

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / Merikapteeni

Arttu Lindqvist

OPAS ARPA-TUTKAKURSSILLE

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma

LINDQVIST, ARTTU

Opas ARPA-tutkakurssille

Merikapteenityö

45 sivua + 4 liitesivua

Työn ohjaaja

Timo Alava, koulutuspäällikkö

Toimeksiantaja

Kotka Maritime Centre

Marraskuu 2012

Avainsanat

ARPA, tutkat, plottaus, kohteen seuranta, tutkamerkinnänpito, navigointi, merenkulku

Tutka on nykymerenkululle välttämätön navigoijan perustyökalu. Tutka ja siihen integroitu ARPA-tietokone tuottavat käyttäjälle kaiken sen tiedon, jota tarvitaan ympäristön havainnointiin rajoitetussa näkyvyydessä. ARPA:n eli automaattisen tutkamerkinnänpidon apuvälineen avulla seurataan muiden alusten liikkeitä ja arvioidaan onko yhteentörmäämisen vaaraa olemassa.

Opinnäytetyön on määrä toimia oppaana ARPA-tutkakurssilla Kymenlaakson ammattikorkeakoulun merenkulun yksikössä. Kurssin suorittamalla saavutetaan kansainvälisesti hyväksytty sertifikaatti tutkalaitteiston käytön hallitsemisesta. Työssä keskitytään tarkasti ARPA-ominaisuuteen liittyviin asioihin, kuten ARPA:n toimintoihin, kansainvälisiin säännöksiin ja lainsäädäntöön sekä merkintäpaperilla käsin tehtävään tutkamerkinnänpitoon. Lukijalle selvitetään myös, miten ARPA-ominaisuus on päätyntä osaksi merenkulikututkaa. Lisäksi perehdytään historian tapahtumiin ja niin kutsuttuihin tutka-avusteisiin onnettomuuksiin, joiden avulla ymmärretään paremmin ARPA-ominaisuuden tuomat hyödyt turvalliseen navigointiin.

Lähtökohtana oli kerätä yksien kansien sisään kurssin kannalta kaikki relevantti tieto, sillä aiemmin saatavilla olevaa tietoa aiheesta on suppeasti suomeksi, ja englanninkielinen materiaali on hajallaan monessa eri lähteessä. Tarvittava lähdemateriaali hankittiin pääasiassa merenkulkuun liittyvistä oppaista, opintomateriaaleista sekä kansainvälisen merenkulkujärjestön julkaisuista.

Opinnäytetyö toteutettiin yhteistyössä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ja toimeksiantajana toimineen Kotka Maritime Centren kanssa.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine Technology

LINDQVIST, ARTTU

Guide for ARPA-Course

Bachelor's Thesis

45 pages + 4 pages of appendices

Supervisor

Timo Alava, Training Manager

Commissioned by

Kotka Maritime Centre

November 2012

Keywords

ARPA, radar, plotting, target tracking, navigation,
seafaring

Radar is the fundamental tool for a navigator in modern seafaring. Radar and the integrated ARPA-computer produces all the information needed in navigating in restricted visibility and in assessing the probability of a collision.

This thesis was intended to serve as a guide for the ARPA-course carried out in Kymenlaakso University of Applied Sciences, Department of Technology and Transport. After completing the course satisfactorily, one is credited with an internationally valid certificate. The thesis focuses closely on the features concerning the ARPA such as international legislation and regulations, functions of the ARPA and manually executed plotting on a maneuvering board. It is also described how the ARPA feature ended up being part of marine radar. The study presents a familiarization in the events of history and radar-assisted collisions providing a better understanding of the advantages the ARPA has brought to the safety of navigation.

The study was conducted in cooperation with Kymenlaakso University of Applied Sciences and Kotka Maritime Centre. The starting point for the thesis was to collect all the relevant information regarding the course between two covers. The available material in Finnish concerning the topic is limited and the material in English is scattered. The material was collected mainly from the professional publications, guides and publications of the International Maritime Organization.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA TERMIT 6

1 JOHDANTO 8

1.1 Opas tukena opetuskäytössä 9

1.2 Koulutus 9

2 ARPA-TUTKA 9

2.1 Tutkan käytön historiaa ja ARPA-tutkan kehitys 9

2.2 ARPA-tutkan käyttö 12

2.3 Mitä hyötyä on ARPA-ominaisuudesta? 13

3 TUTKAMERKINNÄNPITO 14

3.1 Tosimerkintä 15

3.2 Suhteellinen merkintä 16

3.3 Tutkamerkinnän peruskolmion muodostaminen 16

3.4 Väistöliikkeen suunnittelu 20

3.5 Oman aluksen kurssin muutos 21

3.6 Oman aluksen nopeuden muutos 23

3.7 Tarvittava nopeuden muutos halutun sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi 25

3.8 Tarvittava kurssin muutos halutun sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi 27

3.9 Tutkamerkinnän virheitä 28

4 KANSAINVÄLISET SOPIMUKSET JA LAINSÄÄDÄNTÖ 29

4.1 STCW 29

4.1.1 A-II/1, Vaatimukset vahtiperämiestasolla 30

4.1.2 A-II/2, Vaatimukset päällikkötasolla 31

4.2 SOLAS 31

4.2.1 V - Reg 19/2.3.2 Navigointilaittevaatimukset aluksille 300
bruttotonnista ylöspäin 31

4.2.2 V - Reg19/2.5.5 Navigointilaittevaatimukset aluksille 500 bruttotonnista ylöspäin	32
4.3 COLREGs	32
4.3.1 Tähystys	32
4.3.2 Turvallinen nopeus	32
4.3.3 Yhteentörmäämisvaara	33
4.3.4 Toimenpiteet yhteentörmäämisen välttämiseksi	33
4.4 IMO:n päätöslauselma A.823(19)	34
4.4.1 Johdanto	34
4.4.2 Maalinosoitus	34
4.4.3 Kohteen seuranta	35
4.4.4 Näyttö	36
4.4.5 Toiminnalliset varoitukset	36
4.4.6 Vaatimukset esitettävistä tiedoista	37
4.4.7 Trial manoeuvre	38
4.4.8 Tarkkuus	38
4.4.9 Yhteydet muiden laitteiden välillä	38
4.4.10 Suorituskykytestit ja -varoitukset	39
4.4.11 Meri- ja maastabilointi	39
5 ESIMERKKI ARPA-TUTKAN VIRHEMARGINAALISTA	39
6 MERENKULKUTUTKAN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	41
7 YHTEENVETO	42

LIITTEET

Liite 1. ARPA-sertifikaatti

Liite 2. ARPA:n tarkkuusvaatimukset

Liite 3. Tutkamerkintäpaperi

LYHENTEET JA TERMIT

AIS	Automatic Identification System; alusten automaattinen tunnistusjärjestelmä
ARPA	Automatic Radar Plotting Aids; automaattinen tutkamerkinnäpidon apuväline
BCR	Bow Crossing Range; etäisyys, jossa kohde ohittaa oman aluksen keulaviivan
BCT	Bow Crossing Time; aika siihen, että kohde ohittaa oman aluksen keulaviivan
COLREGs	International Regulations for Preventing Collisions at Sea; suom. Meriteiden säännöt
Course Up -näyttötapa	Haluttu suunta ylöspäin tutkan näytöllä, jolloin ympäristö kääntyy, ei suuntaviiva
CPA	Closest Point of Approach; lähin kohtaamisetäisyys
EPIRB	Emergency Position-Indicating Radio Beacon; hätäpaikannuspoiju
GHz	Gigahertsi eli miljardi hertsiä, taajuusyksikkö
Head Up -näyttötapa	Tutkanäytöllä keulaviiva on aina ylhäällä ja ympäristö kääntyy laivan ympärillä
IMO	International Maritime Organization; kansainvälinen merenkulkujärjestö
Kaapeli	Meripeninkulman kymmenesosa, 182,5 metriä
MAIB	Marine Accident Investigation Branch; Yhdistyneen Kuningaskunnan onnettomuustutkintalautakunta
MARPA	Mini-ARPA; yksinkertaistettu ARPA-tutka pienveneilijöille
Meripeninkulma	1852 metriä, leveysasteen 60:s osa, isoympyrän yksi kaariminuutti, merimaili
Plottaus	Kohteen seuranta, tutkamerkinnäpito

RACON	Merenkulun turvalaite, tutkamajakka, sanojen radar ja beacon yhdistelmä
Relative Motion -näyttötapa	Suhteellinen näyttötapa, jossa oma alus pysyy paikallaan ja ympäristö liikkuu tutkan näytöllä suhteessa omaan alukseen
S-band	Tässä: tutkapulssin taajuus S-alueella, joka on noin 3 GHz
SART	Search and Rescue Transponder; hätäsuuntimismajakka
SOLAS	The International Convention for the Safety of Life at Sea; Kansainvälinen sopimus ihmishengen turvaamiseksi merellä
Solmu (kn)	Nopeuden yksikkö, 1,852 km/h (engl. knot)
Suuntima	Havainnoitsijasta kohteeseen otettu kompassiin perustuva suunta asteina
STCW	Safety of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers; IMO:n julkaisema kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus
TCPA	Time to Closest Point of Approach; aika lähimpään sivuutusetäisyyteen
True Motion -näyttötapa	Tosiliikenäyttö. Maa pysyy paikallaan tutkakuvassa, liikkuvat kohteet ja oma alus liikkuvat näytöllä.
VHF	Very High Frequency; radiotaajuudet 30 MHz - 300 MHz
X-band	Tässä: tutkapulssin taajuus X-alueella, joka on n. 8-10 GHz

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty palvelemaan opiskelijaa IMO:n mallikurssin mukaisella ARPA-tutkakurssilla. Tähän opinnäytetyöhön on koottu kaikki kurssin teoriaosaa koskeva tieto, jota voidaan hyödyntää kurssiin liittyvissä simulaattoriharjoituksissa. Muutoin materiaali kyseiselle kurssille koostuu useasta lähteestä, ja tehokkaan opiskelun sijasta aika kuluu lähteiden etsimiseen ja jäsentelyyn. Opinnäytetyössä selvitetään ARPA-tutkan ominaisuudet suorituskyyvaatimusten avulla sekä paperilla tehtävä tutkamerkinnänpito ja kerrotaan asioiden havainnollistamiseksi myös erilaisista onnettomuuksista.

Pääpaino on kansainvälisissä säädöksissä ARPA-tutkasta sekä manuaalisessa tutkamerkinnänpidossa, joka on verrattain laaja osa kurssin sisältöä ja jonka avulla voidaan paremmin ymmärtää tietokoneen suorittamaa merkinnänpitoa sekä sen mahdollisia virheitä. Kuvitus merkinnänpitoon on toteutettu siten, että aluksi selvitetään vaiheittain plottauksen peruskäsitteet, minkä jälkeen on koottu aina yhteen kuvaan jokin tietty skenaario, joka käydään vaiheittain läpi.

Lukijan on tarkoitus saada opinnäytetyön luettuaan käsitys siitä, miksi ARPA-tutka on välttämätön osa nykyaikaista aikataulutettua merenkulkua. Lisäksi tarkoituksena on kehittää opiskelijan turvallisuuslähtöistä ajattelua sekä opettaa turhien riskien välttämistä tutkan käytössä ja muistuttaa laitteiden suorituskyyrajoituksista.

Päätteeksi luodaan lyhyt katsaus merenkulikututkan tulevaisuuteen ja sen uhkakuviin. Liitteenä ovat ARPA-sertifikaatti, IMO:n asettamat tarkkuusvaatimukset ARPA-tutkalle sekä tutkamerkintäpaperi.

1.1 Opas tukena opetuskäytössä

Tämä opinnäytetyö on tarkoitettu osaksi ARPA-tutkakurssia Kymenlaakson ammattikorkeakoulun merenkulun yksikössä. Opinnäytetyö on kirjoitettu sillä olettamuksella, että lukijalla on jo perustiedot merenkulusta ja navigointilaitteista. Tämä työ ei syvenny tutkan tekniikkaan, vaan tutkan ARPA-ominaisuuksiin säännösten ja suorituskykyvaatimusten muodossa. Lisäksi perehdytään paperille tehtävään tutkamerkinnänpitoon, mikä konkretisoi ARPA-tutkan tekemän työn.

Alan kansainvälisen luonteen vuoksi tekstissä esiintyy ajoittain englanninkielisiä termejä, koska ne tunnetaan merenkulkijoiden keskuudessa paremmin englanniksi kuin kankeina suomennoksina.

1.2 Koulutus

STCW on kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus, joka sääntelee myös minimivaatimukset kansipäällystön pätevydestä ARPA-tutkan käyttöön. Pätevyuden saavuttamiseksi tulee käydä STCW konvention osan A-II/1 mukainen koulutus ARPA-tutkan käytöstä. Hyväksytyin kurssin päätteeksi myönnetään ARPA-sertifikaatti (Liite 1), joka on yksi edellytys sille, että voi työskennellä navigoinnista vastaavana henkilönä aluksella, jossa käytetään ARPA-tutkaa. (STCW-yleissopimus 2001)

2 ARPA-TUTKA

2.1 Tutkan käytön historiaa ja ARPA-tutkan kehitys

Tutka oli merenkulun historiassa suhteellisen nuori keksintö vielä 1950-luvun lopulla, mutta alkoi vakiinnuttaa asemaansa varsin nopeasti kiistattomien hyötyjensä ansiosta. Tutka toimii yleisesti ottaen silmien jatkeena ja tuottaa visuaalista dataa myös silloin, kun silmämme eivät siihen pysty. Se on navigoinnista vastaavan henkilön perustyökälu, jonka ansiosta sumu, pimeys, rankkasade tai lumimyrsky ei estä havainnoimasta ympäristöä. Yhteentörmäyksen välttäminen tutkan avulla onnistuu, mutta se ei välttämättä ole lainkaan niin yksinkertaista kuin miltä se kuulostaa. Seuraavaksi tehdään katsaus maailman ensimmäiseksi tutka-avusteiseksi yhteentörmäämiseksi kutsuttuun onnettomuuteen, mikä pohjustaa myöhemmin käsiteltävän ARPA-tutkan tarpeellisuut-

ta merenkulussa. Lähteenä on käytetty Moscowin teosta Katastrofia kohti (1959, 49-63), Ekbladin Tutkakirjaa (2004, 64-65) ja Halpernin analyysiä Andrea Dorian ja Stockholmin yhteentörmäyksestä(3-10)

Vuoden 1956 kesällä matkustaja-alukset SS Andrea Doria ja MS Stockholm törmäsivät tiheässä sumussa Pohjois-Atlantilla. Andrea Doria oli matkalla idästä länteen määränpäänsään New York, mistä SS Stockholm oli lähtenyt vastakkaiseen suuntaan kohteenaan Göteborg. Molemmilla aluksilla oli kokenut miehistö sekä toimintakuntoiset tutkat käytössä, mutta päinvastoin kuin Stockholmilla, ei tutkavahdilla Andrea Doriolla ollut käytettävissään tutkan merkintälevy. Andrea Dorian komentosillalla oli onnettomuusiltana täysi miehitys, mutta SS Stockholmilla ainoastaan vahdissa oleva perämies.

