



Turvallisuusselvitys

S1/2004M b

Luotsaustyö ja sen kehitys

Tämä tutkintaselostus on tehty turvallisuuden parantamiseksi ja uusien onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi. Tässä ei käsitellä onnettomuudesta mahdollisesti johtuvaa vastuuta tai vahingonkorvausvelvollisuutta. Tutkintaselostuksen käyttämistä muuhun tarkoitukseen kuin turvallisuuden parantamiseen on vältettävä.

Onnettomuustutkintakeskus
Centralen för undersökning av olyckor
Accident Investigation Board

Osoite / Address: Sörnäisten rantatie 33 C **Adress:** Sörnäs strandväg 33 C
FIN-00500 HELSINKI 00500 HELSINGFORS

Puhelin / Telefon: (09) 1606 7643
Telephone: +358 9 1606 7643

Fax: (09) 1606 7811
Fax: +358 9 1606 7811

Sähköposti: onnettomuustutkinta@om.fi tai etunimi.sukunimi@om.fi
E-post: onnettomuustutkinta@om.fi eller förnamn.släktnamn@om.fi
Email: onnettomuustutkinta@om.fi or first name.last name@om.fi

Internet: www.onnettomuustutkinta.fi

Henkilöstö / Personal / Personnel:

Johtaja / Direktör / Director	Veli-Pekka Nurmi
Hallintopäällikkö / Förvaltningsdirektör / Administrative Director	Pirjo Valkama-Joutsen
Osastosihteeri / Avdelningssekreterare / Assistant	Sini Järvi
Toimistosihteeri / Byråsekreterare / Assistant	Leena Leskelä
Ilmailuonnettomuudet / Flygolyckor / Aviation accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Air Accident Investigator	Hannu Melaranta (vv)
Erikoistutkija / Utredare / Air Accident Investigator	Markus Bergman
	Tii-Maria Siitonen
Raideliikenneonnettomuudet / Spårtrafikolyckor / Rail accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Rail Accident Investigator	Esko Värttiö
Erikoistutkija / Utredare / Rail Accident Investigator	Reijo Mynttinen
Vesiliikenneonnettomuudet / Sjöfartsolyckor / Marine accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Marine Accident Investigator	Martti Heikkilä
Erikoistutkija / Utredare / Marine Accident Investigator	Risto Repo
Muut onnettomuudet / Övriga olyckor / Other accidents	
Johtava tutkija / Ledande utredare / Chief Accident Investigator	Kai Valonen

ALKULAUSE

Aikaisempi luotsausta koskeva turvallisuusselvitys

Onnettomuustutkintakeskus julkaisi vuonna 2006 tutkimuksen nimeltä **Luotsauksen toimintatavat ja kulttuuri onnettomuustapausten valossa**¹. Siinä todettiin, että luotsauksessa vallitsee samanaikaisesti sekä perinteinen että nykYTEKNIikkaan tukeutuva luotsaustapa. Näiden luotsaustapojen keskinäinen painoarvo vaihtelee, mutta tutkinnan johtopäätöksen mukaan kahden tavan yhtäaikainen vaikutus aiheuttaa useita luotsaukseen ja sen organisointiin liittyvää kehitysjännitteitä.

Tutkimuksen perusteella päädyttiin lopputulokseen, jonka mukaan luotsauksen ja merenkulun turvallisuuden parantamisen kannalta olisi hyvä kehittää luotsaustapaa niin, että se täydentyisi uusien navigointivälineiden tarjoamilla mahdollisuuksilla ja että yhteistyö komentosillalla tulisi kuulumaan olennaiseksi osaksi uutta luotsaustapaa.

Luotsaukseen liittyviä turvallisuushavaintoja

Onnettomuustutkintakeskuksen kahdentoista vuoden aikana tekemät onnettomuustutkinnat sisältävät yhteensä 99 luotsaustyöhön liittyvää turvallisuushavaintoa, jotka ovat suoraan tai välillisesti vaikuttaneet onnettomuuksien syntyyn. Näistä havainnoista valtaosa, 56, liittyy itse työn tekemiseen, kuten reittisuunnitteluun sekä aluksen ohjailuun ja ohjattavuuteen. Kaksikymmentäkaksi kertaa aiheena on ollut työn organisointiin, komentosiltayhteistyöhön ja työn rytmittämiseen liittyvä asia. Kaksikymmentäyksi löydöstä on liittynyt ympäristötekijöihin, kuten jäähän, tuuleen, sumuun tai ympäröivään väyläalueeseen.

Tarkemmin jaoteltuna turvallisuushuomioista lähes kaksikymmentä on liittynyt väylien käännöksiin tai käännösmanööverin monitorointiin, seuraavaksi eniten löydöksiä on tehty komentosiltayhteistyön ja luotsaustyön vastuunjaon osalta, yhteensä 14. Muita merkittäviä tekijöitä ovat olleet reittisuunnittelun puutteet ja aluksen ohjattavuus, molemmat yli kymmenen löydöksen määrällä. Muut luotsaustyöhön liittyvät tekijät ovat liittyneet vaikeuksiin satamaohjailussa, epäselvyyksiin luotsin otto- ja jättöpaikassa, ympäristöolosuhteisiin ja väylästään sekä väsymykseen ja laivojen ohjattavuuteen ohitus- ja kohtaamistilanteissa.

Turvallisuusselvitys

Aiemmassa luotsauksesta tehdyssä turvallisuusselvityksessä päähuomio oli luotsausorganisaatioissa ja työn organisoinnissa komentosillalla, mutta selvitys ei yksityiskohtaisesti tarkastellut itse luotsaustyön tekemistä.

¹ Turvallisuusselvitys S1/2004 M. (Leena Norros, Maaria Nuutinen, Kari Larjo)

Onnettomuustutkintakeskus päätti käynnistää tämän turvallisuusselvityksen **'Luotsaustyö ja sen kehitys'** täydentämään aikaisempaa julkaisua. Työryhmään nimettiin merikapteenit Kari **Larjo** ja Karl **Loveson** sekä DI Jaakko **Lehtosalo**. Tässä raportissa käsitellään käytännön luotsaustyötä ja sen kehittämismahdollisuuksia. Luotsaustyö koskee kaikkia niitä merenkulkijoita, joilla on luotsin ohjauskirja, väylätutkinto tai vapautuskirja luotsin käytöstä ja kaikkia, jotka toimivat päällikköinä tai vahtiperämiehinä. Luotsaustyön ymmärretään monesti kuuluvan vain aluksen ulkopuolelta tulevalle luotsille, mutta työ käsittää navigoinnin ja sen monitoroinnin virka-asemista ja pätevyyskirjoista riippumatta.

Turvallisuusselvityksen sisältö

Tämän turvallisuusselvityksen luvussa yksi on määritelty luotsaustyö ja luvussa kaksi käydään läpi luotsaustyön historiaa ja luotsaustyön kehittymistä viime vuosisadan puoliväliin asti. Luvussa kolme on käsitelty luotsaustyötä koskevia kansainvälisiä ja kansallisia säädöksiä.

Luku neljä kuvailee tärkeimpiä aluksen ohjattavuuteen sekä aluksen ja ympäristön vuorovaikutukseen liittyviä ilmiöitä. Lisäksi käydään läpi väyläalueeseen ja -linjaukseen liittyviä asioita. Luvussa viisi on kuvattu luotsaustyöhön valmistautumista ja työn suorittamista sekä teknisenä toimena että osana komentosiltaorganisaatiota.

Luku kuusi käy läpi luotsaustyössä tarvittavaa tekniikkaa, tekniikan vähimmäisvaatimuksia ja laitteiden käyttöergonomiaa. Luku seitsemän käsittelee integroituja luotsauslaitteita ja teknisten järjestelmien mahdollisuuksia tukea luotsaustyötä.

Tämän turvallisuusselvityksen lähdeluettelossa on lista niistä Onnettomuustutkintakeskuksen julkaisemista tutkintaraporteista, joissa onnettomuus on tapahtunut, kun alusta on kuljetettu saaristoväylällä. Listassa on lueteltu luotsaustyöhön liittyvien onnettomuustutkintaraporttien turvallisuushuomioita ja se tekstin kohta, jossa aihepiiriä tässä turvallisuusselvityksessä on käsitelty.

Selvitys on annettu kommentoitavaksi Liikenteen turvallisuusvirastolle, Luotsausliikelaitokselle, Finnlinesille, TallinkSiljalle, Viking Linelle, Neste Oil Shippingille, Aboa Marelle sekä Satakunnan että Kymenlaakson ammattikorkeakouluille. Saadun palautteen pohjalta raporttia on joiltain osin tarkennettu.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE	I
KÄYTETYT LYHENTEET	VII
1 JOHDANTO – NAVIGOINNIN JA LUOTSAUSTYÖN MÄÄRITELMÄ	1
2 LUOTSAUSTYÖN HISTORIA.....	3
2.1 Luotsi ja yhteiskunta	3
3 LUOTSAUSTYÖTÄ KOSKEVAT SÄÄDÖKSET EILEN JA TÄNÄÄN.....	25
3.1 IMon vaatimukset luotsaustyöstä	25
3.2 IMon laitevaatimukset	30
3.3 Kansalliset vaatimukset luotsaustyöstä	33
3.3.1 Valtion vastuu	33
3.3.2 Luotsin otto- ja jättöpaikka	34
3.3.3 Luotsinkäyttövelvollisuus.....	36
3.3.4 Luotsin vastuu	37
3.3.5 Komentosiltayhteistyö	39
3.3.6 Luotsin oikeus kieltäytyä luotsauksesta	39
3.3.7 Reittisuunnittelu.....	41
3.3.8 Säädökset ja käytännön luotsaustyö.....	42
3.4 Kansallinen viranomainen.....	45
4 ALUS JA VÄYLÄ.....	47
4.1 Aluksen ohjailusta	47
4.1.1 Aluksen suuntavakavuus	48
4.1.2 Aluksen ohjailu	48
4.1.3 Matala vesi	49
4.1.4 Kapeikot	50
4.1.5 Tuuli ja aallokko.....	51
4.1.6 Jää.....	57
4.1.7 Virta	58
4.1.8 Kohtaavat alukset.....	58
4.1.9 Ohittavat alukset.....	59
4.1.10 Ohjailukokeet.....	60
4.2 Väylä	63
4.2.1 Väylän syvyys ja linjaus	64



