instrumenta i pogreški uslijed ljudskog faktora. Što je veća udaljenost od objekta, to je dužina luka uslijed ove pogreške veća, odnosno veća je površina sektora u kojem se nalazi brod.



Pogreška u azimutu

Slika 26. Pogreška u azimutu

Greške zbog kursa utječu na sličan način kao i kod azimuta. Što se dulje plovi u jednom kursu, to je veća dužina luka, odnosno površina sektora u kojem se nalazi brod.

Određuje li se udaljenost pomoću radara, greške uslijed udaljenosti su relativno male i to su uglavnom sistematske greške instrumenta. Navigacijski časnik čini grešku uslijed paralakse, ako se ne postavi točno nad ekranom, netočnosti procjene udaljenosti među daljinskim krugovima te netočnim postavljanjem pomične daljinomjerne kružnice na objekt čiju se udaljenost mjeri. Greške u udaljenosti dobivenoj na osnovu izmjerenog vertikalnog kuta dolaze uslijed: pogrešne visine oka, konveksnosti zemljine plohe, refrakcije u atmosferi, točnost visine objekta te točnosti izmjerenog vertikalnog kuta. Kao preporuku navigacijskom časniku može se navesti da izbjegava mjerenje malih vertikalnih kutova.

7. ZAKLJUČAK

Stajnica je neophodan dio za određivanje brodske pozicije. Unatoč modernim brodskim sustavima, suština stajnice je ostala nepromijenjena. Stoga bi svaki pomorac morao dobro poznavati svaku vrstu stajnice, njen pravilan odabir i primjenu u odgovarajućim navigacijskim uvjetima. Osim sposobnosti i znanja, veliku važnost ima iskustvo pomorca u određivanju i primjeni odgovarajućih stajnica. Samo iskustvom navigacijski časnik može povećati brzinu pri mjerenju stajnica i poboljšati odabir prikladnih objekata za smjeranje.

LITERATURA

- [1] Benković, F.; Piškorec, M.; Lako, Lj.; Čepelak, K.; Stajić, D.: *Terestrička I Elektronska Navigacija*, Hidrografski Institut Ratne Mornarice, Split 1986.
- [2] Bowditch, N.: *The American Practical Navigator*, 2002 Bicentennial Edition, L.L.D, National Imagery And Mapping Agency, Bethesda, Maryland
- [3] Kos, S.: *AIS ECDIS VDR*, predavanja, Pomorski fakultet u Rijeci
- [4] Simović, A. T: *Elektronička Navigacija*, , Element, Zagreb 2000.
- [5] URL: <http://www.yachting-life.net/navigation> (10.05.2018.)
- [6] URL: <https://timeandnavigation.si.edu/multimedia-asset/line-of-position-navigation> (20.06.2018.)
- [7] URL: http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Terestrika/AI_Terestrika8.PDF (15.05.2018.)
- [8] URL:
<http://www.pfri.unri.hr/~brcic/downloads/7.%20Terestricka%20navigacija%20Geometrijske%20osnove%20polozaja%20broda.pdf> (25.06.2018.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Pravac kao stajnica [8]	2
Slika 2. Kružnica kao stajnica [8]	3
Slika 3. Stajnica horizontalnog kuta [8]	4
Slika 4. Hiperbola kao stajnica [8]	5
Slika 5. Pozicija pomoću azimuta i izobate [5]	6
Slika 6. Sumnerova linija pozicije [6]	8
Slika 7. Pozicija određena u razmaku vremena [8]	10
Slika 8. Pozicija određena mjernjem dvaju azimuta [8]	11
Slika 9. Pozicija određena mjerenjem dvaju pramčanih kutova [8]	11
Slika 10. Pozicija određena s dva azimuta na dva objekta [8]	12
Slika 11. Pozicija određena s dvije udaljenosti na dva objekta [8]	13
Slika 12. Pozicija određena azimutom i udaljenošću u razmaku vremena [8]	13
Slika 13. Opažanje jednog objekta [8]	15
Slika 14. Pozicija određena s dva azimuta istovremeno [8]	17
Slika 15. Pozicija određena pomoću azimuta i horizontalnog kuta [8]	17
Slika 16. Pozicija određena pomoću dvije udaljenosti [8]	18
Slika 17. Pozicija određena pomoću pokrivenog smjera i udaljenosti [8]	19
Slika 18. Pozicija određena azimutom i dubinom [8]	19
Slika 19. Pozicija određena s tri azimuta [8]	21
Slika 20. Pozicija određena s tri udaljenosti [8]	21
Slika 21. Pozicija određena pomoću dva horizontalna kuta [8]	22
Slika 22. Pozicija određena pomoću dva pokrivena smjera [8]	23
Slika 23. Linije pozicije dvaju parova odašiljača Loran s baznim linijama MX i MY [1]	28
Slika 24. Pozicija broda na ECDIS-u [5]	29
Slika 25. Pozicija određena LOP funkcijom [6]	30
Slika 26. Pogreška u azimutu [8]	33