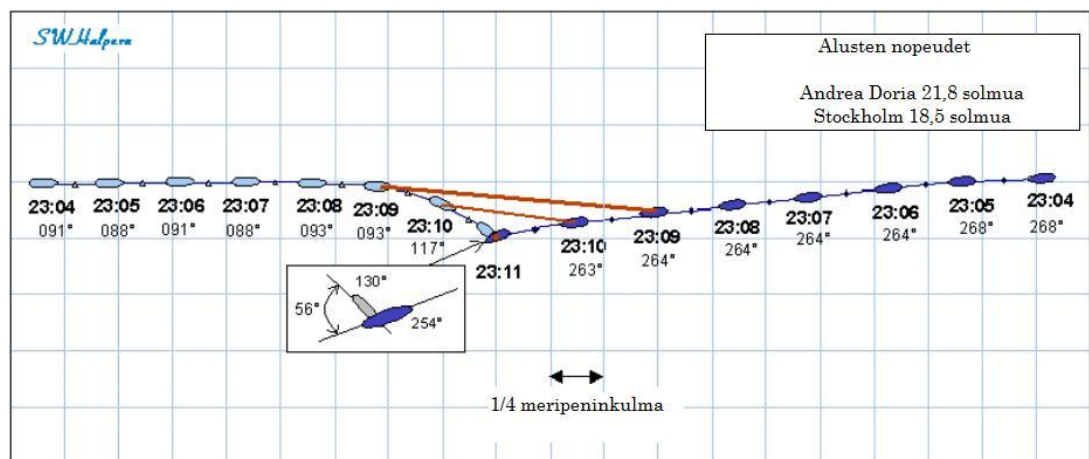
Kello 21.40 Andrea Dorian päällikkö, joka oli ollut komentosillalla varhaisesta ilta-päivästä asti, komensi aluksen uudelle kurssille 261° , jotta 14 merimailin päässä oleva Nantucketin majakkalaiva sivuutettaisiin puolentoista merimailin etäisyydeltä etelän puolelta. Samaisella kellonlyömällä ennen hyttiinsä menoa SS Stockholmien päällikkö komensi aluksensa uudelle kurssille saman majakkalaivan sivuuttamiseksi myöhemmin etelästä 1-2 merimailin etäisyydellä. SS Stockholm oli tässä vaiheessa Andrea Doriaa häiritsevän sumun ulkopuolella.

Andrea Doriolla ei ollut tapana merkitä toisten alusten asemaa niin kuin Stockholmilla. Monen päällikön ja perämiehen suosimaksi tavaksi oli muodostunut kohdattavien laivojen summittainen kurssin ja vauhdin laskeminen sen mukaan, mitä he näkivät ja muistivat tutkan kuvaputkelta nähtävistä kaiuista. Silmämääräiseen arviointiin perustuva sääntö oli, että laiva voidaan turvallisesti sivuuttaa, mikäli sen antama kaiku muuttuu huomattavasti omaan alukseen nähden, ja päinvastoin jos kulma ei muutu, ovat laivat vaarassa törmätä yhteen.

Kello 22.46, noin 26 minuuttia ennen yhteentörmäystä, SS Stockholm havaitaan Andrea Dorian tutkalla noin 17 merimailin päässä 4° styyrpuurin puolella aluksen kurssin ollessa 268° . Seitsemän minuuttia myöhemmin Andrea Doria havaitaan 12 mailin päässä SS Stockholmilta, jolla oli lähes kontrakurssi 090° vastaan tulevaan laivaan nähden. Perämies aloitti havainnon saatuaan tutkamerkinnänpidon, jossa kello 22.56 otettu ensimmäinen havainto oli 10 mpk ja 2° paapuurin puolella. Toinen havainto tehtiin 23.02, jolloin saatiin etäisyydeksi 6 mpk ja suuntimaksi 4° paapuriin. Yhdis-

tämällä nämä havaintopisteet SS Stockholmin perämies sai selville, että lähestyvä laiva sivuuttaisi heidät puolen mailin etäisyydeltä, mikä oli vähemmän kuin päällikön pysyvääsmääräykset neuvoivat. Perämies kuitenkin arvioi alusten sivuuttavan toisensa meriteiden sääntöjen mukaisesti vasen sivu vasenta sivua vasten. Kuukirkkaan taivaan alla seilanneen SS Stockholmin perämies alkoi huolestua pian, koska ei nähnyt tutkal-la näkyvän laivan kulkuvaloja. Hän ei tullut ajatelleeksi sitä tosiasiaa, että Andrea Doria voisi ajaa vastaan läheisen sumupankin sisällä, jota hän ei pimeässä nähnyt.

23.06 Andrea Dorialta havaittiin kaiku 14° oikealla 3-4 mpk:n etäisyydellä ja oletettiin alusten sivuuttavan toisensa oikea kylki oikeaa vasten. Tätä ajatusta silmällä pitäen Andrea Doria käänsi vielä 4° vasempaan varmuuden vuoksi. Stockholm päätti tehdä vielä 20° :n käännöksen oikealle sen varmistamiseksi, että vastaan tuleva laiva havait-sisi tämän. Molemmilla laivoilla oletettiin tilanteen olevan hallinnassa.



Kuva 1. Stockholmin (vas.) ja Andrea Dorian (oik.) liikkeet ennen yhteentörmäystä. (mukaiillen Halpern, s.a., 18)

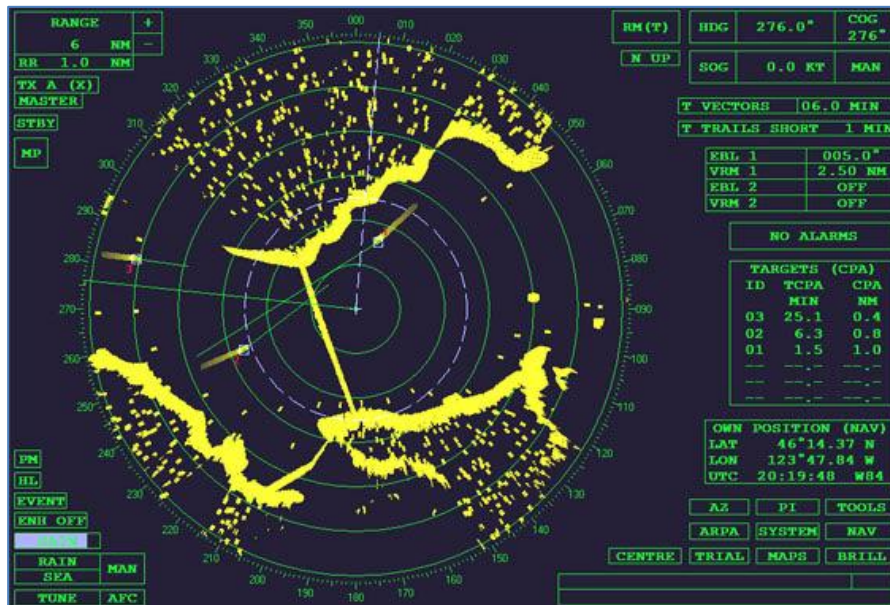
Toisin kuitenkin kävi, sillä Andrea Dorialla odotettiin sumun seasta nähtävän vihreä oikean puoleinen kulkuvalo, ja Stockholmilla etsittiin puolestaan paapuurin puoleista punaista valoa. Molempien laivojen navigoijien yllätykseksi he näkivät sumun hälvettyä päinvastaiset kulkuvalot kuin he olivat odottaneet. SS Stockholm oli törmäyskursilla kohti Andrea Dorian vihreää valoa näyttävää oikeaa kylkeä. Tämä havainto tehtiin noin yhden meripeninkulman etäisyydellä kummastakin laivasta, jolloin mitään ei ollut enää tehtävissä suurten laivojen kurssien muuttamiseksi. SS Stockholm iskeytyi Andrea Dorian kyljestä sisään 18 solmun vauhdilla repien lähes koko kyljen auki. Andrea Doria upposi aamulla, mutta SS Stockholm selvisi pelkän keulansa menetyksellä ja palasi saatettuna New Yorkiin omin voimin. Lukuisten epäselvyyksien ja pit-

källisen syyllisen selvittämisen seurauksena varustamot sopivat jutun lopulta niin, että molemmat maksoivat vain omat kulunsa.

Tietotekniikan räjähdysmäinen kehitys 1980-luvulla enteili tietokoneavusteisen kohteen seurannan tuloa navigoijan helpotukseksi. Aluksi saatiin nk. *Collision Avoidance System*, jonka sisäänrakennetut minitietokoneet ja mikroprosessorit laskivat kohteen nopeuden ja kurssin, lähimmän sivuutusetäisyyden (CPA) sekä ajan siihen (TCPA). Pian ymmärrettiin näiden *yhteentörmäämisen välttämisyjärjestelmien* olevan äärimmäisen hyödyllisiä navigoijalle sillä edellytyksellä, että niitä käytetään oikein ja niiden toimintarajoitukset ymmärretään. Nämä olivat varhaisia kehitysvaiheita ARPA:lle, joka on nimitys IMO:n hyväksymälle kohteenseurantajärjestelmälle. (Bole & Dineley 1997, 194; Hewson 1983, 268.)

2.2 ARPA-tutkan käyttö

ARPA-tutkan avulla voidaan ottaa jokin kohde automaattiseen seurantaan ja saada kohteelle liikevektori tutkan näytölle. ARPA-tutka laskee ja näyttää kohteen nopeuden, kulkusuunnan, suuntiman, etäisyyden, lähimmän sivuutusetäisyyden (CPA) sekä ajan lähimpään sivuutusetäisyyteen (TCPA).



Kuva 1. ARPA-tutkan näyttö (Sperry Marine)

Tämän lisäksi nykyisissä ARPA-tutkissa on usein myös saatavissa tieto siitä, millä etäisyydellä toinen alus ohittaa oman aluksen keulaviivan (BCR) sekä aika siihen

(BCT). Niiden esitystä ei kuitenkaan ole vaadittu IMO:n suorituskykyvaatimuksissa ARPA-tutkalle. (Bole & Dineley 1997, 194, 215, 218; Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 334.)

IMO:n päätöslauselman A.823:n mukaan *automaattisen tutkamerkintäapuvälineen* (ARPA:n) tulee parantaa keinoja yhteen törmäämisen välttämiseksi merellä:

1. vähentämällä havainnoitsijan työtaakkaa mahdollistamalla automaattisen tiedon-
saannin valituista tutkakohteista, jotta havainnoitsija saa seurattua useita kohteita
yhtä luotettavasti kuin manuaalisesti plottaamalla yhtä kohdetta
2. tuottamalla jatkuvaa, tarkkaa ja nopeaa tilanteen arviointia käyttäjälle.

(IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 122.)

ARPA-tutka on nykyään osa integroitua navigointijärjestelmää ja se hyödyntää muilta laitteilta saatavaa tietoa, kuten lokinopeutta ja hyrräkompassia. Aina on siis olemassa vaara, että järjestelmältä jää jotain tietoa saamatta, joten on erityisen tärkeää tarkastella kriittisesti ARPA:n tuottamaa tietoa. Kannattaa ottaa huomioon myös, että isolla aluksella, kuten tankkereilla, lastikannen mitta tulee huomioida arvioitaessa ARPA:n tarkkuutta. Tutka-antennin sijainti voi olla äärimmäisissä tapauksessa 300 metrin (siis 1,64 kaapelin) päässä laivan keulasta, jolloin ARPA:n tuottamaan tietoon tulee lisätä huomattava varomarginaali.

2.3 Mitä hyötyä on ARPA-ominaisuudesta?

ARPA:n kiistaton hyöty on siinä, että navigoijan ei tarvitse enää käyttää kohtuuttomasti aikaa selvittääkseen toisten alusten liikkeitä. ARPA-ominaisuus on käytännössä kääntänyt painopisteen tiedonkeruusta tiedon analysoimiseen, mikä antaa enemmän aikaa tilanteen kehittymisen seuraamisen ja sitenärkevimmän toimenpiteen valintaan. (Bole & Dineley 1997, 218, 230; Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 334.)



Kuva 2. Tutkamerkinnänpito paperilla



Kuva 3. Merkinnänpito ARPA-tutkalla

ARPA-tutkalla voi simuloida ja kokeilla väistöliikkeitä ilman, että todellisuudessa käännetään alusta, mikä helpottaa päätöksentekoa esimerkiksi tiheästi liikennöidyllä alueella (Bole & Dineley 1997, 211).

Pitää kuitenkin muistaa, että konkreettinen näköhavainto on aina luotettavin keino varmistua kohteen sijainnista ja keulasuunnasta. ARPA:ssa on laskentaviivettä, joten kohdealuksen suunnan muutoksen voi sään salliessa nähdä tietokoneen tuottamaa tietoa nopeammin katsomalla ulos. Näköhavaintojen laiminlyönti on puutteellista tähyystystä, mikä on vastoin meriteiden sääntöjä.