4.2.2 Väyläalue.....	70
5 Aluksen ohjailu VÄYLILLÄ JA SATAMISSA	73
5.1 Luotsaustyöhön valmistautuminen	74
5.2 Väyläajo ja käännöksen aloitus	76
5.3 Satamaohjailu	88
5.4 Aluksen käsittelysimulaattoreista	95
5.5 Luotsaustyön rytmittäminen	100
5.6 Komentosiltayhteistyö	100
5.7 Miehistöön kuulumattoman luotsin työolosuhteet	100
6 LUOTSAUSTYÖSSÄ TARVITTAVA TEKNIikka	103
6.1 Sensoriteknikka	103
6.1.1 Paikanmäärittäminen	103
6.1.2 Suunnanmittaus	105
6.1.3 Nopeuden mittaus	110
6.2 Tutkanäyttö	111
6.3 AIS	118
6.4 Ohjauslaitteet	120
6.4.1 Aikaohjaus	120
6.4.2 Matkaohjaus	121
6.4.3 Konekäskyvälin	123
6.4.4 Automaattiohjaus	123
6.4.5 Joystick	128
6.4.6 DP-järjestelmät	129
6.4.7 Ohjailulaitteiden käyttö ja käytettävyys	130
6.5 Kannettava karttatietokone	130
7 INTEGROIDUT LUOTSAUSLAITTEET	133
7.1 Luotsaukseen valmistautuminen	134
7.1.1 Reittisuunnitelmat	134
7.2 Väyläohjailu	137
7.2.1 Käsiohjaus	137
7.2.2 Kulmanopeusohjailu	138
7.2.3 Kaarresädeohjailu	140
7.2.4 Automaattinen reittiohjaus	144
7.2.5 Automaattiohjauksen vakiorutiinit	145
7.2.6 Automaattinen nopeudensäätö	147



S1/2004M b

Luotsaustyö ja sen kehitys

7.3	Luotsauksen kehitys	150
7.3.1	Tutkan ja automaattiohjauksen esitystapa	150
7.3.2	Komentosiltasuunnittelu	161
8	YHTEENVETO	165
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	167
LÄHDELUETTELO		

KÄYTETYT LYHENTEET

AIS	Automatic Identification System, alusten automaattinen tunnistusjärjestelmä
ARPA	Automatic Radar Plotting Aid, tutkan maalinseurantatoiminto
AUTO DRIFT	Automaattinen sortokulman korjaus
BACK UP	Vara- tai hätäohjaus.
BEIDOU	Kiinan satelliittipaikannusjärjestelmä
BRM	Bridge Resource Management, komentosiltayhteistyö
CCPR	Consistent Common Reference Point. Piste aluksen rungossa jonka suhteen kaikkien paikanmäärittäislaitteiden koordinaatit ja suuntimat määritellään.
COG	Course Over Ground, suunta pohjan suhteen
COURSE CONTROL	
COURSE MODE	Automaattiohjaus noudattaa suuntaa pohjan suhteen.
COURSE UP	Tutkan kuvaorientaatio keulasuunta yöspäin kompassiilännällä
CPA	Closest Point of Approach. Alusten välinen lyhin sivuutetäisyys.
CROSS TRACK ERROR	Poikkeama reittisuunnitelmalta.
DP	Dynamic Positioning. Alhaiselle nopeudelle suunniteltu integroitu paikanmäärittäislaitteiden-, liikesensoreiden- ja hallintalaitteiden ohjailujärjestelmä.
EBL	Electronic Bearing Line, tutkan elektroninen suuntimaviiva
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System, elektroninen kartta
EGNOS	EUn suunnittelema GPS-differentiaalikorjaus kommunikationsatelliittien avulla.
FU	Follow up, matkaohjaus.
GALILEO	EUn satelliittinavigointijärjestelmä
GLONAS	Venäjän satelliittinavigointijärjestelmä
GPS	USAn satelliittinavigointijärjestelmä
HDG	Heading, kompassisuunta



HEAD UP	Tutkan kuvaorientaatio keulasuunta ylöspäin ilman kompassiliitettä
HEADING MODE	Autopilotin ohjaustila kompassisuunnan mukaan ilman sortokulmakompensaatiota
IEC	International Electro technical Commission.
IMCO	YKn alainen Inter- Governmental Maritime Organization 1948 - 1982
IMO	International Maritime Organization vuodesta 1982, entinen IMCO
INS	Integrated Navigation System, integroitu navigointijärjestelmä
ISM-Code	International Safety Management Code, kv. turvallisuusjohtamiskoodi
JOYSTICK	Polaarinen ohjausvipu, jolla osoitetaan halutun ohjailuvoiman suunta ja teho.
LOT	Line Of Turn. Käännöksen aloitus merkki tutkan suuntimaviivalla.
MMSI	Maritime Mobile Service Identity, IMO:n antama aluksen yksilöllinen tunnistenumero
MSC	IMO:n Marine Safety Committee
NAV	IMO:n Navigation-alakomitea
NFU	Non Follow Up, aikaohjaus
NORTH UP	Tutkan kuvaorientaatio pohjoinen ylöspäin
PI	Parallel Index, tutkatyöskentelyssä yhdensuuntainen suuntimaviiva
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congresses
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring. Satelliittivastaanottimen riippumaton häiriönpoisto-ohjelma.
ROT Tiller	Rate Of Turn, kulmanopeusohjailuvipu
S/A	Selective availability. GPS-satelliitin signaalin häirintä, joka heikentää paikanmäärityksen tarkkuutta
SMS	Safety Management System. Varustamon turvallisuusjohtamisjärjestelmä
SOLAS	IMO:n Safety of Life at Sea convention

STABILIZED RELATIVE	Tutkan kuvaorientaation suunta on pohjoinen ylös. Aluksen symboli on kuvassa paikallaan ja tutkamaalit liikkuvat suhteellisen liikkeen mukaan.
STCW	Standards of Training, Certification and Watchkeeping
TCPA	Time to Closest Point of Approach, aika lyhimpään sivuutusetäisyyteen
TMC	Transmitting Magnetic Compass, magneettikompassi
TRACK CONTROL SYSTEM	Automaattiohjauksen toimintatila, joka ohjaa alusta automaattisesti reittisuunnitelmaa pitkin.
TRACK LIMIT	Reittisuunnitelmaan ohjelmoitu sallittu sivuttaispoikkeama reitiltä.
TRUE MOTION	Tutkan esitystapa tosiliikkeenä maapalloon sidotussa koordinaatistossa. Aluksen nopeus on kytketty näyttölaitteeseen.
TVH	Tie- ja Vesirakennushallitus (vuoteen 1990 asti)
VHF	Very High Frequency, lyhytaaltoradio
WAAS	Wide Area Augmentation System. GPS:n differentiaalkorjausjärjestelmä kommunikaatiosatelliitin kautta.
WGS-84	World Geodetic System 1984. Kolmiulotteiden koordinaatisto, jossa mittaukset tehdään globaaliin ellipsoidiin.
WOP	Wheel Over Point. Käännöksen aloituspiste
VRM	Variable Range Marker, tutkan elektroninen liikkuva etäisyysrengas

1 JOHDANTO – NAVIGOINNIN JA LUOTSAUSTYÖN MÄÄRITELMÄ

Navigation is the business of conducting a craft as it moves about its ways.

The Principles of Navigation

E.W. Anderson².

Tämän määritelmän mukaan sanalla navigointi tarkoitetaan yhtäaikaaisesti tapahtuvaa paikanmäärittystä, ohjailua ja aluksen dynaamisen tilan hallintaa. Navigointi alkaa kun alus lähtee liikkeelle ja päättyy määräsatamassa. Tavoitteena on koko matkan ajan pysyä suunnitellulla reitillä. Tämän tavoitteen saavuttaminen sisältää paikanmäärittelyn ja ohjailun samanaikaisen hallinnan.

Aluksen kulkiessa avomerellä nämä edellä kuvatut toimenpiteet ovat riittäviä turvallisen kulun takaamiseksi ja määränpäähän saapumisen varmistamiseksi. Kun alus saapuu rannikon läheisyyteen, väylätilan pieneneminen pakottaa navigaattorin tarkemmin arvioimaan aluksen liiketilan kehittymistä. Samanaikaisesti paikanmäärittelyn merkitys muuttuu ja aluksen liiketilan ennustaminen väylällä muuttuu tärkeimmäksi tehtäväksi. Tällöin aluksen paikkaa ja liikettä arvioidaan ympäröivän maaston suhteen. Tämä rajoitetussa väylätilassa tapahtuva tarkkuusnavigointitehtävä on **luotsaustyötä**.

Merenkulussa navigointi on jaettu perinteisesti erillisiin tehtäviin. Aluksen päällystö perehtyy työnsä puolesta navigointitekniikkaan. Aluksen päällystään kuumaluvaton valtion, kunnan tai yksityisen yrityksen luotsi on puolestaan väylän, liiketilan ja ohjailun erikoistuntija. Päällystöllä on periaatteessa mahdollisuus vaikuttaa laitteiden hankintoihin ja sitä kautta välillisesti myös niiden tuotekehitykseen. Sen sijaan luotsi ei voi käytännössä juurikaan vaikuttaa alusten navigointilaitteiden hankintoihin tai niiden kehitykseen.

Merenkulussa luotsaustyö on jäänyt komentosiltatyön irralliseksi osaksi, josta ei ole olemassa tarkkaa virallista määritelmää. Luotsaustyö on muotoutunut kaksijakoiseksi, jossa itse luotsaustyön suorittaja on väylän ja ohjailun asiantuntija, kun taas muu päällystö hallitsee navigointitekniikan käytön. Luotsaustyöstä ei ole olemassa oppikirjaa eikä sen määrittely sisälly merenkulkuopetukseen. Luotsaustyön tekemisen ohjeistus puuttuu täysin. Tässä turvallisuusselvityksessä käsitellään käytännön luotsaustyötä sekä luotsaustyön ja luotsaussäädösten välistä ristiriitaa.