3 TUTKAMERKINNÄNPITO

Tutkamerkinnänpito tarkoittaa tutkakuvassa havaintohetkellä havaittujen kohteiden (tutkakaikujen) sijainnin merkitsemistä *merkintäpaperille* (Liite 3) suuntiman ja etäisyyden perusteella. Tämän avulla seurataan ympärillä olevien alusten ja kohteiden liikkeitä oman aluksen suhteen ja havaitaan, jos yhteen törmäämisen vaara on olemassa. Tämän riskinarvioinnin perusteella voidaan ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin riittävän ajoissa yhteentörmäyksen välttämiseksi. Merkinnänpidon avulla saatavan tiedon merkitys korostuu näkyväsyyden ollessa rajoitettu, jolloin optisia havaintoja ei saada. Paperille tehtävää tutkamerkintää käytetään, mikäli tutkalla ei pystytä kohteiden automaattiseen seurantaan. (Stuland 1968, 89.)

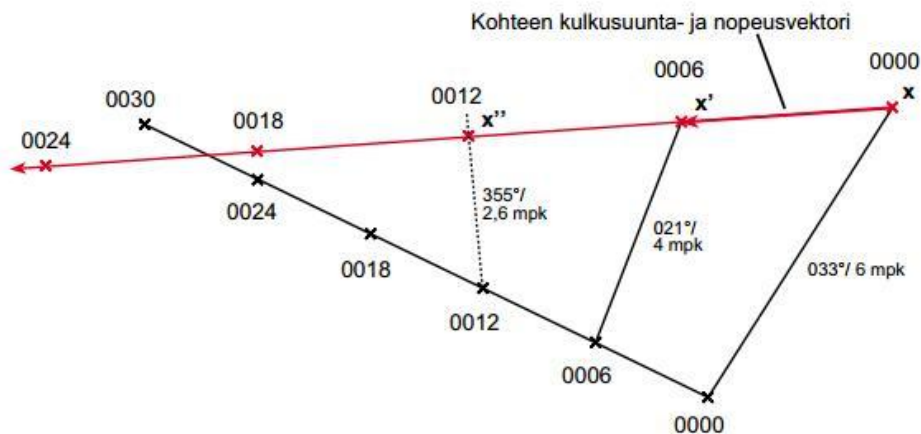
Kohteen kulkusuunnan ja nopeuden selvittämiseksi on tehtävä muutaman minuutin väliajoin havainto kohteen suuntimasta ja etäisyydestä tutkalla. Tämän jälkeen havainnot siirretään paperille käyttäen suhteellista tai tosimerkintää. Sopivaksi havaintoväliksi on vakiintunut 3, 6 tai 12 minuuttia, koska tällöin kertoimet ovat tuntiin nähden 20, 10 ja 5. (Österman 1997, 24.)

Tutkamerkinnäpidon tarkoituksena on määritellä

1. toisen aluksen suunta, nopeus ja näkymäkulma (aspekti)
2. CPA, alusten välinen lyhin sivuutusetäisyys
3. TCPA, aika lähimpään sivuutusetäisyyteen.

(Österman 1997, 23.)

3.1 Tosimerkintä



Kuva 4. Tosimerkintä (Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 338)

Tässä merkintätavassa merkitään oman aluksen paikka, tosisuuntima ja etäisyys kohdealukseen sekä havainnon kellonaika. Tosimerkintätavalla ei tarvita erityistä merkintäpaperia, vaan tavallinen ruutupaperi kelpaa. Oman aluksen sijainnin voi paperille merkitä käytännössä mihin tahansa, mutta suuntimat ja etäisyydet kohteeseen pitää merkitä tarkasti. Omalle alukselle piirretään kurssia vastaava viiva ja havaintovälit merkitään kellonajan kanssa. Kohteen tosisuuntimaa ja etäisyyttä vastaava piste merkitään paperille (piste x). Kuuden minuutin kuluttua tehdään uusi havainto ja merkitään uusi piste paperille (piste x') sekä kolmas piste 12 minuutin kohdalla (piste x''). Nämä pisteet yhdistetään viivalla, joka on kohdealuksen kulkusuunta. Kohteen nopeus

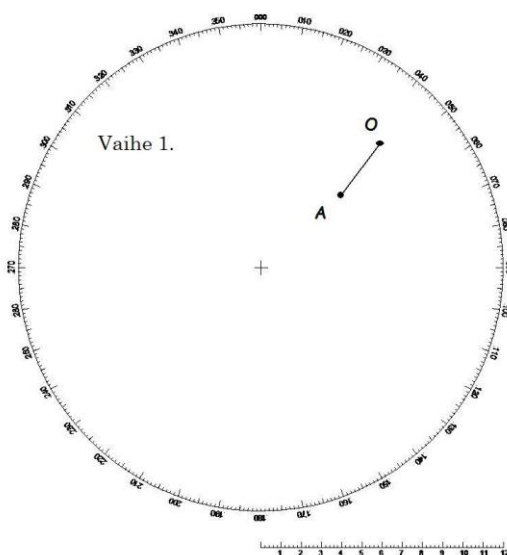
saadaan valitun mittakaavan ja ajan avulla laskemalla. (Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 338; Stuland 1968, 101-103.)

CPA:n ja TCPA:n määrittäminen tosimerkinnällä ei onnistu, minkä vuoksi tätä merkintätapaa ei juurikaan käytetä (Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 338).

3.2 Suhteellinen merkintä

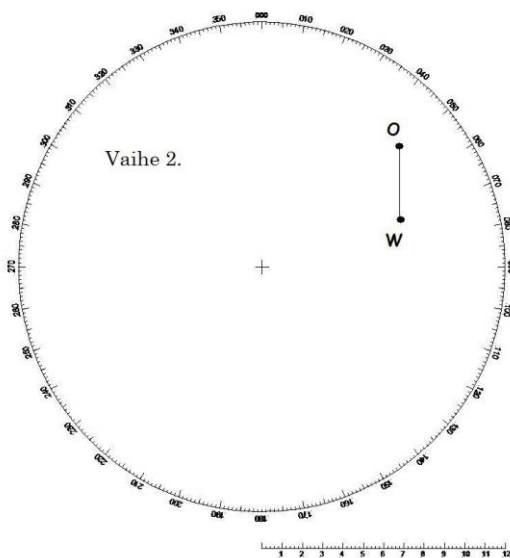
Suhteellisella merkinnällä tarkoitetaan merkintätapa, jossa suuntimat ja etäisyydet merkitään oman aluksen suhteen. Oma alus pysyy tutkan kuvaruudussa paikallaan ja ympäristö liikkuu keskipisteen ympärillä. Tämä tapa on yleisesti käytetty ja käytännöllinen, sillä sen avulla saadaan tietoon kohteen suhteellisen ja todellisen liikkeen suunta sekä suhteellinen ja tosinopeus. Lisäksi voidaan nopeasti varmistua yhteen törmäämisen vaaran olemassaolosta CPA:n ja TCPA:n avulla. Tällä merkintätavalla voidaan simuloida tarvittavia nopeuden- tai suunnanmuutoksia, jotta vältetään lähitalanne tai yhteentörmäys. (Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 334; Österman 1997, 26.) Seuraavaksi esiteltävät tutkamerkinnän menetelmät ovat suhteellista merkintää.

3.3 Tutkamerkinnän peruskolmion muodostaminen



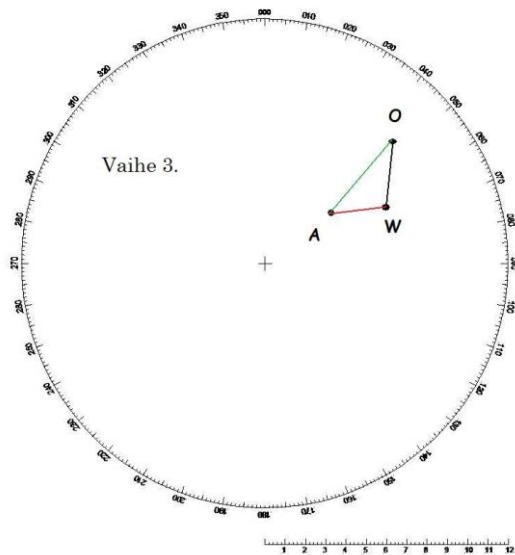
Kuva 5. Kohteen kaikutie, suhteellisen liikkeen vektori OA (mukaihen Seamanshiptutor; Österman, 24)

Aluksen havaitessa kohteen ensimmäistä kertaa merkitään kohteen sijainti kirjaimella O merkintäpaperille suuntiman ja etäisyyden perusteella. Ensimmäisen merkinnän kellonaika laitetaan muistiin merkinnän viereen. Halutun havaintovälin mukaan, esimerkiksi kuuden minuutin päästä, merkitään kohteen seuraava sijainti paperille. Kaksi havaintoa ei anna vielä luotettavaa kuvaa kohteen suhteellisesta liikkeestä, joten merkitään vielä kuuden minuutin kuluttua edellisestä merkinnästä kohteen sen hetkinen sijainti paperille. Kolmas merkintä nimetään kirjaimella A. Seuraavaksi yhdistetään pisteet viivalla toisiinsa, jolloin saadaan kohteen havaittu kaikutie. Piirretty viiva on kohteen liike ja nopeus suhteessa omaan alukseen eli suhteellisen liikkeen vektori OA. (Kuva 5).



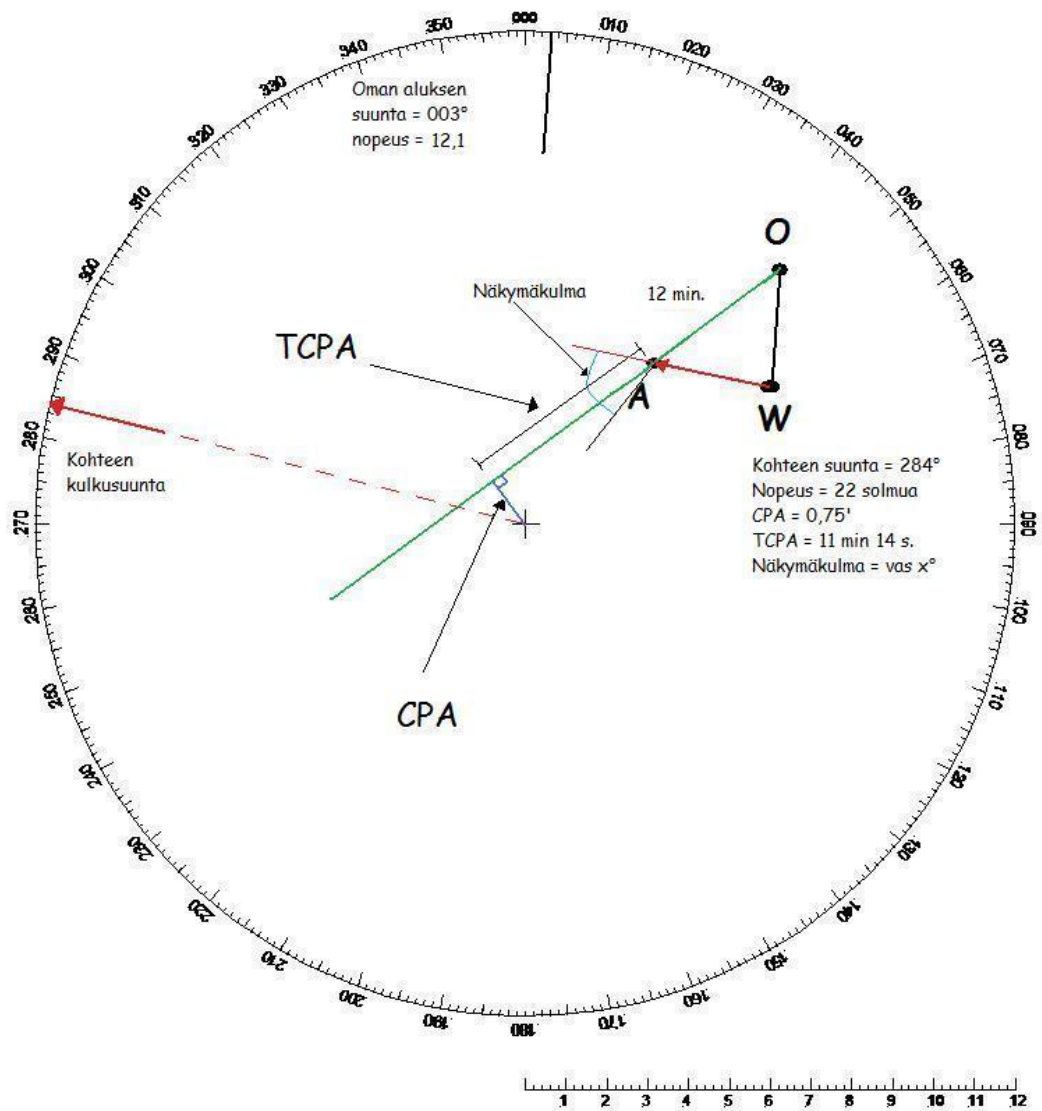
Kuva 6. Oman aluksen kulkusuunta ja nopeusvektori OW (mukailen Seamanshiptutor; Österman, 24)

Kohteen suhteelliseen liikkeeseen vaikuttaa oman aluksen liike, ja se täytyy huomioida muodostettaessa plottauksen peruskolmiota. Kuvassa oma alus liikkuu suuntaan 000°. Piirtämällä oman aluksen kulkusuuntaa ja nopeutta vastaava liikevektori, OW, saadaan selville kohteen todellisen liikkeen suunta ja nopeus. Oman aluksen vektorin pituus vastaa kuljettua matkaa havaintojen välillä. Esimerkiksi 15 solmun nopeus vastaa 1,5 mpk:n vektoria, jos havaintojen väli on 6 minuuttia ($15 \text{ kn} \times 6 \text{ min} \div 60 = 1,5 \text{ mpk}$) (Kuva 6.)



Kuva 7. Tutkamerkintäkolmio, WA = kohteen todellisen liikkeen suunta ja nopeus (mukaiillen Seamanshiptutor; Österman, 24)

Seuraavaksi yhdistetään pisteet W ja A viivalla, jolloin saadaan kohteen todellisen liikkeen vektori WA . Vektorin suunta $W-A$ on kohteen todellinen suunta ja vektorin pituus on kohteen todellinen nopeus. Nopeus saadaan mittaamalla harpilla vektorin pituus ja jakamalla saatu tulos havaintoihin käytetyllä ajalla. (Kuva 7.)



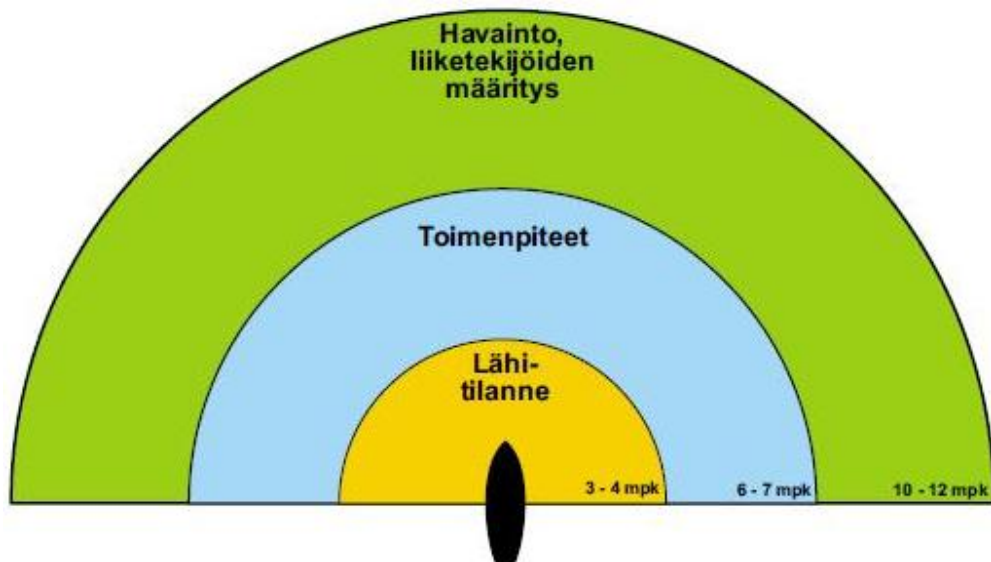
Kuva 8. Tutkamerkinnän peruskolmiolla saadaan tietoon kohdealuksen suunta, nopeus, CPA, TCPA ja näkymäkulma (mukailien Seamanshiptutor; Österman, 23-28)

Kuvassa 8 on havainnollistettu, miten peruskolmiota jatkamalla saadaan selville kaikki se informaatio, jolla voidaan tehdä päätökset yhteen törmäämisen välttämiseksi. Jatkamalla vektoria OA merkintäpaperin keskipisteen ohi ja piirtämällä kohtisuora viiva keskipisteestä siihen, saadaan selville kohteen lähin sivuutusetäisyys, CPA. Aika lähimpään sivuutusetäisyyteen, TCPA, saadaan käyttämällä kohteen suhteellista nopeutta (OA) ja mittaamalla harpilla matka pisteestä A siihen kohtaan, jossa CPA on. Esimerkiksi vektorin OA pituudeksi mitataan 2,8 mpk ja havainnot on tehty 12 minuutin aikana, jolloin kohdealuksen suhteelliseksi nopeudeksi saadaan $(2,8 \div 12) \times 60 = 14$ kn. Etäisyys pisteestä A pisteeseen CPA on 2,62 mpk. TCPA on $(2,62 \text{ mpk} \div 14 \text{ kn}) \times 60 \text{ min} = 11,228 \text{ min} \rightarrow 11 \text{ min } 14 \text{ s}$.

Kohteen todellinen suunta saadaan siirtämällä yhdensuuntaissiirrolla vektori WA merkintäpaperin keskipisteeseen ja vetämällä siitä vektorin suuntainen viiva kehälle, josta kulkusuunta luetaan. Yhdensuuntaistekniikkaa käytetään myös piirrettäessä oman aluksen suuntavektoria OW.

Aspektilla eli näkömäkulmalla tarkoitetaan kohdealuksen kölilinjan ja kohdealuksesta omaan alukseen piirretyn viivan välistä kulmaa. Aspektin avulla voidaan, tarkemmin kuin pelkän kulkusuunnan perusteella, päätellä esimerkiksi, mitkä kulkuvalot kohteesta pitäisi näkyä tai tulla näkyviin rajoitetussa näkyvyydessä. (Stuland 1968, 90.)

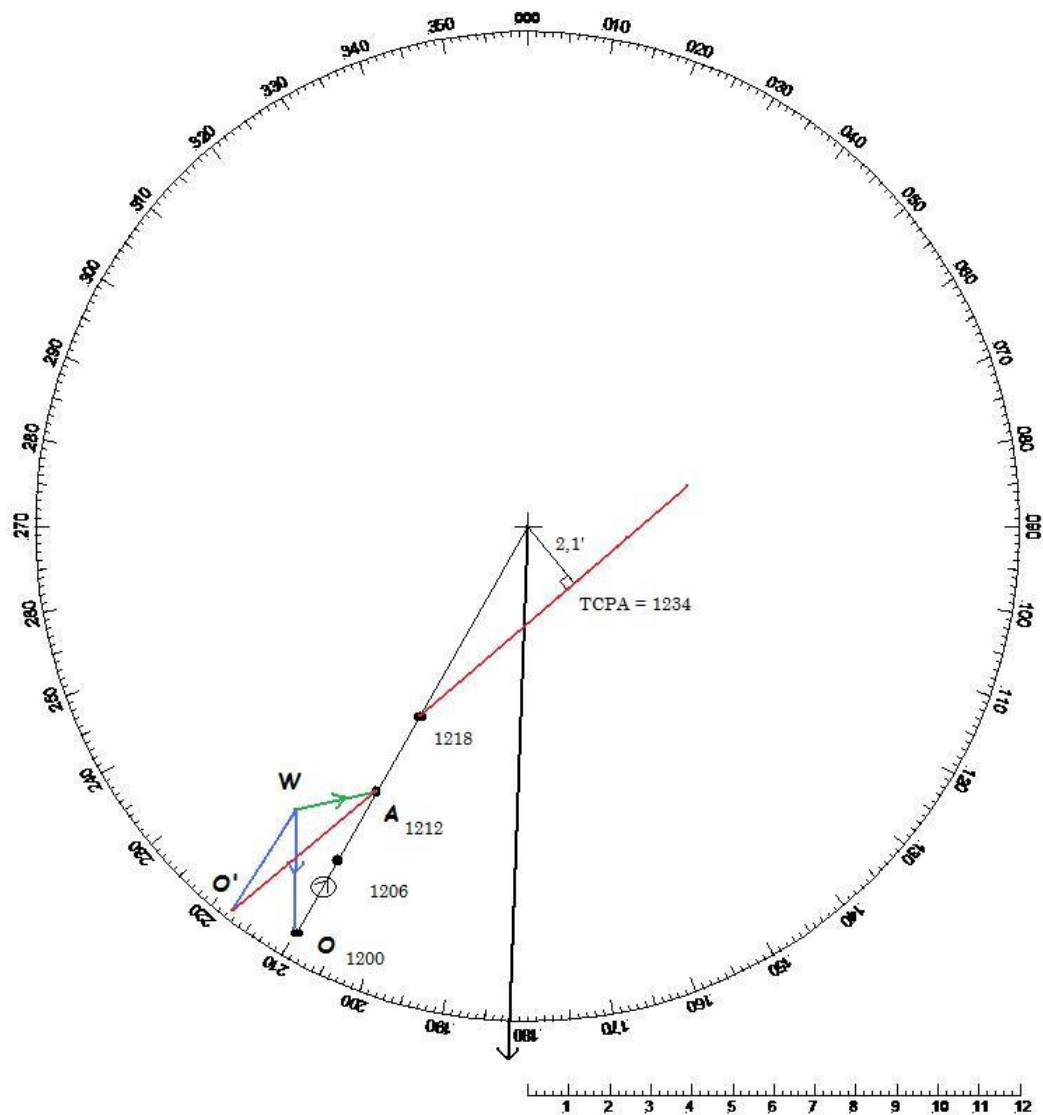
3.4 Väistöliikkeen suunnittelu



Kuva 9. Etäisyydet tutkamerkinnäpidossa (Merisotakoulun rannikonavigoinnin opas, 339)

Väistöliikettä on alettava suunnitella, mikäli merkintäpaperille saatu kohteen suhteellisen liikkeen vektori kulkee paperin keskipisteen kautta tai sivuaa sitä liian läheltä (pieni CPA). Väistöliike tulee tehdä riittävän ajoissa ja tarpeeksi suurena, jotta toinen alus voi huomata sen tutkaltaan. Väistöliike voi olla nopeuden muutos, suunnan muutos tai molemmat yhdessä. (Merisotakoulun rannikonavigoinnin opas, 339.)

3.5 Oman aluksen kurssin muutos



Kuva 10. Oman aluksen kurssin muutos (mukaiillen Seamanshiptutor; Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas 334-340)

Tässä esimerkissä selvitetään, kuinka merkintäpaperille piirtämällä nähdään oman aluksen kurssin muutoksen vaikutus CPA:han ja TCPA:han.

- Oma alus kulkee 12 solmun nopeudella suuntaan 182° .
- Kohde havaitaan klo 12:00 suunnassa 210° , etäisyydellä 11mpk.
- Kello 12.06, suuntima 210° , etäisyys 9,2 mpk.
- Kello 12.12, suuntima 210° , etäisyys 7,4 mpk.

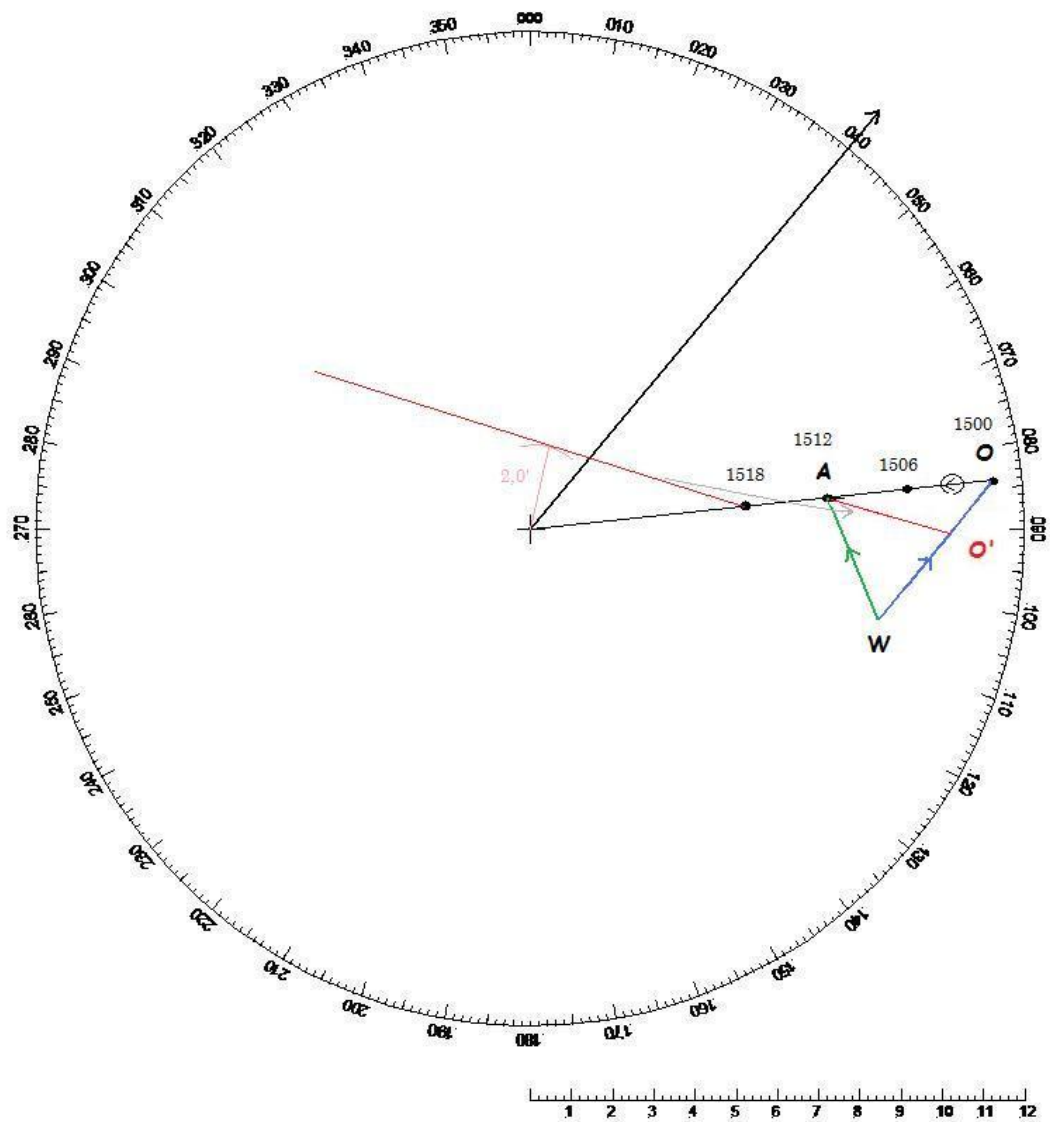
1. Muodostetaan plottauksen peruskolmio saatujen havaintojen perusteella.