² Wing Commander E.W. Anderson, President of the Institute of Navigation 1959-1961.

YKn alaisen kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n (International Maritime Organization) STCW-95 yleissopimus³ vaatii, että päälliköiden ja yliperämiesten on hallittava alusten käsittely satamissa ja kapeilla väylillä kaikissa olosuhteissa: *'Competence: Manoeuvre and handle a ship in all conditions.'*⁴ Tällainen vaatimus on epärealistinen jo senkin takia, että aluksella ja sen järjestelmillä on tekniset olosuhterajat.

Luotsaustyössä paikanmääritystekniikkaa ja ohjailua ei pitäisi erottaa toisistaan. Olisi edullista toteuttaa luotsaustyö käytännössä siten, että myös päälliköt ja perämiehet tuntevat ne periaatteet, joiden mukaan kapeilla väylillä tulee navigoida. Ilmailussa tämä päämäärä on pääosin toteutunut ja siellä pyrkimyksenä on, että jokainen ohjaamohenkilökuntaan kuuluva yltää yhtenäiseen suoritustasoon.

Luotsaustyö koskee kaikkia niitä merenkulkijoita, joilla on luotsin ohjauskirja, väylätutkinto tai vapautuskirja luotsin käytöstä ja kaikkia, jotka toimivat päälliköinä tai vahtiperämiehinä. Luotsaustyön ymmärretään monesti kuuluvan vain aluksen ulkopuolelta tulevalle luotsille, mutta työ käsittää navigoinnin ja sen monitoroinnin virka-asemista ja pätevyyskirjoista riippumatta.

³ Standards of Training, Certification and Watchkeeping (STCW)

⁴ STCW -95, Table A-II/2

2 LUOTSAUSTYÖN HISTORIA

2.1 Luotsi ja yhteiskunta

Luotsaustyön on perinteisesti suorittanut aluksen miehistöön kuulumaton, ulkopuolinen luotsi. Perinteisestä luotsauksesta ei ole juurikaan säilynyt historiallisia dokumentteja. Sen vuoksi työn tekemistä joudutaan tulkitsemaan Luotsi- ja Majakkalaitoksen historian, säädösten ja yleisen historian kautta.

Ruotsin vallan ajalta luotsaus mainittiin ilmeisesti ensimmäisen kerran Söderköpingin kaupungin laissa vuonna 1280. Kuningas Maunu Eerikinpojan yleisessä kaupunkilaissa oli erillinen laivakaari 1350-luvulla, josta ilmenee, että luotsaustoimi oli arvostettu ja vaativa tehtävä. Luotsi oli kunnallinen virkamies. Kaupunkilakien perusteella voidaan päätellä, että luotsit olivat saaristolaisia ja että he olivat ryhtyneet toimeensa vapaaehtoisesti. Hansaliitto määräsi vuonna 1447 luotsin käytön pakolliseksi⁵. Tämän vaatimuksen on arveltu jääneen tehottomaksi, mutta se kuvaa hyvin, kuinka yhteiskunta ymmärsi luotsin tärkeän arvon.

Ruotsin valtio sitoi luotsin virkaansa jo 1500-luvulta lähtien antamalla hänelle vapautuksen veronmaksusta. Valtion tavoitteena oli muodostaa luotsisukuja, jolloin luotsin virka siirtyisi isältä pojalle⁶. Tämä luotsitilajärjestelmä oli valtiolle edullinen, sillä hallitsijat pyrkivät ensisijaisesti turvaamaan sotalaivojen luotsauksen. Sotalaivojen luotsaus oli valtiolle ilmaista, mutta muilta aluksilta luotsi peri maksun. Luotsitilat hoitivat työhön kouluttautumisen itsenäisesti.

Kuningas Juhana III julkaisi vuonna 1579 säännön, jonka mukaan luotsit laskettiin kuuluviksi merisotaväkeä, joten heidät oli vapautettu muusta sotapalveluksesta. Kun Ruotsin suurvaltasotien aikakaudella 1600-luvulla sotilaiden värväys kansan keskuudesta oli mielivaltaista, niin veroa maksavalle talolle lankesi tilastollisesti keskimäärin kerran kymmenessä vuodessa velvollisuus luovuttaa yli 15-vuotias poika sotapalvelukseen. Se pelotti kansalaisia, sillä suurin osa väkeen otetuista nuorukaisista kuoli puolen vuoden aikana sotilaselämän rasitukseen⁷. Vain harvat palasivat Saksan, Puolan, Baltian ja Venäjän sodista. Luotsin sen sijaan ei tarvinnut lähettää omaa poikaansa sotiin, koska hän koulutti pojastaan työnsä jatkajaa. Tämä järjestely oli myös valtiolle edullista, sillä vallanpitäjät olivat ymmärtäneet, että luotsi suoritti koulutustehtävän huolellisesti pitääkseen poikansa turvassa. Luotsi siis pyrki hoitamaan tehtävänsä mahdollisimman hyvin ja tunnollisesti, koska viran menettäminen olisi suistanut perheen ja jälkipolven turvattomaan asemaan. Sotaväenoton uhka loi luotseille korkean työmoraa-

⁵ Aina Lähteenoja 1947, s. 30

⁶ Erik Hägg, s. 30. Kaarle herttua määräsi vuonna 1606 kaksi perämiestä (styrman) kouluttamaan lapsensa luotseiksi. Tämä oli ilmeisesti tuon aikakauden normaali käytäntö.

⁷ Heikki Ylikangas 1990, s. 174-190

Vuoden 1634 valtiosääntöä seuraten amiraliteettikollegiolle luotiin ohjesääntö, jonka mukaan *'meriväen'* tuli opetella rannikko, matalikot ja tuloväylät satamiin. Valtio ei vastannut luotsin koulutuksesta eikä työvälineistä, mutta säilytti silti luotsin perinteisen vastuun suurena. Kuningatar Kristiina ei vahvistanut tätä ohjesääntöä, mutta käytännössä tätä menettelyä noudatettiin.

Luotsin valta nousi jyrkästi 1600-luvun puolivälin jälkeen. Vuoden 1667 merilaki⁸ määräsi, että luotsin käyttö oli pakollista siellä, missä luotsi oli saatavilla. Vaatimus perustui merenkulun turvallisuuteen, sillä luotsin väylätietämys korvasi puuttuvat kartat ja merimerkit. Merilaki ei sisältänyt määräyksiä luotsien ammattivalmennuksesta.

Kuningas Kaarle XI lisäsi luotsin valtaa vuonna 1696 Ruotsin ensimmäisessä luotsausasetuksessa asettamalla luotsille myös merivartijan tehtävän, joten työhön kuului myös kansallisen turvallisuuden varmistaminen. Luotsi joutui tästä syystä vannomaan valtiolle uskollisuusvalan oikeudessa⁹ ja hänestä tuli valtion virkamies. Luotsivanhimman valaan¹⁰ kuului myös lupaus, ettei hän päästä luotsilaitoksen ulkopuolista henkilöä luotsaamaan, sekä lupaus kehottaa luotseja tekemään velvollisuutensa viittojen asettamisessa, väylien opettelussa, raittiudessa ja lisäksi valvomaan, että luotsit eivät ilmoita väylien kulkumahdollisuuksia ulkopuolisille. Valan rikkomisesta seurasi ankara rangaistus. Luotsivanhimman tehtäviin kuului myös luotsitutkinnon järjestäminen. Koulutukseen asetusta ei puuttunut, vaan asian käytännön järjestely jätettiin luotsivanhimmalle.

Onnettomuustapauksissa luotsausasetus määritteli luotsille kovat rangaistukset¹¹. Jos onnettomuus johtui luotsin taitamattomuudesta tai huolimattomuudesta, joutui luotsi korvaamaan vahingon (5 §). Rangaistus oli kovempi, jos onnettomuus kohtasi sotavoimien alusta. Jos laivaston alus upposi, luotsi sovitti sen hengellään. Jos taas alus sai vauriota, luotsi tuomittiin kujanjuoksuun kolme kertaa. Kujanjuoksussa tuomittu joutui juoksemaan yläruumis paljaana kahden ruoskilla tai muilla aseilla varustetun miesrivin välistä. Onnettomuuden kohdassa kauppa-alusta, rangaistus oli kaksi kujanjuoksua (4 §). Kujanjuoksusta saattoi rampautua loppuiäksi.

Kuningatar Ulriika Eleonoora vahvisti vuonna 1724 purjehdussäännön, joka velvoitti luotsin valvomaan, ettei alukseen otettu, eikä siitä purettu matkan varrella luvatonta tavaraa¹². Luotsista tuli tällä määräyksellä myös tullivartija.

⁸ Erik Severin 1969, s. 4

⁹ Erik Severin 1971, s. 1

¹⁰ Aina Lähteenoja 1947, s. 87

¹¹ Kunglig förordning angående lotsväsendet. CAROLUS, Stockholm 19.9.1696

¹² Helge Jääsalo 1962, s. 2 ja Aina Lähteenoja 1947, s. 107

Sotilaallisista syistä merikartat piirrettiin saariston alueelta epämääräisesti. Näin ollen vain luotsit tunsivat rannikon väylät hyvin. Oli valtion edun mukaista, ettei luotsi kertonut ulkomaiselle aluksen päällikölle rannikon karikkojen sijaintia, eikä opettanut väyliä ulkopuolisille. Luotsin ja valtion edut olivat yhteneväisiä, sillä luotsin arvovalta perustui yksinomaan väyliä tuntemukseen. Tietojen antaminen olisi merkinnyt luotsivalan rikkomista ja viran menetystä.

Päällikkö ei asetuksen mukaan saanut luotsauksen aikana antaa määräyksiä luotsille ja hänen oli toteltava luotsia tarkasti. Ellei päällikkö totellut, joutui hän vastuuseen mahdollisesta onnettomuudesta. Jos luotsi aiheutti vahingon, oli luotsia rangaistava, kuten merivahinkojen aiheuttamisesta oli laissa säädetty.