2. Huomataan, että alus on törmäyskurssilla, sillä kaikutie jatkuu keskipisteen yli. Mittaamalla saadaan selville, että 12 minuutin aikana kaiku on edennyt 3,6 mpk. Kohteen suhteellinen nopeus on siis $(3,6 \text{ mpk} \div 12 \text{ min}) \times 60 \text{ min} = 18 \text{ kn}$. Yhteentörmäys ilman toimenpiteitä tapahtuisi näin ollen: $(7,4 \text{ mpk} \div 18 \text{ kn}) \times 60 \text{ min} = 24,6666\dots \text{ min} \rightarrow 24 \text{ min } 40 \text{ sek}$ kuluttua.
3. Kello 12.15 oma alus aloittaa kurssinmuutoksen suunnalle 215° ja on uudella kurssilla 12.18. Tällöin kohde plotataan suunnasta 208° etäisyydellä 5,7 mpk. Seuraavaksi selvitetään uusi, käännöksen jälkeinen CPA ja TCPA:
4. Merkitään kohteen sijainti klo 12.18.
5. Merkitään oman aluksen uusi suunta 215° pisteestä W alkaen. Vektorin pituutena käytetään WO-vektoria. Näin saadaan oman aluksen uusi suunta- ja nopeusvektori WO'.
6. Yhdistetään O'A viivalla, jolloin saadaan kohdealuksen uusi suhteellinen kulkuuunta.
7. Siirretään kohteen uusi suhteellisen liikkeen vektori (O'A) yhdensuuntaissiirtona alkamaan kello 12.18 havaintopisteestä ja jatketaan viivaa keskipisteen ohi.
8. Lasketaan uusi CPA ja TCPA:
 - CPA:ksi mitataan 2,1 mpk.
 - Mitataan harpilla väli (12.18 – CPA), joka on 4,8 mpk.
 - $(4,8 \text{ mpk} \div 18 \text{ kn}) \times 60 \text{ min} = 16 \text{ min}$.
 - $12.18 + 16 \text{ min} = 12.34$, joka on TCPA.

Kello 12.15 oma alus alkaa vähentää nopeuttaan ja kello 12.18 alus kulkee 8 solmun nopeudella. Tällöin kohde plotataan suunnasta 208° etäisyydellä 5,7 mpk. Seuraavaksi selvitetään uusi, käännöksen jälkeinen CPA ja TCPA:

1. Muodostetaan plottauksen peruskolmio saatujen havaintojen perusteella.
2. Merkitään kohteen sijainti klo 12.18.
3. Koska nopeutta vähennetään, lyhenee vektorin WO pituus. Uusi pituus on 1,6 mpk:aa vastaava pituus pisteestä W pisteeseen O'. (12 minuutin aikana alus kulkee 1,6 meripeninkulmaa kahdeksan solmun nopeudella.)
4. Yhdistetään O'A viivalla, jolloin saadaan kohdealuksen uusi suhteellinen kulkuunta.
5. Siirretään kohteen uusi suhteellisen liikkeen vektori (O'A) yhdensuuntaissiirtomaan alkamaan kello 12.18 havaintopisteestä ja jatketaan viivaa keskipisteen ohi.
6. Lasketaan uusi CPA ja TCPA (Huom. TCPA:n laskemiseksi käytetään uutta suhteellista nopeutta O'A.)

3.7 Tarvittava nopeuden muutos halutun sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi



Kuva 12. Tarvittava nopeuden muutos halutun sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi (mukaillen Seamanshiptutor; Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas, 334-340)

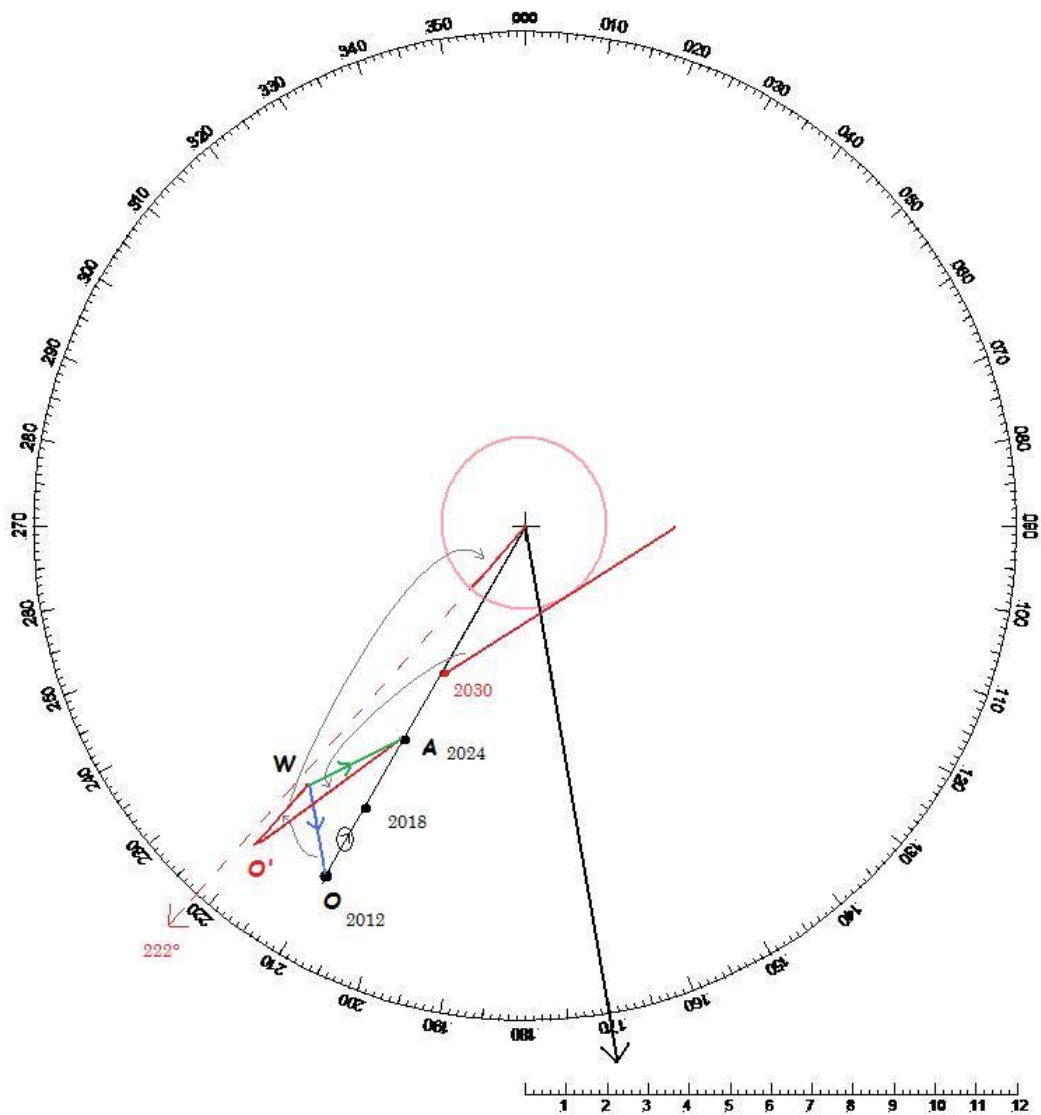
Tässä esimerkissä kerrotaan, kuinka merkintäpaperille piirtämällä saadaan selville tarvittava nopeuden muutos 2 mpk:n sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi.

- Oma alus kulkee 12 solmun nopeudella suuntaan 040°.
- Kohde havaitaan klo 15.00 suunnassa 084° etäisyydellä 11,2 mpk.
- Kello 15.06, suuntima 084°, etäisyys 10,1 mpk.
- Kello 15.12, suuntima 084°, etäisyys 9,0 mpk.

Selvitetään kello 15.18 tehtävä nopeuden muutos, jotta säilytetään 2 mpk. CPA. Selvitetään myös uusi TCPA (oletetaan, että nopeuden muutos tapahtuu välittömästi):

1. Muodostetaan plottauksen peruskolmio saatujen havaintojen perusteella.
2. Merkitään kohteen oletettu (kaikutien mukainen) sijainti klo 12.18.
3. Piirretään keskipisteen ympärille kahden mpk:n kehä.
4. Pisteestä 15.18 piirretään viiva siten, että se sivuaa keskipisteen ympärillä olevaa kahden mpk:n CPA-rengasta.
5. Siirretään äsken piirretty uusi suhteellisen liikkeen vektori alkamaan pisteestä A, jolloin O' on siinä kohtaa, missä viiva leikkaa vektorin WO. Huom.! Oma alus ei muuta kurssia. Vektorin WO suunta pysyy samana.
6. Vektorin WO' pituus vastaa uutta oman aluksen nopeutta
7. Lasketaan uusi TCPA (Huom. TCPA:n laskemiseksi käytetään uutta suhteellista nopeutta $O'A$.)

3.8 Tarvittava kurssin muutos halutun sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi



Kuva 13. Tarvittava kurssin muutos halutun sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi (mu-
kaillen Seamanshiptutor; Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas 334-340)

Tässä esimerkissä selvitetään, kuinka merkintäpaperille piirtämällä selvitetään tarvit-
tava kurssin muutos 2 mpk:n sivuutusetäisyyden säilyttämiseksi.

- Oma alus kulkee 9,8 solmun nopeudella suuntaan 170° .
- Kohde havaitaan klo 20.12 suunnassa 210° etäisyydellä 9,1 mpk.
- Kello 20.18, suuntima 210° , etäisyys 7,6 mpk.
- Kello 20.24, suuntima 210° , etäisyys 5,9 mpk.

1. Muodostetaan plottauksen peruskolmio saatujen havaintojen perusteella.

2. Merkitään kohteen oletettu (kaikutien mukainen) sijainti klo 20.30 ja piirretään kahden meripeninkulman ympyrä keskuksen ympärille.
3. Pisteestä 20.30 piirretään viiva siten, että se sivuaa keskipisteen ympärillä olevaa kahden mpk:n CPA-rengasta. Halutaan, että alus sivuuttaa meidät paapuurin puolelta, joten piirretään viiva kulkemaan oman kurssiviivan paapuurin puolelta.
4. Siirretään äsken piirretty uusi suhteellisen liikkeen vektori alkamaan pisteestä A. Pisteestä O' paikka saadaan, kun piirretään WO pituinen vektori alkamaan pisteestä W. Piste O' löytyy siitä kohdasta, jossa pisteestä A piirretty viiva ja vektorin WO pituinen viiva leikkaavat.
5. Vektorin WO' suunta vastaa tarvittavaa uutta kurssia, jotta haluttu CPA säilyisi.

3.9 Tutkamerkinnän virheitä

Tutkamerkinnänpito ei anna absoluuttista tilannekuvaa manuaalisesti eikä automaattisesti tehtynä. Virheitä paperille tehdyssä tutkamerkinnässä voi tulla suuntimavirheistä, etäisyysvirheistä, merkintöjen välillä kuluneen ajan arvioimisvirheestä sekä merkintöjen välillä väärin arvioidusta oman aluksen suunnasta ja nopeudesta. (Stuland 1968, 120-122.)

Edellä mainitut virheet voivat muodostua sen perusteella, mistä kohtaa tutkakaikua käyttäjä mittaa arvot tutkan etäisyysrenkaan ja elektronisen suuntimaviivan avulla. Mittaus tulisi aina tehdä keskeltä kaikua virheiden minimoimiseksi. Lisäksi tutkan suorituskyky vaikuttaa tutkamerkinnän tarkkuuteen. Etenkin vanhemmilla tutkilla etäisyysvirhe saattaa olla käytetyn mitta-alueen suurimmalla etäisyydellä 2,5 % ja suuntimavirhe $\pm 2^\circ$. (Stuland 1968, 120-122.)

Merkintä on epävarmaa, mikäli kohdealueksen nopeus on pieni. Tällöin on lähes mahdotonta varmistua siitä, onko kohde hitaassa liikkeessä vai kokonaan pysähtynyt ja mikä on sen keulasuunta. On parasta tehdä mahdollisimman monta havaintoa ja näin tutkia kaikutien kulkua. Havaintovälin pidentäminen kaksinkertaiseksi vähentää CPA:n määrittämisessä mahdollisesti syntyneitä virheitä puolella. (Stuland 1968, 120-122.)

4 KANSAINVÄLISET SOPIMUKSET JA LAINSÄÄDÄNTÖ

Vuonna 1948 perustettu YK:n alainen kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO on 170 jäsenvaltion organisaatio, jonka päätehtävänä on ollut kehittää ja ylläpitää kattavaa säännöskokoelmaa merenkululle. Sen vastuualueita ovat nykyään turvallisuus, ympäristö- ja lakiasiat, tekninen yhteistyö, merenkulun turva-asiat sekä merenkulun tehokkuus. Se sääntelee merenkulun lähes jokaista osa-aluetta jollakin tapaa. Sääntöjä uusitaan ja päivitetään uusien innovaatioiden ja teknisen kehityksen vanhentaessa voimassa olevan säännösten. (IMO Publications Catalogue 2012, 8.)

IMO:n julkaisut palvelevat maailman merenkulkyhteisöä lukuisilla teksteillä, kuten konventioilla, koodeilla, määräyksillä, suosituksilla, neuvoilla jne. Kukin jäsenvaltio hyväksyy nämä osaksi omaa lainsäädäntöään mm. asetuksina, ja näin syntyvät yhteiset kaikkia palvelevat säännöt ja normit. (IMO Publications Catalogue 2012, 8.)

Seuraavaan on koottu kaikista kansainvälisistä merenkulun sopimuksista ARPA-tutkaan liittyvät säännökset siinä laajuudessa, kuin tässä on relevanttia käsitellä. Sopimustekstit ovat hyvin kankeita sellaisinaan, joten ne on suomennettu arkikielelle luettavuuden parantamiseksi.