Kuningas Kustaa IV Adolf vahvisti luotsin asemaa uudistetussa luotsausasetuksessa vuonna 1798. Asetus sisälsi luotsin viranomais tehtävät ja luotsinkäyttövelvollisuuden. Valtio suhtautui luotsin tehtävään ilmeisen vakavasti, sillä luotsin rikkomukset tuomittiin asetuksen mukaan sota-oikeudessa. Uuden asetuksen mukaan luotsin henki ei enää ollut uhattuna, eikä sota-alusta ja kauppa-alusta koskevia onnettomuuksia enää eritelty. Ruumiillinen rangaistus muuttui kujanjuoksusta viideksitoista pariaksi raippoja (73 §). Rangaistuksen saattoi saada vaikka vahinkoa ei olisikaan tapahtunut. Toisin sanoen myös 'läheltä piti' -tilanteen johdosta saattoi joutua ruoskittavaksi. Jos luotsin varat eivät riittäneet vahingon täysimääräiseen korvaukseen, joutui hän tekemään työtä laivanisännän hyväksi kunnes korvaus oli maksettu (73 §). Luotsi saattoi joutua myös velkavankeuteen (63 §). Tämä luotsausasetus jäi Suomen viimeiseksi Ruotsin valan aikana.

Luotseille Ruotsin vallan aika merkitsi selkeää arvostuksen nousua. Hallitsijat panivat luotsit ajamaan valtion etuja ja sitoivat heidät kuuliaisuusvalalla virkaansa. Valtio palkitsi luotsin uskollisuuden antamalla hänelle verovapauden, vapautuksen sotaväenotolta ja teki hänestä arvostetun virkamiehen, joka hoiti luotsin, merivartijan ja tullivartijan tehtäviä. Luotsi oli erikoisasemassa oleva kuninkaan luottomies.

Luotsi ei ollut alkuaan neuvonantaja, vaan hänellä oli selkeä käskyvalta aluksen päällikköön nähden kaikkien luotsaukseen liittyvien toimintojen suhteen. Hän oli kansallisen turvallisuuden vaalija, jonka tehtäviin kuului väylätietojen salaaminen. Luotsin toimenkuvaan ja valtion etuihin ei sopinut neuvojen antaminen ja väyliä opettaminen ulkopuolisille. Valtio irrottautui liikenteellisestä vastuusta syyttämällä koulutuksen luotsille itselleen, ja asetti epäonnistumisesta raskaan rangaistuksen.

Luotsin virkaan kuuluvien kiistattomien etujen tähden vallanpitäjät saivat heistä uskollisia alamaisia. Ruotsin hallitsijoiden luomat periaatteet luotsinkäyttövelvollisuudesta ja luotsien koulutuksesta siirtyivät edelleen Venäjän ja itsenäisen Suomen säädöksiin. Vanhojen säädösten periaatteet ovat vaikuttaneet luotsaus-toimintaan meidän päiviimme saakka. Koulutuksen periaate on säilynyt lähes ennallaan siinä suhteessa, että luotsaustaito opitaan kokemuksen kautta ja tätä

taitoa arvotetaan edelleen työsuhteen pituuden mukaan. Historia loi yksilösuoritukseen perustuvan luotsaustavan, joka on havaittavissa vielä nykyaikaisessa luotsauksessa.

Suomen suuriruhtinaskunnan aikana noudatettiin aluksi ruotsalaisia säädöksiä. Venäjän keisari Aleksanteri I kopioi kuningas Kustaa Adolf IV:n luotsausasetuksen¹³ Vilnassa 17.5.1812. Keisari allekirjoitti Suomen Suuriruhtinaskunnan ensimmäisen luotsausasetuksen odottaessaan Napoleonin hyökkäystä¹⁴. Ruotsin lain periaatteet luotsinkäyttövelvollisuuksista siirtyivät sellaisinaan venäläiseen luotsausasetukseen. Tämä uusi asetus oli sisällöltään periaatteessa sama kuin vuoden 1798 ruotsalainen asetus ja luotsilaitoksen toiminta jatkui ennallaan.

Vuonna 1850 luotsi- ja majakkalaitoksen johtoon muodostettiin luotsiylihallitus. Se oli tarkoitettu samanlaiseksi keskusvirastoksi kuin posti- ja lennätinhallitus, tullihallitus ja maanmittaushallitus.

Vuonna 1870 tehtiin uusi luotsausasetus¹⁵. Sen mukaan:

*'Päällikkö vastaa aluksen manöövereistä luotsin määräysten ja neuvojen mukaan.'*¹⁶

Luotsin käskyt mainitaan siinä yhteydessä, kun päällikkö luovuttaa tehtävänsä perämiehelle, jolloin perämiehen on täytettävä luotsin käskyt¹⁷.

*'Luotsin tulee ... antaa laivan päällysmiehelle ne määräykset, jotka laivan turvallisuudelle nähdään tarpeellisiksi.'*¹⁸

Luotsin käskyt tai määräykset mainittiin asetuksessa kolme kertaa, mutta neuvot vain kerran. Luotsi ei ollut vielä selkeästi neuvonantaja, mutta rivien välistä on luettavissa, että aika oli muuttumassa.

Ruotsin puolella vuoden 1862 luotsausasetus teki luotsista neuvonantajan. Asetuksen mukaan päällikkö vastasi aluksen ohjailusta luotsin neuvojen mukaan¹⁹. Näin ruotsalaisesta luotsista tuli juridisessa mielessä neuvonantaja, mutta työtap ja luotsin henkilökohtaiseen auktoriteettiin perustuva käskyvalta ei käytännössä muuttunut.

¹³ Kejsrerlig förordning rörande Båk- och Lotsinrättningen uti Finland. ALEXANDER. 17.5.1812

¹⁴ Iisakki Laati 1946, s. 16.

¹⁵ Keisarillisen majesteetin armollinen julistus luotsi- ja majakkalaitoksesta Suomessa. 9.5.1870. Alexander II

¹⁶ Luotsausasetus 1870, luku 1, 12 §, 2 mom. a) kohta

¹⁷ Luotsausasetus 1870, luku 1, 12 §, 2 mom. c) kohta

¹⁸ Luotsausasetus 1870, luku 1, (14 §. 1 mom).

¹⁹ Kongl. Maj:ts förnyade förordning angående lots- och fyrinrättningen. 09.06.1862. (13 §), Carolus XV

Venäläinen luotsausasetus Suomessa oli säilyttänyt ruumiillisen rangaistuksen sellaisenaan ja korvausvaatimus säilyi myös samanlaisena velkavankeuksineen (65 §). Vuoden 1870 luotsausasetus oli vaihtanut raipparangaistuksen vankeudeksi vedellä ja leivällä. Ensimmäisestä karilleajosta sai kahdestatoista kahteenkymmeneen päivää vettä ja leipää ja toisesta 24 päivää. Jos luotsi oli tahallaan aiheuttanut 'läheltä piti' -tilanteen, joutui hän vankilaan 22 päiväksi vedelle ja leivälle. Mikäli tahallisuudesta seurasi vahinko tai haaksirikko, oli tuomio kuudesta kymmeneen vuotta kuritushuonetta. Kovin rangaistus oli elinikäinen kuritushuonetuomio. Luotsi oli kaikissa tapauksissa velvollinen korvaamaan vahingon (14 §) ja hänet tuomittiin sota-oikeudessa (15 §).

Ajalle luonteenomainen liberalismi ei vielä yltänyt Venäjälle, nimittäin Ruotsin vastaavassa luotsausasetuksessa²⁰ vuodelta 1862 luotsin korvausvelvollisuutta ei enää mainittu eikä rangaistuksia lueteltu. Asetuksessa mainittiin vain, että luotsi tuomitaan laivaston sota-oikeudessa (35 §, mom. 4). Ruotsissa vuoden 1881 asetus luotsilaitoksesta osoitti luotsausonnettomuuden käsittelyn raastuvanoikeudelle (rådstufvurätt)²¹.

Suomessa merenkulkualan johtavaksi viranomaiseksi asetettiin keisarillisella julistuksella 27.4.1899 merenkuluntarkastaja, joka oli kauppa- ja teollisuustoimiskunnan alainen. Merenkuluntarkastajan velvollisuutena oli valvoa laivojen merikelpoisuudesta, sekä varustuksesta ja käytämisestä annettujen säädösten noudattamista. Lisäksi tarkastaja valvoi matkustajahöyrylaivojen katsastusta ja auttoi teollisuushallitusta matkustajahöyrylaivoista annetun asetuksen mukaisten asioiden käsittelyssä. Edelleen tehtäviin kuului antaa laivanpäälliköille neuvoja laivojen yhteentörmäysten estämiseksi annettujen sääntöjen noudattamisesta, hoitaa merikoulujen tarkastusta ja huolehtia yhdenmukaisen opetuksen aikaansaamisesta alan oppilaitoksissa. Merenkuluntarkastaja laati myös Suomen alusten laivakalenterin ja seurasi merenkulkuasioita sekä esitti merenkulkua edistäviä toimenpiteitä. Merivahingonkatsastusmiehet veloitettiin 1.2.1904 annetulla senaatin päätöksellä lähettämään merenkuluntarkastajalle jäljennös merivahinkopöytäkirjasta siinä tapauksessa, että laiva oli julistettu merenkulkuun kelpaamattomaksi tai kelpolliseksi vasta korjauksen jälkeen.

Luotsilaitoksen venäläistäminen sai alkunsa keisari Nikolai toisen huvijahdin karilleajosta Riilahden väylällä vuonna 1907. Suomalainen luotsi protestoi päällikölle kapean väylän valintaa, mutta venäläinen laivastoupseeri vaati, että väylää oli käytettävä. Tätä päätöstä seurannut karilleajo pantiin kuitenkin luotsin syyksi. Venäläistäminen aloitettiin 1910 ja vuonna 1912 laitoksen johto erotettiin. Tämän seurauksena useimmat luotsit erosivat viroistaan ja heidän tilalleen hankittiin luotseja muun muassa Kaspianmereltä²².

²⁰ Kungliga Majestets förordning angående lots- och fyrinrättningen i riket, 09.07.1862

²¹ Kungl. Maj:ts förordning angående lotsverket, 15.2.1881. § 53. I. Azelius, Sjölagen jämte viktigare författningar. Stockholm 1907, Norstedt & Söners förlag

²² Iisakki Laati 1946, s. 209

Itsenäisen Suomen luotsilaitos joutui säädösten suhteen aloittamaan siitä, mihin kehitys oli pysähtynyt Suomen sodan jälkeen 1808 - 1809. Luotsilaitos toimi aluksi vuoden 1870 venäläisen luotsausasetuksen mukaan, joka oli siis periaatteeltaan vanha ruotsalainen luotsausasetus vuodelta 1798.

Merenkulkuhallitus perustettiin 15.12.1917 ja samalla kumottiin merenkuluntarkastajan viroista aikaisemmin annetut asetukset. Suomi jaettiin merenkulkupii-reihin, joiden ylimpinä virkamiehinä toimivat merenkuluntarkastajat. Luotsi- ja majakkalaitos siirrettiin merenkulkuhallituksen yhteyteen.

Presidentti Ståhlberg allekirjoitti Suomen ensimmäisen luotsausasetuksen²³ 1. kesäkuuta 1922. Samana päivänä hän allekirjoitti myös kieltolain. Ruotsin hallitsijoiden luomat luotsinkäyttövelvollisuuden periaatteet siirtyivät sellaisinaan uuteen luotsausasetukseen, aivan kuten oli käynyt Venäjän vallan aikana vuonna 1812. Perinteen mukaan luotsi, jonka asetuksenmukainen nimitys oli vielä itsenäisessä Suomessa historiallinen *'kruununluotsi'*, joutui edelleenkin hoitamaan koulutuksensa itse.

Luotsi menetti nyt käskyvaltansa, sillä asetus määritteli, että *'aluksen päällikkö on vastuunalainen aluksen ohjaamisesta luotsin antamien, suuntaa, kulkuveden laatua ynnä muuta koskevien osoitusten mukaisesti'*.²⁴ Sama periaate toistettiin vuoden 1957 luotsausasetuksessa²⁵.

Juridisesti vastuu siirtyi päällikölle ja laivanisännälle, mutta käytännön työssä luotsin käskyvalta kuitenkin säilyi, koska hänen auktoriteettinsa perustui ammattitaitoon. Tästä voi saada sellaisen käsityksen, että lainsäädännön muutokset oli tehty korvausvelvollisuutta ajatellen. Tämä johti ongelmalliseen päällikön ja luotsin väliseen jaettuun valtaan. Jako, joka on tänä päivänä olemassa, on normaallissa luotsaustyössä piilevä, mutta nousee esille esimerkiksi silloin, kun ohjailutapahtumassa syntyy poikkeama. Säädösten mukaan käskyvalta on aluksen päälliköllä, mutta tällaisessa tilanteessa luotsin ammattitaito on käytännössä hyödyllisempi. Jaettu valta saattaa tällaisessa tilanteessa lamauttaa päätäntäprosessin kokonaan.

Maailmansotien välisen ajan luotsilaitos toimi lähes samojen periaatteiden mukaan kuin Venäjän vallan aikana. Luotsit oppivat ammattinsa käytännön harjoittelulla aivan kuten ammattikunta-ajan käsityöläiset²⁶.

²³ Luotsausasetus 152/1922. Presidentti Ståhlberg.

²⁴ Toinen luku, 18 §

²⁵ Luotsausasetus 393/57, 5.12.1957. Presidentti Kekkonen

²⁶ Yrjö Kaukiainen ja Pirkko Leino-Kaukiainen, 1992, s. 82

Vuoden 1922 luotsausasetus ei vaatinut luotsille enää korvausvastuuta ja rangaistuksia. Ne siirtyivät rikoslakiin, jossa luotsia ei erikseen mainita. Hänet rinnastettiin muihin virkamiehiin. Vuosien 1945–1947 välillä 28 luotsia sai rangaistuksen, mutta rangaistuksen muotoa ei ilmaistu²⁷. Mietinnössä ei korvausvelvollisuutta mainittu.

Luotsin korvausvelvollisuuden hellittäessä vuonna 1922 paine vastaavasti lisääntyi valtion suhteen. Laivanisännän rooli luotsauksessa ei aluksi kiinnostanut lainsäätäjiä. Luotsiin kohdistunut lievennys johti vahinkovastuun siirtymiseen laivanisännälle. Valtio oli edelleenkin vapaa luotsauksessa tapahtuneesta vahingosta.

Vuosien 1900 ja 1926 välillä Suomessa oli toiminut yhdeksän eri merenkulukomiteaa. Uutta merilakia oli pohdittu jo vuonna 1908. Tässä esityksessä oli toistettu jälleen vanha periaate, jonka mukaan laivanisäntä vastaisi vain päällikön ja laivaväen aiheuttamista vahingoista. Perusteluissa viitattiin skandinaaviseen tapaan²⁸.

Skandinaavinen tapa muuttui yllättäen vuonna 1931, jolloin laki laivanisännän vastuusta tuli voimaan²⁹. Muutosta varten ei perustettu edes komiteaa. Lain ensimmäisen luvun 2 § määräsi, että

’Laivanisäntä olkoon vastuussa vahingosta, jonka aluksen päällikkö, laivaväki, luotsi tai joku laivaväkeen kuulumaton, laivanisännän tai päällikön toimeksiantosta aluksella työskentelevä henkilö on aiheuttanut toimessaan tekemällään virheellä tai laiminlyönnillä. Jos laivanisäntä on joutunut suorittamaan korvausta vahingosta, josta 1 momentissa puhutaan, olkoon hänellä puolestaan oikeus saada korvausta siltä, joka vahingon on tuottanut.’

Lain valmistelutyön lausuntoja ei arkistoitu, joten eriävät mielipiteet eivät ole nykypäivänä tiedossa. Vain hallituksen esitys eduskunnalle on arkistoitu, mutta siinä ei mainita periaatteellista muutosta luotsausvirheen vastuusta³⁰. Kyseistä lakia ei myöskään säädetty minkään muun lain perusteella. Edellä oleva 2 § ei ole varmaankaan voinut tulla lakiin elinkeinon esityksestä. Laki palveli vain valtion eli luotsiorganisaation etuja, koska se työnsi valtion työntekijän yksityisen työnantajan vastuulle.

Uuden merilain valmistelu alkoi vuonna 1936 ja laki³¹ uusittiin lopulta vuonna 1939. Sen 11 pykälän sisältö oli sama kuin edellä mainittu laivanisännän vastuuta koskevan lain 2 §. Laki laivanisännän vastuusta siirrettiin merilain pykäliin 10 §–23 §. Merilain valmistelun yhteydessä sanottiin, että laivanisännän vastuuta koskeva 11 § on muotoiltu sellaiseksi kuin se on yhteisessä pohjoismaisessa

²⁷ Komiteamietintö 1952:8

²⁸ Komiteamietintö 1908:8 (10 §)

²⁹ Laki laivanisännän vastuusta ja meripanttioikeudesta 73/31, 20.2.1931

³⁰ Kansallisarkiston koodi: Oikeusministeriö Ea 76

³¹ Merilaki 167/39, 09.06.1939

merilain tarkistustyössä muutettu³². Pohjoismainen valmistelutyö oli siten tehty ennen vuotta 1931. Korvausvelvollisuus oli nyt käytännössä siirtynyt laivanisännälle.

2.2 Luotsaustyön kehittyminen

Tässä turvallisuusselvityksessä on tähän mennessä käsitelty luotsaustyötä merilakien ja muiden yhteiskunnallisten säädösten sekä merikarttojen antaman informaation avulla. Itse luotsaustyön tekemisestä viime vuosisatojen ajalta ei ole juurikaan säilynyt dokumentteja työn salaisen luonteen takia.

Ruotsin vallan aikana valtion luotsi luettiin tärkeäksi sotalaitoksen virkamieheksi. Hän vannoi kuninkaalle valan, ettei paljasta väylätietoja ulkopuolisille. Väylä merkittiin karttoihin vain epätarkasti ja ainoastaan luotsit tunsivat väylät hyvin. He olivat kuninkaan luottomiehiä ja joutuivat muistamaan väylän ulkoa.

Jatkossa tässä turvallisuusselvityksessä käsitellään luotsaustyön tekniikan, toimintatapojen ja ohjeistuksen kehittymistä viime vuosisadan alkupuolelta tähän päivään.

Tänä päivänä luotsaus on edelleen turvallisuustehtävä, mutta ei enää kansallisen turvallisuuden takaamiseksi. Sen sijaan päämääränä on kuljetustehtävän, siis ihmishenkien, omaisuuden ja ympäristön turvallisuuden takaaminen. Vanha tapa hyödyntää muistikuvaa kartasta on kuitenkin säilynyt aina meidän päiviimme saakka. Vielä nykyaikanakin luotseilta vaaditaan luotsauskokeessa muistinvaraista kartan osaamista, vaikka perimmäinen syy kansallisen turvallisuuden takaamisesta poistui jo Suomen autonomian aikana. Vanhaa toimintatapaa pidetään vallitsevana hyvänä merimiestapana *'ordinary practice of seaman'*, ilman että tämän tavan todellista syntyperustetta tiedostetaan. Nyky-yhteiskunnassa pidetään lähes poikkeuksetta toimintatapojen dokumentointia välttämättömänä. Yksi tällainen poikkeus on kuitenkin käsite *hyvä merimiestapa*, jolta puuttuu yhteisesti päätetty, objektiivinen määrittely.