4.1 STCW

STCW on IMO:n julkaisema kansainvälinen merenkulkijoiden koulutusta, pätevyyskirjoja ja vahdinpitoa koskeva yleissopimus. Luku A-II/1 esittelee minimivaatimukset navigoinnista vastaavan perämiehen pätevydestä ARPA-tutkan osalta, kuten merenkulkijan koulutuksen operational level eli 'vahtiperämiestaso' edellyttää yli 500 brutotonnin aluksilla. Luvussa A-II/2 perehdytään samaan osa-alueeseen, mutta vain päällikköä ja yliperämiestä koskevin osin, niin kuin koulutuksen management level eli 'päällikkötaso' edellyttää. Todettakoon, että näitä säännöksiä ei tarvitse soveltaa heidän osaltaan, jotka työskentelevät laivoilla, joissa ei ole ARPA-tutkaa. Tämä mahdollinen rajoitus pätevydessä tulee kuitenkin olla näkyvissä asianomaiselle merenkulkijalle myönnettävässä sertifikaatissa. (STCW-yleissopimus.)

4.1.1 A-II/1, Vaatimukset vahtiperämiestasolla

Tällä tasolla on osattava tutkan ja ARPA-tutkan käyttö turvallisen merenkulun varmistamiseksi sekä on oltava kyky ymmärtää ja analysoida näiltä laitteilta saatavaa tietoa. Lisäksi vaaditaan yleisimpien ARPA-tutkalaitteiden tuntemus ja että ymmärretään näyttöjen ominaispiirteet, suorituskykyvaatimukset sekä liikaluottamisen vaarat. (STCW-yleissopimus.)

On ymmärrettävä tutkan suorituskyky sisältäen seuraavat asiat:

1. Tekijät, jotka vaikuttavat suorituskykyyn ja tarkkuuteen
2. Näytön säätö ja ylläpito
3. Näytön esitysvirheiden havaitseminen, valekaiut, aaltovälke, Racon-majakat, SART jne. (STCW-yleissopimus.)

On hallittava tutkan käyttö mukaan lukien seuraavat asiat:

1. Suuntima ja etäisyys, toisen aluksen suunta ja nopeus, CPA, TCPA, kohtaaminen ja ohittaminen
2. Kriittisten kaikujen tunnistaminen; toisen aluksen suunnan- ja nopeudenmuutokset sekä oman aluksen suunnan ja/tai nopeuden muutosten vaikutukset
3. Meriteiden sääntöjen soveltaminen tutkanavigointiin
4. Tutkamerkintä- eli plottaustekniikat sekä True Motion- ja Relative Motion -näyttömuotojen erojen ymmärtäminen
5. Yhdensuutaistekniikan käyttö. (STCW-yleissopimus.)

On ymmärrettävä, analysoitava ja käytettävä ARPA-tutkalta saatavaa informaatiota seuraavat asiat huomioiden:

1. Järjestelmän suorituskyky ja tarkkuus, kohteiden seurantakyky ja -rajoitukset sekä laitteiston tiedonkäsittelyviiveet
2. Järjestelmän varoitusten ja testien käyttö
3. Menetelmät kohteiden seurantaan ottoon ja sen rajoitukset
4. Suhteellisen ja tosiliikkeen vektorit sekä kohteen tietojen ja vaarallisten alueiden esittäminen näytöllä

5. Tiedon hankkiminen ja analysointi, kriittiset kaiut, katvealueet sekä kokeiluohjausliikkeet, *trial manoeuvres*. (STCW-yleissopimus)

4.1.2 A-II/2, Vaatimukset päällikkötasolla

Tällä pätevyystasolla tulee hallita perinpohjaisesti modernien navigointilaitteiden käyttö sekä olla kokonaisvaltainen ymmärrys järjestelmistä ja niiden käyttötavoista turvallisen navigoinnin ylläpitämiseksi sekä päätöksenteon tueksi. Lisäksi tulee hallita aluksen navigointiin vaadittavien tekniikoiden käyttö näkyväsyyden ollessa rajoitettu. (STCW-yleissopimus.)

Tällä vaatimustasolla tulee ymmärtää laitteiden keskinäiset suhteet toisiinsa sekä kykyä kriittisesti arvioimaan kaiken hankitun merenkulullisen tiedon, sisältäen ARPA-tutkan informaation, hyödyntääkseen sitä päätöksenteossa yhteen törmäämisen välttämiseksi sekä aluksen turvallisen navigoinnin johtamiseksi. (STCW-yleissopimus.)

4.2 SOLAS

SOLAS on kansainvälisen merenkulujärjestön julkaisema yleissopimus ihmishengen turvaamiseksi merellä. Solaksen viides luku Safety of navigation asettaa vaatimuksia aluksen navigointijärjestelmille ja -laitteille (SOLAS 2004). Seuraavaan on koottu tutkaan ja sen käyttöön liittyvät säännökset soveltuvin osin.

4.2.1 V - Reg 19/2.3.2 Navigointilaitteita vaatimukset aluksille 300 bruttotonnista ylöspäin

Kaikissa laivoissa 300 bruttorekisteritonni ylöspäin sekä kaikissa matkustajialuksissa tulee olla:

9 GHz:n tutka tai joku muu menetelmä, jolla määrittää ja esittää etäisyys sekä suuntima toiseen pinta-alukseen, tutkaheijastimiin, poijuihin, esteisiin, rantaviivoihin ja navigointimerkkeihin navigoinnin tueksi ja yhteentörmäämisen välttämiseksi.

Elektroninen merkinnäpidon apuväline tai joku muu keino elektronisesti plotata suuntima ja etäisyys kohteisiin, jotta voidaan selvittää yhteentörmäämisen vaara. (SOLAS 2004, 372.)

4.2.2 V - Reg19/2.5.5 Navigointilaittevaatimukset aluksille 500 bruttotonnista ylöspäin

Edellisten lisäksi kaikissa bruttovetoisuudeltaan yli 500 tonnin aluksissa tulee olla automaattinen tutkamerkinnänpidon apuväline tai joku muu keino plotata automaattisesti suuntima ja etäisyys kohteisiin, jotta voidaan selvittää yhteentörmäämisen vaara.

(SOLAS 2004, 374)

4.3 COLREGs

COLREGs on yleissopimus kansainvälisistä säännöistä yhteentörmäämisen välttämiseksi merellä. Suomen lakiin ne on sisällytetty nimellä Meriteiden säännöt, joka on osa lakikokoelmaa Vesiliikenteen säädökset. Seuraavaan on koottu soveltuvin osin kohdat, jotka koskevat tutkaa ja ARPA-tutkaa:

4.3.1 Tähystys

”Jokaisen aluksen on aina pidettävä asianmukaista näkö- ja kuulotähystystä sekä pyrittävä kaikin vallitsevissa olosuhteissa käytettävissä olevin keinoin tilanteen ja yhteentörmäämisvaaran perinpohjaiseen arviointiin.” (Meriteiden säännöt 2007, 13.)

4.3.2 Turvallinen nopeus

”Jokaisen aluksen on aina kuljettava turvallisella nopeudella niin, että se voi suorittaa asianmukaisen ja tehokkaan toimenpiteen yhteentörmäämisen välttämiseksi ja pysähtyä vallitseviin olosuhteisiin nähden sopivalla matkalla.” Turvallista nopeutta arvioitaessa on toimivalla tutkalla varustetun aluksen otettava huomioon muun muassa seuraavat tekijät:

1. tutkalaitteiden ominaisuudet, tehokkuus ja rajoitukset
2. tutkassa käytetyn etäisyysasteikon asettamat rajoitukset
3. merenkäynnin, sään ja muiden häiriötekijöiden vaikutus tutkahavaintoihin
4. mahdollisuus, ettei tutkassa havaita riittävällä etäisyydellä pieniä aluksia, jäätä ja muita kelluvia esineitä
5. tutkassa havaittujen alusten lukumäärä, sijainti ja liikkeet

6. näkyvyyden tarkempi arviointi, mikä voi olla mahdollista käytettäessä tutkaa määrittämään etäisyyksiä läheisyydessä oleviin aluksiin tai muihin objekteihin. (Meriteiden säännöt 2007, 13.)

4.3.3 Yhteentörmäämisvaara

”Jokaisen aluksen on käytettävä kaikki vallitsevaan tilanteeseen ja olosuhteisiin sopivat keinot ratkaistakseen, onko yhteentörmäämisen vaara olemassa. Jos sen olemassaolosta syntyy epärointiä, on yhteentörmäämisen vaaran katsottava olevan olemassa.” (Meriteiden säännöt 2007, 13-14.)

”Jos aluksella on toimintakelpoinen tutkalaite, sitä on käytettävä asianmukaisella tavalla mukaan lukien kaukohavainnot aikaisen varoituksen saamiseksi yhteentörmäämisvaarasta sekä tutkamerkinnänpito tai muu samankaltainen järjestelmällinen havaittujen kohteiden tarkkailu.” (Meriteiden säännöt 2007, 14.)

”Olettamuksia ei saa perustaa puutteellisiin havaintoihin, eikä varsinkaan puutteellisiin tutkahavaintoihin.” (Meriteiden säännöt 2007, 14.)

Yhteentörmäämisvaaran katsotaan lisäksi olevan olemassa:

1. ”jollei kompassisuuntima lähestyvään alukseen huomattavasti muutu”
2. ”yhteentörmäämisen vaara voi erinäisissä tapauksissa olla olemassa siitä huolimatta, että suuntiman muutos on huomattava, varsinkin lähestyttäessä hyvin suurta alusta tai hinausta tai lähestyttäessä alusta hyvin läheltä.” (Meriteiden säännöt 2007, 14.)

4.3.4 Toimenpiteet yhteentörmäämisen välttämiseksi

”Jokainen toimenpide yhteentörmäämisen välttämiseksi on, milloin olosuhteet sen sallivat, suoritettava epäroimättä ja varmasti, hyvissä ajoin ja hyvää merimiestapaa noudattaen.” (Meriteiden säännöt 2007, 14.)

”Jokaisen suunnan ja/tai nopeuden muutoksen yhteentörmäämisen välttämiseksi on, milloin olosuhteet sen sallivat, oltava niin suuri, että se on helposti havaittavissa toi-

sesta aluksesta joko näköhavaintona tai tutkassa; peräkkäisiä vähäisiä suunnan ja nopeuden muutoksia on vältettävä.” (Meriteiden säännöt 2007, 14.)

4.4 IMO:n päätöslauselma A.823(19)

Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n päätöslauselmat eli resoluutiot ja niiden päivitykset ovat sen antamia suosituksia, jotka lippuvaltio hyväksyy ja sitoutuu noudattamaan. Suomessa nämä julkaistaan tasavallan presidentin hyväksyminä asetuksina.

IMO:n päätöslauselma A.823(19) koskee kaikkia niitä aluksia, joihin on asennettu *automaattinen tutkamerkinnänpidon apuväline* 1.1.1997 tai sen jälkeen, ja joka täyttää ainakin sitä edeltäneen vuoden 1979 resoluution A.422(XI) suorituskykyvaatimukset ARPA-tutkan osalta. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011)

Seuraavaan on koottu voimassa olevat tekniset suorituskykyvaatimukset ARPA-tutkalle.

4.4.1 Johdanto

Yhteentörmäämisen riskin pienentämiseksi automaattisen tutkamerkinnän apuvälineen ARPA:n tulee pystyä

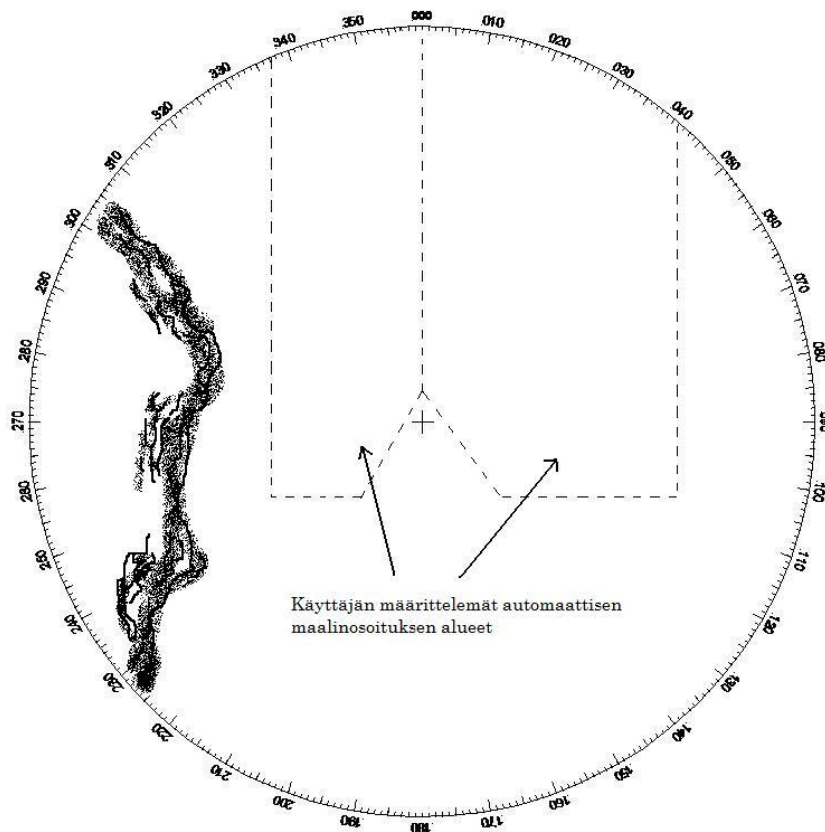
1. vähentämään käyttäjän työtaakkaa mahdollistaen automaattisen tiedonsaannin plottatuista kohteista, jotta havainnoija suoriutuisi yhtä hyvin usean kohteen seurannassa kuin manuaalisesti plottaamalla yhtä kohdetta
2. tuottamaan jatkuvaa, tarkkaa sekä nopeaa tilanteen arviointia käyttäjälle.

(IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 122.)

4.4.2 Maalinosoitus

ARPA-tutkalla tulee pystyä ottamaan kohde seurantaan joko automaattisesti tai manuaalisesti aina 100 solmun suhteellisiin nopeuksiin asti. Vaikka ARPA:ssa on automaattinen kohteen seurantaanotto, tulee myös valmius tutkamaalien pelkälle manuaaliosoitukselle ja valinnan poistamiselle olla olemassa.