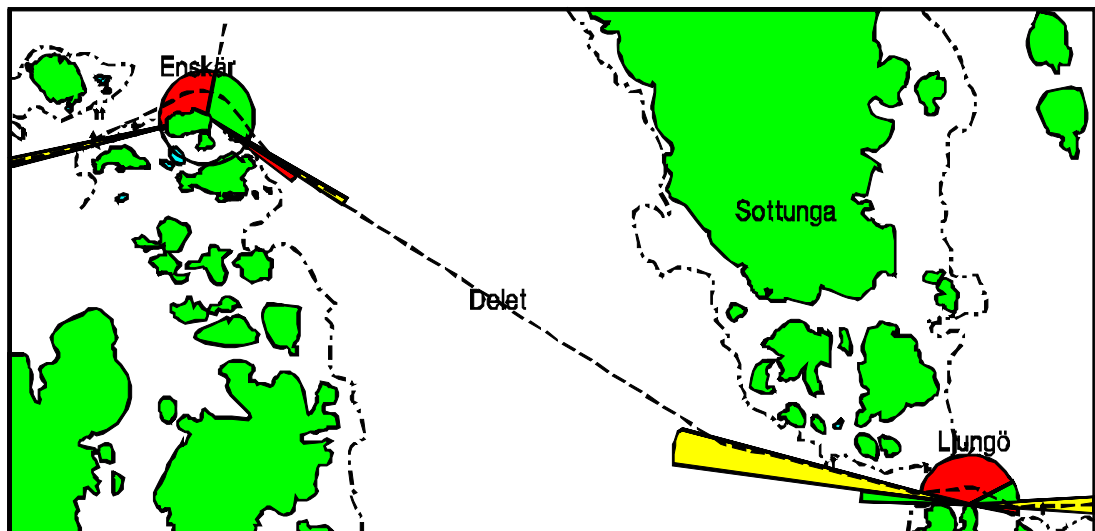
Luotsaus pohjautui aluksi pelkästään visuaaliseen ja suhteelliseen navigointiin. Siinä luotsi teki paikanmäärittystä vertaamalla maisemaa muistinkuvaansa väyläkartasta. Hän ei keskittynyt paikanmäärittymiseen, sillä havaintohetken paikka edusti laivan liiketilan hallinnan kannalta jo liikehistoriaa. Sen sijaan luotsi päätteli aluksen liiketilan ja sen kehittymisen edessään olevasta maisemasta, lähinnä merimerkkien ja kiinteiden kohteiden suhteellisen liikkeen perusteella. Hän määritteli aluksen tulevan paikan ehkä noin puolen minuutin ajomatkan päähän. Luotsin täytyi hahmottaa aluksen liiketila ilman minkäänlaisia laskutoimituksia. Työ perustui ympäristön tarkkaan havainnointiin jopa ilman apulaitteita ja esimerkiksi suuntimia kiinteisiin kohteisiin ei mitattu. Tämä visuaaliseen ja suhteelliseen navigointiin pohjautuva luotsaustapa on säilynyt meidän päiviimme saakka.

³² Kansallisarkiston koodi; Ea 146 OM/KD, lausunnot KD 19/242 1938 Ea

Saaristossa ei ollut vielä 1800-luvun lopulla sektoriloistoja³³, joten liikennöinti oli mahdollista vain päiväsaikaan. Matalikot merkittiin kelluvilla merimerkeillä, mutta tämä merkinntätapa ei ollut systemaattista. Väylälinjausten suunnittelussa edettiin luonnonmerkkeihin nojautuen. Väylät piirrettiin kartalle vapaamuotoisina ja vain vesialueen avoimilla kohdilla väyläviiva piirrettiin suoraksi.

Luotsit opettelivat muistamaan ajolinjoja käyttäen sopivasti peräkkäin sijoittuneita maamerkkejä apunaan. Kääntömerkeiksi valittiin suoraan ajolinjan sivulle jääviä maamerkkejä. Kun luotsausta alettiin myöhemmin tehdä myös yöllä, maamerkkejä ryhdyttiin yleisesti kutsumaan päivämerkeiksi.

Sektoriloistojen rakentaminen aloitettiin itäisellä Suomenlahdella jo vuonna 1880 ja vuonna 1904 pääväylät oli merkitty sektoreilla. Se teki liikennöinnin mahdolliseksi myös pimeään aikaan. Ajolinjat kulkivat kapeiden valkoisten majakkasektoreiden mukaan³⁴ (kuva 1). Käytännön luotsauksessa vaikeutena oli säilyttää oikea etäisyys majakkaan sen ympäri kierrettäessä.



Kuva 1. Sektoriloistot tekivät luotsauksen mahdolliseksi pimeällä. Kuvassa on Ljungö–Enskär väli Ahvenanmaalla. Tämä väylälinjaus oli samanlainen vielä 2000-luvun alussa. Muilta pääväyliltä tämäntyyppinen linjaus on poistettu.

Pimeällä tai näkyvyyden ollessa rajoitettu oli määriteltävä aluksen nopeus ja saapumisaika seuraavan käännöksen alkuun. Nopeus tarkistettiin pääkoneen kierroslukumittarin avulla ja aika kohteeseen laskettiin etäisyydestä. Ellei etsitty kohde ollut lasketun ajan kuluttua näkyvissä, oli alus pysäytettävä. Kommentoilla saattoi nähdä vielä 1950-luvulla kelloja, joissa oli siirrettävä viisari osoittamaan seuraavan kohteen sivuutusaikaa. Käännöksen aloitushetkiä alettiin määritellä majakoiden välähdysten mukaan. Käännös aloitettiin esimerkiksi silloin,

³³ Iisakki Laati 1946, s. 154

³⁴ Öfverstyrelsen för Lots och Fyrinrättningen i Finland, Kartblad till lista öfver finska fyrar och mist-signalstationer, Utgiven år 1904, Helsingfors 1905, AB Weiling & Göös

kun oli ensin saavuttu loiston valkoisen sektorin alueelle ja loisto oli sitten välähttänyt kolme kertaa. Luotsien oli 1900-luvun alusta lähtien osattava muistinvaraisesti sekä 'päivämerkit' että 'yömerkit'. Niiden määrittely oli tehty täysin eri lähtökohdista.

Veden syvyys oli aluksi merikartan tärkein tieto. Päälliköt saivat itse päätellä väylän navigoitavuuden syvyystietojen perusteella. Vanhoissa ruotsalaisissa kartoissa ei ollut minkäänlaista väyliä syvyysluokitusta. Suomen autonomian alkuaikoina syvyysluokitukset puuttuivat ainakin vuoteen 1832 saakka. Tilanne muuttui joskus 1800-luvun puolivälissä, sillä vuoden 1850 venäläisissä merikartoissa oli väyliä luokiteltu syvyyden mukaan³⁵. Väyläviivojen keskelle merkittiin yhdestä neljään pistettä (— • —, — •• —, — ••• —, — •••• —). Pisteet osoittivat aluksen sallittuja 6, 12, 18 tai 24 jalan syväyksiä kyseiselle väylälle. Suurin kulkusyvyys 24 jalkaa (neljä pistettä kartalla) riitti isoimmillekin Suomenlahden satamiin liikennöiville laivoille. Suurimpien valtameriliikenteen nelimastoparkkien syväys oli 27 jalkaa, eivätkä ne tulleet Suomenlahdelle³⁶. Pisteiden numeeriset arvot oli merkitty ilmeisesti karttamerkkejä ja syvyyskäyriä kuvaavaan erilliseen luetteloon. Vuodesta 1918 lähtien väylän syvyys ilmaistiin numeroarvolla, lukema merkittiin sulku-merkkien sisään. Tämä suomalainen tapa oli venäläistä tarkempi ja selkeämpi.

Väylän syvyysmerkinnän käytäntö merkitsi sitä, että päällikön oli kiinnitettävä huomionsa vain siihen, ettei aluksen syväys ylitä karttaan merkittyä arvoa. Nopeuspainumaa eli *Squat*-ilmiötä (kohta 4.1.3) ei vielä tunnettu, mutta alukset ja niiden nopeudet olivat pieniä, joten ilmiö ei ollut vielä alusten operointia haittaava. Suurempi ongelma olivat epätarkat luotaustulokset. Voidaan olettaa, että myös toisinaan tapahtuneet nopeuspainuman aiheuttamat pohjakosketukset luettiin epätarkkojen luotausten tiliin.

Luotsi Johan Erik Bernhard Nylund teki luotsaussuunnitelman³⁷ Helsingistä Bomarsundiin vuonna 1929. Suunnitelma oli tarkoitettu luotsaukseen valoisana aikana. Siinä viittojen sivuutukset varmistettiin omilla varmistuslinjoilla. Seuraava esimerkki kuvaa luotsausta Helsingistä rannikkoväylää länteen:

'Då man ser Gråhara fyrtern mitt emellan Rântans och Abrahamsholmens sjömärken är man klar för Vibergs sydremmare, varpå kursen ändras babord hän mot Hundhällen och går man med denna som stamhåll, tills man får Rönnskärs brygga och Likgrundets ledfyr samt. Melköhällens fyrtafla och en stor sten på Mälkö södra udde överett. Dessa märken leder klart för Glasmästargrundets 18 fots Nord.

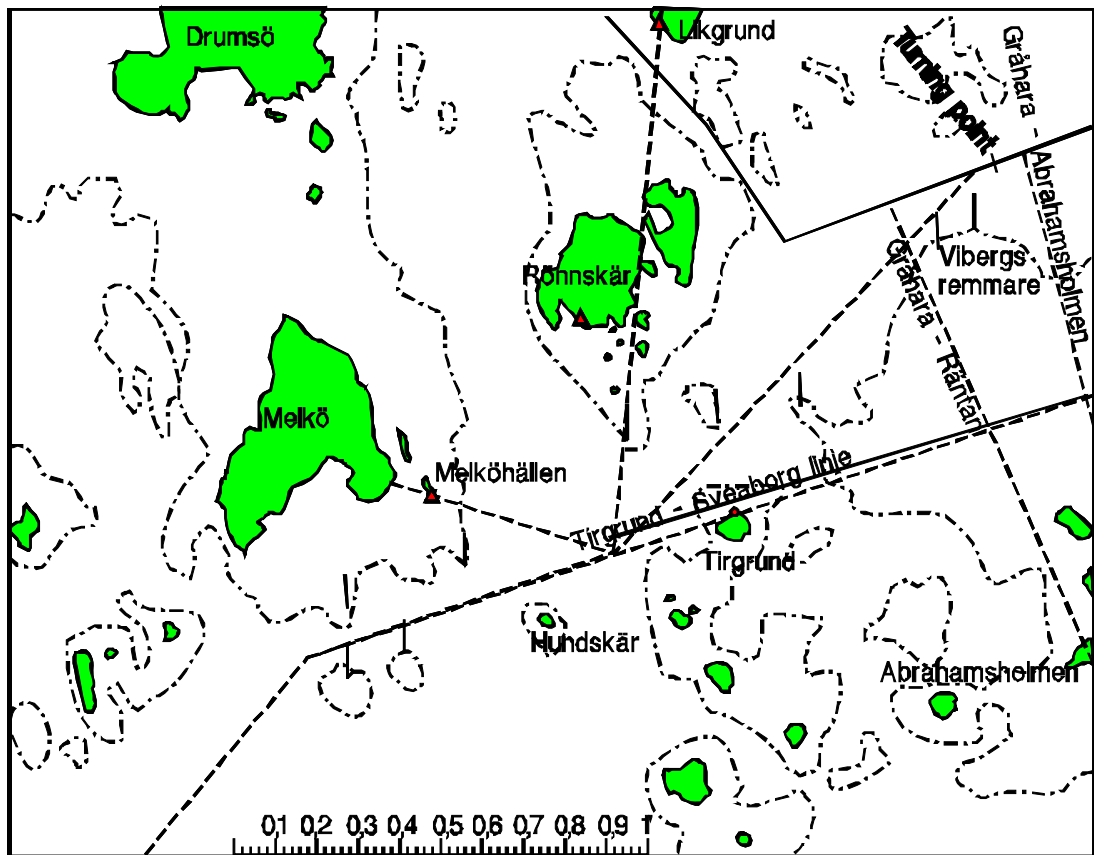
³⁵ Yliopiston kirjaston karttakokoelmat.

³⁶ Strang, Harju ja Laurell, Suomenlahden saaristokartasto 1880, sivut 13 ja 106.

³⁷ Merikapteeni Sven-Erik Nylundin henkilökohtainen arkisto.

Därpå ändras kursen litet styrbord V.S.V (247,5°)³⁸ eller rätt på holmen Knapersär. På denna kurs lämnar man on styrbord Rönnskärs nord (13 fot), Melkö Nöthällens nord ((19 fot) och Melkö nord (15 fot). Om babord bliva Hundens (syd 18 fot) och Gripenbergs syd (12 fot).

Tirgrunds fyren och flaggtången på Sveaborg i linje leda klar för dessa remmare. Därpå ändras kursen babord hän och man fogar Melköhällen och Rönnskärs ledfyar överett, vilken linje anger kurs SW.½.S.' (219,5°)³⁹.



Kuva 2. Kopio merenkulkuhallituksen merikartasta no:19, Porkkala-Söderskär 1:60.000 vuodelta 1928. Katkoviiva esittää kartan väyläviivaa ja yhtenäinen viiva esittää Johan Nylundin reittisuunnitelman ajo-linjoja.

³⁸ Tosisuunta Knapersäkäriin on 244°. Luotsin mainitsema suunta 247,5° osoitti Gåsgrundiin ja Eteläiseen Lehtisaareen. Eranto oli vuonna 1918 -7° 30' ja väheni 7' vuosittain. Vuonna 1929 eranto oli siis -6° 12'. Luotsi mainitsema suunta ei siis voinut olla magneettinen suunta, koska magneettinen suunta olisi ollut noin 239,5°.

³⁹ Melkö – Rönnskärin linjan tosisuunta oli 222°. Luotsin mainitsema suunta 219,5° oli tosisuunta. Linja ajettiin hieman yli suunnilleen Melkön valkoisen sektorin rajalle.

Suunnitelmassa on huomionarvoista se, että luotsit määrittivät linjoja, joiden avulla varmistettiin viittojen turvalliset sivuutukset. Merikartan väylälinjaukset kulkivat joissakin kohdissa liian lähellä reimareita. Linjatauluja oli vaikea sijoittaa siten, että pitkä väylälinja olisi koko matkan kulkenut käytettävissä olevan vesialueen keskellä. Kartoille painettiin käännösten kohdalle vain linjojen leikkaukset. Kaarresäteet puuttuivat.

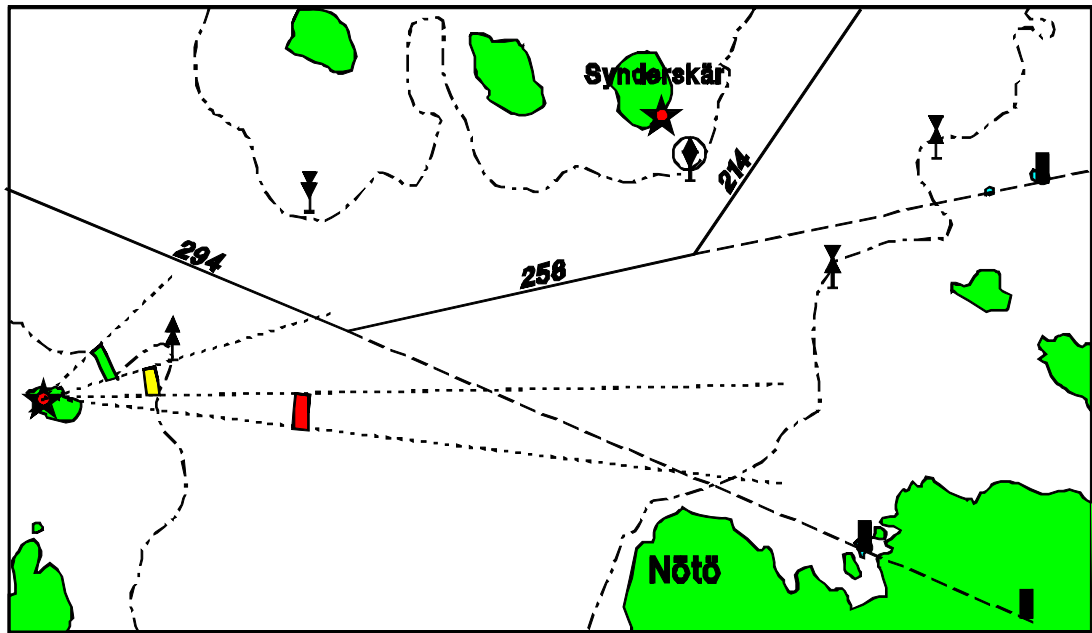
Helsingistä lähdettäessä ohjattiin aluksi Rönnskärin etelärantaa kohti. Käännös aloitetaan, kun Harmajan majakka näkyi Abrahaminluodon ja Rantanin välissä ja käännettiin kohti Hundhälleniä (221°). Näin toimimalla vältettiin Rönnskärin matalat. Seuraava käänntömerkki oli Likgrundin – Rönnskärin laiturin linja tai Meköhällenin ja sen takana olevan kiven muodostama linja. Nämä linjat leikkasivat Tirgrundin valkoisen sektorin rajalla. Tästä otettiin suunta 247° joka vei reimareiden välistä. Pimeässä sen voitiin varmistaa Tirgrundin valkoisella sektorilla. Melköhällenin valkoisen sektorin rajalla käännettiin suunnalle 219,5°. Luotsi Nylundin suunnitelma jatkui Bomarsundiin saakka. Luotsit tekivät kirjallista reittisuunnittelua ainakin viisikymmentä vuotta ennen IMCON⁴⁰ ensimmäistä reittisuunnittelusuositusta⁴¹, joka annettiin vuonna 1973.

Edellä kuvattu luotsauksen suunnittelutapa on vaatinut paljon työtä. Ei ole tiedossa, kuinka paljon siihen liittyi valtion luotsien välistä yhteistyötä. Merenkululaitos antoi luotsien käyttöön vain merikartan.

Suoraa väylälinjaa pystyttiin seuraamaan kompassin avulla, mutta käännöksen seurantaan ei ollut mitään luotettavaa menetelmää. Suuret suunnanmuutokset olivat merenkulkijoiden mielestä epämiellyttäviä, koska kääntymisen aikana aluksen liiketilaa oli vaikea hallita. Vaikea hallittavuus johti ajoratojen hajontaan käännöksen lopussa. Käännökset tehtiin suurella peräsinkulmalla, jotta päästiin nopeasti suoralle suunnalle, jossa liiketilan hallinta on helpompaa. Tilannetta yritettiin korjata jakamalla käännös kahteen osaan. Merenkulkijoiden toivomuksesta suurten suunnanmuutosten kohdalle tehtiin apulinjoja. Nämä apulinjat olivat kuitenkin sen kaltaisia, että niiden osoittamia suuntia ei yleensä voinut ohjata. Linjat auttoivat lähinnä käännösten aloituspaikan määrittelyssä ja helpottivat käännöksen toteutumisen seuraamista. Apulinjojen tarkoitus oli ennen kaikkea estää käännösten aloituksen myöhästyminen. Ne olivat tärkeitä aikana, jolloin tutka ei ollut vielä vakiintunut merenkulkuun. Kuvassa 3 on tyypillinen apulinja.

⁴⁰ Inter-Governmental Maritime Consultative Organization, IMOn entinen nimi

⁴¹ IMCO Res. A. 285(VIII), 20. Nov. 1973, Annex A, (iii) Navigation, (1): *'The intended voyage shall be planned in advance taking into consideration all pertinent information and any course laid down shall be checked.'*



Kuva 3. Käännös Labbskärin linjalta 214° Nötön linjalle 294°. Apulinjaa kuvaava valkoinen sektori auttaa käännöksen aloituksen määrittelyssä.

Luotsilta oli vaadittu aliperämiehen pätevyyskirja vuodesta 1925 lähtien, mutta vaatimusta alettiin käytännössä noudattaa vasta vuonna 1946⁴². Luotsilaitos yritti parantaa luotsien pätevyystasoa kursseilla ja kehotti heitä opettelemaan englantia. Jo aiemmin oli totuttu siihen, että luotsi hoitaa koulutuksensa itse. Varsinaista teoreettista luotsaustyön koulutusta ei edelleenkään ollut.