ARPA-tutkassa, jossa on automaattinen maalinsoitus, tulee olla myös ominaisuus, jolla poistaa maalinsoitus halutuilta alueilta. Jokaisella etäisyyskaalalla pitää olla määriteltynä sekä näkyvissä tämä poistetun maalinsoituksen alue tutkanäytöllä. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 122.)



Kuva 14. Maalinsoituksen alueet tutkalla (mukaiillen Bole & Dineley 1997, 197)

4.4.3 Kohteen seuranta

ARPA:n tulee pystyä automaattisesti seuraamaan, prosessoimaan, esittämään samanaikaisesti näytöllä sekä jatkuvasti päivittämään tietoja ainakin 20 kohteelta siitä huolimatta, ovatko ne manuaalisesti vai automaattisesti osoitettuja.

Mikäli tutka on säädetty automaattiselle maalinsoitukselle, tulee käyttäjälle olla näkyvissä ne kriteerit, joilla kohteet otetaan seurantaan. Näytöllä tulee olla selvästi eroteltuna asianmukaisella merkinnällä ne kohteet, jotka ovat ARPA:n seurannassa.

ARPA:n tulee kyetä jatkamaan käyttäjän osoittaman ja tutkalla selvästi erotettavissa olevan kohteen seurantaa, ja kohteen on pysyttävä ainakin viidellä kymmenestä tutka-antennin pyyhkäisystä edelleen plotattuna maalina.

Tarvittaessa ARPA:n tulee pystyä näyttämään asianmukaisin symbolein ja käytössä olevaan mitta-alueeseen mahtuvana ainakin neljä tasaisin aikavälein esitettyä aiempaa positiota mistä tahansa kohteesta. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 122-123.)

4.4.4 Näyttö

ARPA-ominaisuuksien tulee olla saatavilla ainakin kolmen, kuuden sekä 12 merimailin skaaloilla. Ominaisuutta pitää pystyä käyttämään *Relative Motion* -esitystavalla ja lisäksi *North Up* sekä *Course Up* -toistolla. Tämän lisäksi ARPA voi olla saatavilla myös *True Motion* -esitystavalla. Käyttäjän näkyvissä tulee olla, kumpi esitystavoista on käytössä, ja mahdollisuus valita näiden väliltä.

ARPA-maalin kurssi- ja nopeustieto tulee esittää näytöllä vektorina tai graafisesti niin, että siitä helposti selviää kohteen ennustettu liikerata. Vektoreiden pituuden tulee olla säädettäviä valitun ajan suhteen ja valinta tosiliikevektorin ja suhteellisen liikkeen vektorin väliltä tulee olla olemassa sellaisella tutkalla, jossa esitystapa on vain vektorimuotoinen.

ARPA:n näyttämä informaatio ei saa peittää tutkakaikujen näkyvyyttä. Lisäksi sekä tutkan että ARPA:n tuottamien tietojen kirkkautta näytöllä pitää voida säätää toisistaan riippumattomasti.

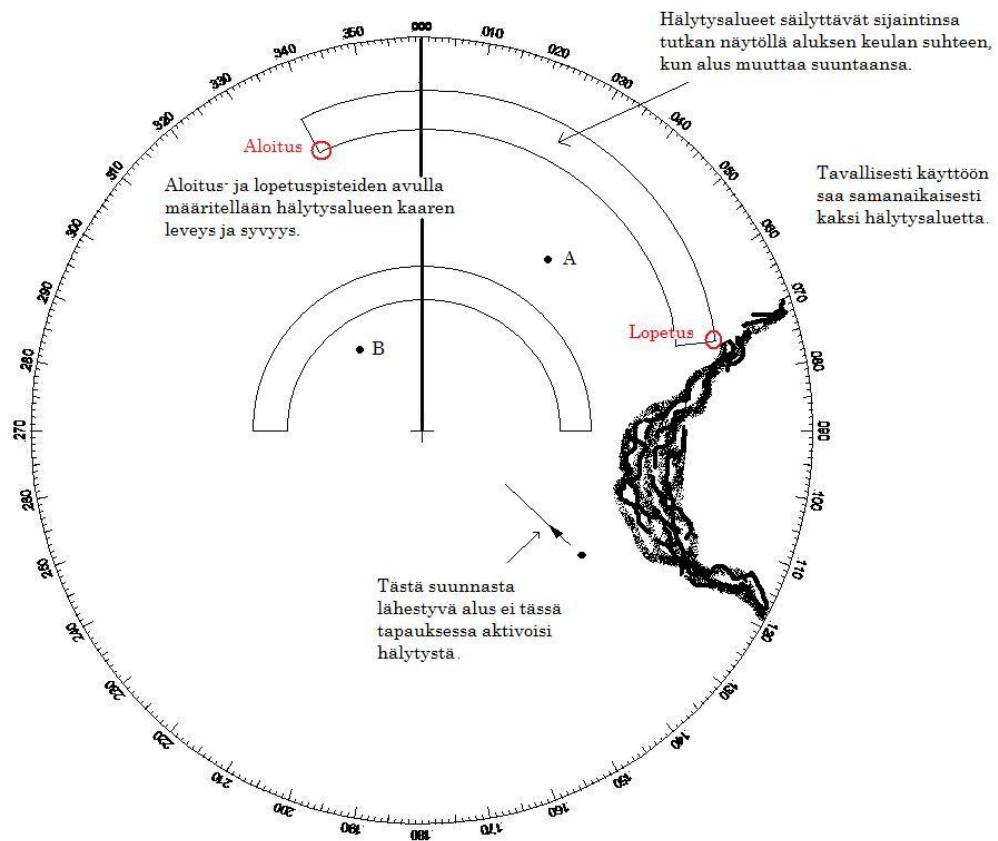
Vaivaton ja nopea keino ruudulle ilmestyneen kohteen suuntiman ja etäisyyden selville saamiseksi tulee olla olemassa. ARPA:n tulee pystyä näyttämään minuutin sisällä maalinosoituksesta kohteen liikesuunta sekä kolmen minuutin sisällä liikkeen tarkemmin lasketut arvot (Liite 2). (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 123-124.)

4.4.5 Toiminnalliset varoitukset

ARPA:n tulee varoittaa visuaalisesti näytöllä sekä äänihälytyksellä käyttäjän valitseman varoalueen sisään tulevasta tai sitä lähestyvistä kohteista. Samanlaiset hälytykset tulee myös olla manuaalisesti valittuihin CPA- ja TCPA-minimiarvoihin. Mikäli koh-

de katoaa ARPA:n seurannasta, tulee käyttäjän saada siitä selkeä ilmoitus. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 123.)

Asetettaessa hälytysalueita tutkalle tulee kiinnittää erityistä huomiota sillä hetkellä näytössä näkyviin tutkakohteisiin. Kuvassa 15 kohteesta A voi saada hälytyksen vasta, kun se osuu sisemmälle hälytyskaarelle, mutta kohteesta B ei hälytystä saada lainkaan, koska se on jo hälytysalueen sisäpuolella määrittäessä alueiden rajoja. (Bole & Dineley 1997, 197.)



Kuva 15. Hälytysalueet (mukaillen Bole & Dineley 1997, 197)

4.4.6 Vaatimukset esitettävistä tiedoista

Käyttäjän tulee saada valitsemastaan kohteesta seuraavat tiedot, jotka esitetään tutkakuvan ulkopuolella:

- nykyinen etäisyys kohteeseen
- nykyinen suuntima kohteeseen
- ennustettu lähin kohtaamispiste (CPA)
- ennustettu aika lähimpään kohtaamispisteeseen (TCPA)

- kohteen laskettu tosisuunta
- kohteen tosinopeus (ilmoitettu joko veden tai pohjan suhteen, mikä tulee näkyä arvon vieressä) (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 124-125).

4.4.7 Trial manoeuvre

ARPA:n tulee pystyä simuloidusti näyttämään oman aluksen suunnan tai nopeuden muutoksen vaikutus jokaiselle seurannassa olevalle kohteelle. Simulointi pitää pystyä valitsemaan niin, että näytetään suunnitellun suunnan tai nopeuden muutoksen välitön vaikutus kohteisiin tai valitun aikaviiveen päästä näkyvä vaikutus. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 125.)

4.4.8 Tarkkuus

ARPA-tutkalle on määritelty neljän erilaisen tilanneskenaarion mukaiset suorituskykyvaatimukset yhden ja kolmen minuutin jatkuvan plottauksen jälkeen. Liitteen 2 taulukoista havaitaan selvästi ARPA:n verrattain suuret virhemarginaalit yhden minuutin jälkeen. Kolmen minuutin jälkeen esitystarkkuus on parantunut jo huomattavasti, mutta on edelleen sen verran epävarma, että sen varaan ei voi turvallista navigointia pelkästään jättää. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 125-126.)

ARPA:n tarkkuutta tulee pitää suuntaa-antavana, ei absoluuttisena. Aina pitäisi huomioida vallitsevat olosuhteet arvioitaessa tiedon oikeellisuutta. Pitää tiedostaa, että ARPA on altis lukuisille esitystarkkuutta huonontaville tekijöille, jotka johtuvat esimerkiksi vallitsevista olosuhteista, kohteen liikkeistä tai laitteelle syötetyn informaation oikeellisuudesta. Käyttäjän tärkein tehtävä on jatkuvasti arvioida laitteelta saadun tiedon oikeellisuutta.

4.4.9 Yhteydet muiden laitteiden välillä

ARPA ei saa alentaa minkään sensoritietoa tuottavan laitteen suorituskykyä, eikä ARPA:n liittäminen johonkin laitteeseen saa alentaa sen laitteen suorituskykyä. Mikäli jokin sensoritieto puuttuu, tulee sen näkyä selvästi käyttäjälle. Järjestelmän tulee varoittaa käyttäjää, mikäli ulkopuolisilta sensoreilta saatavassa tiedossa tai sen laadussa ilmenee ongelmia, jotka voivat vaikuttaa ARPAn suorituskykyyn. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 126.)

4.4.10 Suorituskykytestit ja -varoitukset

ARPA-järjestelmä suorittaa järjestelmän kokonaissuorituskyvyn arviointia sisäisellä testiohjelmalla. Järjestelmän pitää antaa käyttäjälle varoitus mahdollisista toimintahäiriöistä, jotta käyttäjä voi varmistua sen toimintakunnosta. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 126.)

4.4.11 Meri- ja maastabilointi

Kohteiden liikevektorit ovat vakautettuja joko pohjan tai veden suhteen. Se, kumman suhteen vektorit näytetään, tulee näkyä käyttäjälle. Useissa laitteissa on mahdollista pienentää esimerkiksi virran aiheuttamaa vaikutusta ARPA:n tarkkuuteen asettamalla arvo virran korjaukselle. (IMO:n päätöslauselma A.823(19) 2011, 126.)

5 ESIMERKKI ARPA-TUTKAN VIRHEMARGINAALEISTA

Tämä esimerkki on otettu mukaan lisäperspektiivin tuomiseksi, jotta osataan paremmin huomioida huviveneilijät ja tuntemattomat tutkakaiut navigoitaessa rajoitetussa näkyvyydessä. Esimerkissä konkretisoituu ARPA-tutkan suorituskykyrajoitteet plostattaessa hitaasti liikkuvaa ja suuntaansa muuttavaa kohdetta.

Toukokuussa 2003 Ranskasta kohti Etelä-Englantia lähtenyt 14,5-metrinen purjeverene Wahkuna ja Antwerpenista Singaporeen matkalla ollut 277-metrinen konttialus P&O Nedlloyd Vespucci törmäsivät tiheässä sumussa keskellä Englannin kanaalia.

Wahkuna kulki 7,5 solmun nopeudella automaattiohjauksella suuntaan 012°, kun taas konttialus oli täydessä 25 solmun avomerinopeudessa suuntaan 255°. Aamupäivän aikana näkyväisyys heikkeni niinkin huonoksi kuin 50 metriä. Wahkunalla oli käytössään pienvenekäyttöön suunniteltu Mini-ARPA (MARPA), mutta purjevereneen miehistö ei osannut hyödyntää laitetta ja tästä syystä tutki tutkansa näytöltä kaikuja arvailien mahdollista sivuutusetaisyttä konttialukselle. Wahkunalta havaitun tutkakaiun pienentyessä kolmeen meripeninkulmaan teki veneen kippari johtopäätöksen, että alukset olisivat törmäyskurssilla. Automaattiohjaus kytkettiin pois päältä ja nopeutta hidastettiin aluksi 1-2 solmuun, kunnes vene pysäytettiin kokonaan. Tämä toimenpide tehtiin veneessä siinä uskossa, että siten havaittu kaiku ohittaisi Wahkunan 1,5 meripeninkulman päässä keulan edestä. Välittömästi tämän jälkeen kuului sumutorven ääni-

merkki ja konttialuksen keula ilmestyi noin 60 metrin päästä Wahkunan vasemmalta puolelta suorassa törmäyskurssissa.

Wahkunan väistörytyksestä huolimatta alukset törmäsivät rajusti yhteen sillä seurauksella, että purjeverne upposi. Epäonnekseen veneen miehistöllä oli pelastuslautalla valmistusvikainen EPIRB-hätäpoiju ja VHF-radiot puuttuivat kokonaan. Lisäksi he olivat matkapuhelimen kantaman ulottumattomissa. Onnettomuustutkinnassa P&O Nedlloyd Vespucciksi ilmennyt alus katosi yhteentörmäyksestä tietämättömänä sumuun. Hätäsoidhun avulla miehistö pelastettiin pikamatkustaja-alukseen reilun viiden tunnin kuluttua törmäyksestä.

Konttialuksesta tehty ensimmäinen tutkahavainto Wahkunasta oli keulasta vasemmalle CPA:lla 0,1 mpk. Laivan päällikkö oli komentosillalla vahtiperämiehen kanssa ja päätti muuttaa kurssia 10° oikealle sivuutusetäisyyden kasvattamiseksi, mutta palasi alkuperäiselle kurssilleen kahden minuutin kuluttua. Molemmat seurasivat Wahkunaa ARPA-tutkalla, joka näytti kohteen liikkuvan pohjoiseen 6,5 solmun nopeudella ja CPA:n olevan tuolloin 0,8 mailia. Laivan ollessa 1,5 - 2 mailin päässä kohteesta hiltjensi vene yllättäen nopeuttaan ARPA:n mukaan sekä muutti kurssiaan koilliseen ja pysähtyi sen jälkeen. Lähestyessä kohdetta P&O Nedlloyd Vespuccin päällikkö oli epävarma kohteen aikeista. CPA näytti 0,2 mailia, mutta päällikkö piti nopeuden ja kurssin muuttumattomina. Laivalta oletettiin luottaen ARPA-tutkan informaatioon, että kohde sivuutti aluksen perän puolelta 0,2 mailin etäisyydeltä. Kohteen kaiku ei kadonnut tutkalta yhteentörmäyksestä ja Wahkunan uppoamisesta huolimatta, vaan näytti sille sen jälkeen kolmen solmun nopeutta suuntana 075°. Tästä syystä konttialuksella jatkettiin matkaa ja luultiin, että päästiin säikähdyksellä tilanteesta. (Ekblad 2004, 98-101; MAIB 2003, 1.)

Yhteentörmäyksen syitä onnettomuustutkintalautakunta MAIB:in mukaan olivat seuraavat:

- 0,2 mpk on liian pieni CPA kuljettaessa kovalla nopeudella. Vähintään 0,7 mpk:n virhemarginaali olisi pitänyt olla pienin ARPA:n laskemalle CPA:lle lisättävä luku.
- Liiallinen luottaminen ARPA:an ja vähäisen sivuutusetäisyyden hyväksyminen konttialuksella

- Laivan päällikön arviointikyvyyn heikkeneminen 14 tunnin komentosillalla olon seurauksena.
- ARPA:lla on huomattava virhemarginaali, koska havainnoitsijan nopeus oli kova ja kohteen nopeus pieni, minkä lisäksi kohde muutti vielä suuntaansa. ARPAn saamat nopeudet olivat pohjan suhteen, mutta alueella vallitsi kahden solmun vuorovesivirta, joka heikensi plottauksen tarkkuutta edellisten lisäksi.
- Meriteiden sääntöjen mukaan kaikkia toimenpiteitä yhteentörmäämisen välttämiseksi ei suoritettu, sillä nopeus oli liian suuri, ja muihin toimenpiteisiin ei ryhdytty, vaikka vaaran epäiltiin olevan olemassa.
- P&O Nedlloyd Vespuccin päällikkö ei vaihtanut tutkan mitta-aluetta missään vaiheessa alle 3 meripeninkulman.
- Huviveneen MARPA-ominaisuutta ei osattu hyödyntää ja tutkatähystys sekä järjestelmällinen kohteenseuranta olivat puutteellisia.

(Ekblad 2004, 98-101; MAIB 2003, 1.)

6 MERENKULKUTUTKAN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Merenkulkututka on radiolaite, joka käyttää radiotaajuuksia toimiakseen. Taajuuskais-tojen laaja-alainen käyttö on johtanut siihen, että käytettävissä olevat taajuudet alkavat olla hyödynnetty jo siihen pisteeseen, että niiden käyttöoikeuksista käytäen kilpailua tulevaisuudessa. Tällä hetkellä ollaan jo siinä vaiheessa, että esimerkiksi 2,7 GHz 4G-matkaviestintaajuuden kaistan ulkopuoliset häiriölähteet ovat testeillä todistettu aiheuttaneet häiriöitä S-band merenkulkututkalle. X-band tutkalla tilanne on rauhallisempi läheisten taajuuksien ollessa vähemmän kaupallisessa käytössä. Tällä hetkellä Viestintäviraston mukaan ei ole näköpiirissä sellaista tilannetta, että kaupalliset toimijat alkaisivat hyödyntää merenkulun turvallisuustaajuuksia muihin käyttötarkoituksiin. (Pikkarainen 2012.)

Merkkejä murroskauden saapumisesta voi kuitenkin nähdä siinä, että IMO on hyväksynyt laajakaistatutkat ja eri valmistajat ovat jo tuoneet sellaisia markkinoille. Pulssitutkan muuttuminen laajakaistatutkaksi on mahdollista myös sen puolesta, että tutka-SART on saanut rinnalleen IMO:n hyväksymän AIS-SARTin, joka voisi tehdä pulssitutkasta ja sillä erottuvasta SARTista tarpeettomia. Ainakin merenkulun turvalaitteisiin kuuluva Racon-majakka aktivoituu ainoastaan pulssitutkan kanssa ja näin ollen on

este uusien laitteiden markkinavalloitukseen ilman asianmukaista murroskautta. (Pimenoff 2011, 65-67; Pikkarainen 2012.)

Merenkulku on koko historiansa ajan ollut kovin hidas ala muuttumaan, mutta nykYTEKNIKASSA mukana pysyminen on pitänyt varmistaa viimeistään kansainvälisillä sopimuksilla. Mitään velvoitetta tai käytännön syytä pulssitutkan ja sen nykyisten sovelusten poistamiselle ei näytä ainakaan vielä olevan lähitulevaisuudessa. Rahan valta, käytännön syyt sekä kaupalliset intressit saattavat kuitenkin muuttaa tulevaisuudessa merenkulunkin kenttää.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyö täyttää sille asetetut vaatimukset koota yhteen IMO:n mallikurssin mukainen sisältö. Käytetyt lähteet ovat luotettavia, sillä ne ovat pääosin Kansainvälisen merenkulkujärjestön julkaisuista, joista useilla on Suomessa lain voima. Muut käytetyt lähteet ovat lähinnä painettua kirjallisuutta, kuten oppikirjoja, ja niissä olen luottanut kustantamon lähdekritiikkiin. Internet-materiaalin luotettavuuden käsin tehtävän tutkamerkinnänpidon osalta olen tarkistanut esimerkkejä laatiessani laskemalla.

IMO määrittelee tarkasti millaista tietoa ARPA-tutkan tulee käyttäjälle tuottaa. Tekniikka ei ole edelleenkään sillä tasolla, että saatu tieto olisi absoluuttisesti paikkansa pitävää. Joka tapauksessa ARPA-tutka suorittaa tutkaplottauksen paljon nopeammin, tarkemmin ja tehokkaammin kuin käsin tehtynä voidaan saada aikaiseksi. On tärkeää tiedostaa voimassa olevat suorituskykyvaatimukset ja ne virhemarginaalit, joilla laitteet toimivat. Opinnäytetyössä tutustutaankin perusteellisesti käsiplottaukseen, jonka kautta ymmärretään ARPAn toiminta sekä sen tekemä työ ja osataan sitä kautta analysoida paremmin sen tuottamaa informaatiota yhteentörmäämisen ja lähitilanteiden välttämiseksi.

Merenkulkuun on tullut kuluneen sadan vuoden aikana kiitettävä määrä uusia innovaatioita turvallisen navigoinnin varmistamiseksi. Merenkulikututka sovelluksineen on yksi merkittävimpiä, sillä se on mahdollistanut merenkulun nykyisessä muodossaan, jolloin huono näkyväisyys ei enää ole este matkan jatkumiselle. Kuten aina, tämäkin keksintö aiheutti kuitenkin ongelmia alkuun, koska sitä ei aina osattu hyödyntää siten, kuin oli tarkoitettu. Tästä muistuttavat lohduttomat onnettomuusraportit, joista nykymerenkulkijan tulee ottaa opiksi.

Tietotekniikan vallankumouksen myötä eteen tuli jälleen uusi ongelma: sokea luottaminen uuteen tekniikkaan ja tietokoneen tuottaman informaation oikeellisuuteen. Navigointilaitteet yleisesti ottaen näyttävät nykyään valtaosan ajasta oikeaa ja tarkkaa tietoa, mutta se hyvin pieni prosentuaalinen osuus, jolloin näin ei tapahdu, voi olla kohtalokas pahimmassa tapauksessa tuhansien henkien kannalta. Tästä syystä saadun informaation analysointia ja kyseenalaistamista ei voi liiaksi korostaa.

LÄHTEET

Bole A.G. & Dineley W.O. 1997. Radar and ARPA Manual. Butterworth-Heinemann.

Ekblad, Jonas, 2004. Tutkakirja. Multikustannus

Halpern, Samuel. Analyysi Andrea Dorian ja Stockholmin yhteentörmäyksestä. Saatavissa: http://www.titanicology.com/AndreaDoria/Stockholm-Andrea_Doria_Collision_Analysis.pdf (Viitattu 6.11.2012)

Hewson J.B. 1983. A History of the Practice of Navigation, second edition. Brown, Son & Ferguson, Limited.

IMO:n päätöslauselma A.823(19). IMO Performance Standards for Shipborne Radiocommunications and Navigational Equipment, 2011 edition: Performance Standards for Automatic Radar Plotting Aids (ARPAs). Resolution A.823 (19).

IMO Radar Simulator. 1987. Model Course 1.09.

IMO Publications Catalogue. 2012. Saatavissa: <http://www.imo.org/Publications/Documents/Catalogue%20and%20book%20code%20list/English/Catalogue.pdf> (Viitattu 10.10.2012)

MAIB 2003, Marine Accident Investigation Branch. Saatavissa: http://www.maib.gov.uk/cms_resources.cfm?file=/nedlloyd%20vespucci%20and%20wahkuna.pdf (Viitattu 24.10.2012)

ARPA-tutkan toiminnot. Saatavissa: <http://thenauticalsite.com/NauticalNotes/ARPA/MyARPA-Lesson03-TrialMan.htm> (Viitattu 10.10.2012)

Furuno tutkamanuaali. Saatavissa: <http://www.manualslib.com/manual/55737/Furuno-Fr-2125v.html?page=96#manual> (Viitattu 2.11.2012)

Karlsson, Sune. 2002. Merenkulun perusteet, rannikolta avomerelle. Opetushallitus

Merisotakoulun rannikkomerenkulun opas. Saatavissa:

<http://koti.mbnet.fi/rada/Osa1.pdf> ja <http://koti.mbnet.fi/rada/Osa2.pdf> (Viitattu 31.10.2012)

Meriteiden säännöt. Vesiliikenteen säädökset, Lakikokoelmat. 2007. Edita.

Moscow, Alvin. 1959. Katastrofia kohti. Andrea Dorian ja Stockholmin yhteentörmäys. Suomentanut Kari Lampén. K.J. Gummerrus Osakeyhtiö.

Nordling, Carl O. Rekonstruktio Andrea Dorian ja Stockholmin yhteentörmäyksestä. Saatavissa: <http://www.carlonordling.se/doria/doria.html> (Viitattu 6.11.2012)

Pikkarainen, Kalle. Radioverkkoasiantuntija, Viestintävirasto. Puhelinhaastattelu 6.11.2012.

Pimenoff, Irina. 2011. Merenkulutusalan kehityksestä. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Seamanshiptutor. Saatavissa: <http://www.seamanshiptutor.com> (Viitattu 1.11.2012)

SOLAS. 2004. International Maritime Organization

Sperry Marine. Saatavissa:

<http://www.buffalocomputergraphics.com/content/pages/pcbme-sperry-bridgemaster-radar-simulator> (viitattu 10.10.2012)

STCW-yleissopimus. STCW Convention. 2001. International Maritime Organization

Stuland, Tor. 1968. Tutka ja tutkamerkintä. Alkuperäisteoksesta soveltaen suomentanut merikapteeni Harri Koskela. Ammattikasvatushallitus.

Österman, Trygve. 1997. Suomen Navigaatioliiton Julkaisusarja 14a. Toinen painos.

LIITE 1



**KYMENLAAKSO UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES
SEAFARING & LOGISTICS**

ARPA Certificate

Name Arttu Lindqvist
Date of birth

This is to certify that the above mentioned person has completed successfully an approval training course in the use of ARPA (Automatic Radar Plotting Aids) during 26th of April to 2nd of May 2011.

The curriculum of the course meets the requirements specified in the Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW convention section A-II/1).

Kotka, 17th of May 2011



Ari Helle
Programme Head
Seafaring and Logistics



Timo Alava
Course conductor

LIITE 2, 1(2).

Taulukko 1. Tilanneskenaariot taulukoille 1. ja 2. (mukailten IMO Resolution A.823 (19). 129)

Scenario	1	2	3	4
Own ship course	000 °	000 °	000 °	000 °
Own ship speed	10 knots	10 knots	5 knots	25 knots
Target range	8 nautical miles	1 nautical mile	8 nautical miles	8 nautical miles
Bearing of target	000°	000°	045°	045°
Relative course of target	180°	090°	225°	225°
Relative speed of target	20 knots	10 knots	20 knots	20 knots

Taulukko 2. ARPA:lta vaadittava esitystarkkuus yhden minuutin kohteenseurannan jälkeen. (IMO Resolution A.823 (19). 125-126)

Data Scenario	Relative course (degrees)	Relative speed (knots)	CPA (nautical miles)
1	11	2,8	1,6
2	7	0,6	-
3	14	2,2	1,8
4	15	1,5	2,0

LIITE 2, 2(2)

Taulukko 3. ARPA:lta vaadittava esitystarkkuus kolmen minuutin kohteenseurannan jälkeen. (IMO Resolution A.823 (19). 125-126)

Data Scenario	Relative course (degrees)	Relative speed (knots)	CPA (nautical miles)	TCPA (min)	True course (degrees)	True speed (knots)
1	3,0	0,8	0,5	1,0	7,4	1,2
2	2,3	0,3	-	-	2,8	0,8
3	4,4	0,9	0,7	1,0	3,3	1,0
4	4,6	0,8	0,7	1,0	2,6	1,2

LIITE 3