Ruotsin liikenteen matkustaja-aluksilla käytettiin varustamon palveluksessa olevia linjaluotseja, toisin sanoen luotsi oli pestattu alukseen. Reittisuunnitelmien määrittäminen ruotsinliikenteen aluksille oli normaalia helpompaa, koska reittiä voitiin ajaa aina vakionopeudella. Suorien väyläosuuksien matkat mitattiin kellolla ja vakionopeus määriteltiin potkurin tai pääkoneen kierroslukumittarilla. Kääntömerkit oli määriteltty suoraan sivulle, eli paikannukseen käytetty sijoittaja oli aina kohtisuorassa ajouraa vasten. Suoralla väyläsuunnalla ohjausmerkki otettiin aina keulan edestä.

Luotsaustyön monitorointi oli aluksi tuntematon käsite. Reittisuunnitelman toteutumisen monitorointi oli mahdotonta varsinkin siitä syystä, että liiketilan tunnistaminen perustui kiinteiden maalien suhteelliseen liikkeeseen. Päällystä pystyi tarkastelemaan vain aluksen etenemistä väylällä. Luotsin ulkoa opettelemia kääntö- ja ohjausmerkkejä he eivät voineet mitenkään tuntea.

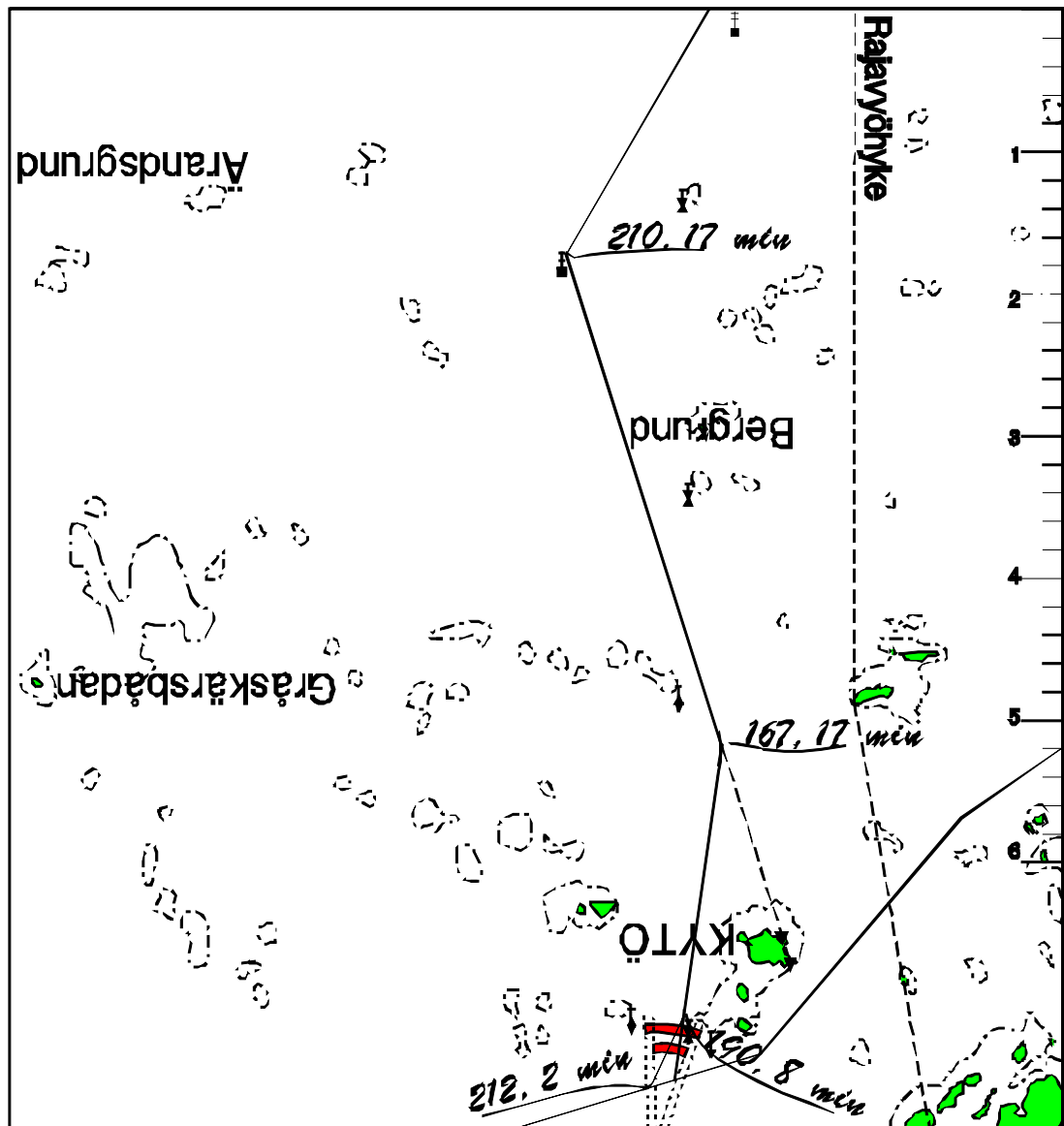
⁴² Yrjö Kaukiainen ja Pirkko Leino-Kaukiainen, 1992, s. 198

Luotsit eivät aina luottaneet omaan muistikuvaansa kartasta. He tekivät oma-aloitteisesti pieniä muistikirjoja, mutta eivät mielellään näyttäneet niitä, sillä luotsastietojen levittäminen oli perinteisesti ollut kiellettyä ja myös siksi, että muistiinpanot olivat tavallaan todiste mieleenpainetun muistikuvan epäluotettavuudesta. Luotsien muistikirjat olivat henkilökohtaisia ja niistä on jäänyt vain vähän todisteita.

Taulukko 1. Esimerkki linjaluotsi Kuno Erikssonin reittimuistiinpanoista Turusta Maarianhaminaan vuodelta 1947. Navigointivälineinä olivat magneettikompassi ja kello. Loistojen väliset etäisyydet edustivat ajo-aikoja. Käännösmerkkejä tämä suunnitelma ei sisältänyt.

<i>Skiftet</i>	<i>70°</i>	<i>20 min</i>
<i>Rödkär - Smörgrund</i>	<i>50°</i>	<i>30 min</i>
<i>Smörgrund</i>	<i>60°</i>	<i>4 min</i>
<i>Kåkombrink</i>	<i>52°</i>	<i>5 min</i>
<i>Björnsholm</i>	<i>68°</i>	<i>8 min</i>
<i>Löuskär</i>	<i>66°</i>	<i>7 min</i>

Kuva 4 esittää vuoden 1952 merikarttasarjaan linjaluotsi Kuno Erikssonin tekemiä merkintöjä. Karttaa pidettiin eteläisillä ajosuunnilla etelä ylöspäin, jotta se vastaisi visuaalista maisemaa komentosillan ikkunassa. Esimerkki on Porkkalan vuokra-alueen itäreunasta. Merkintöjen suunnat olivat magneettisia kompassisuuntia. Karttaan ei ollut painettu erantoa, eikä aluksen eksymäkäyrä ole tiedossa. Etäisyydet kääntöpisteiden välillä mitattiin kellolla, sillä laahuslochia ei saaristossa käytetty. Nopeudet olivat noin 11–12 solmua. Suunnitelmassa ei ollut tutkanavigointiin viittaavia merkintöjä.



Kuva 4. Linjaluotsi Kuno Erikssonin käyttämän kartan muistiinpanot⁴³ vuosilta 1952–1956 oli merkitty kartalle ajosuunta ylöspäin. Syvyyskäyrät kuvaavat alle 10 metrin matalikkoja.

Kun luotsaustyö pohjautui pelkästään visuaaliseen havainnointiin, koko päällystö otti osaa tähystykseen. Tutkan käyttö alkoi yleistyä kauppa-aluksilla 1950-luvulla ja sen myötä luotsaustyö alkoi yhä enemmän muuttua yksilösuorituksen suuntaan. Aluksilla oli lähes poikkeuksetta vain yksi tutka ja koska se oli kallis, niin sitä käytettiin säästeliäästi. Tutkan näyttö oli pieni ja se oli peitetty häikäisysojalla, joten kuvaa pystyi katsomaan vain yksi henkilö kerrallaan. Tämä tehtävä lankesi luotsille, joka aluksi käytti tutkaa vain huonolla näkyvyydellä, mutta vähitellen tutkalaitteiden kestävyys parani ja sen seurauksena niiden käyttöaste nousi.

⁴³ LKT Olli Turusen henkilökohtainen arkisto

Stabiloimaton HEAD UP -kuva oli aluksi tutkan ainoa näyttötapa. Tämä vastasi perinteistä luotsaustapaa, sillä tutkan kuvaorientaatio vastasi näkymää ikkunas-
sa ja tutkaa seurattiin kuten maisemaa. Suorien väyläosuuksien käännös- ja oh-
jausmerkit olivat eronneet päivä- ja yönavigoinnissa. Päivällä oli haettu maaston
muodostamia linjoja. Yöllä oli tukeuduttu majakkasektoreiden rajoihin ja majakan
välähdysten lukumäärään. Tutkamerkit syrjäyttivät myöhemmin käännöksen aloi-
tuskohdan määrittelemisen majakoiden välähdysten sijaan. Päivällä navigoitiin
edelleen ilman tutkan apua ja tutkanavigointia pidettiin visuaalisesta navigoinnis-
ta erillisenä luotsaustapana. Tutkan käytön lisääntyessä luotsaustyö muuttui vä-
hitellen luotsin yksilösuoritukseksi kaikissa näkyvyyssolosuhteissa.

Luotsauskokeessa oppilaan oli muistettava väylän käännösmerkit jopa kolmena
eri versiona; päivämerkkeinä luonnollisista kohteista, yömerkkeinä majakoista ja
loistoista sekä vielä tutkahavaintoina. Tutkan käyttö ei siten kaikilta osin pelkäs-
tään helpottanut navigointia.

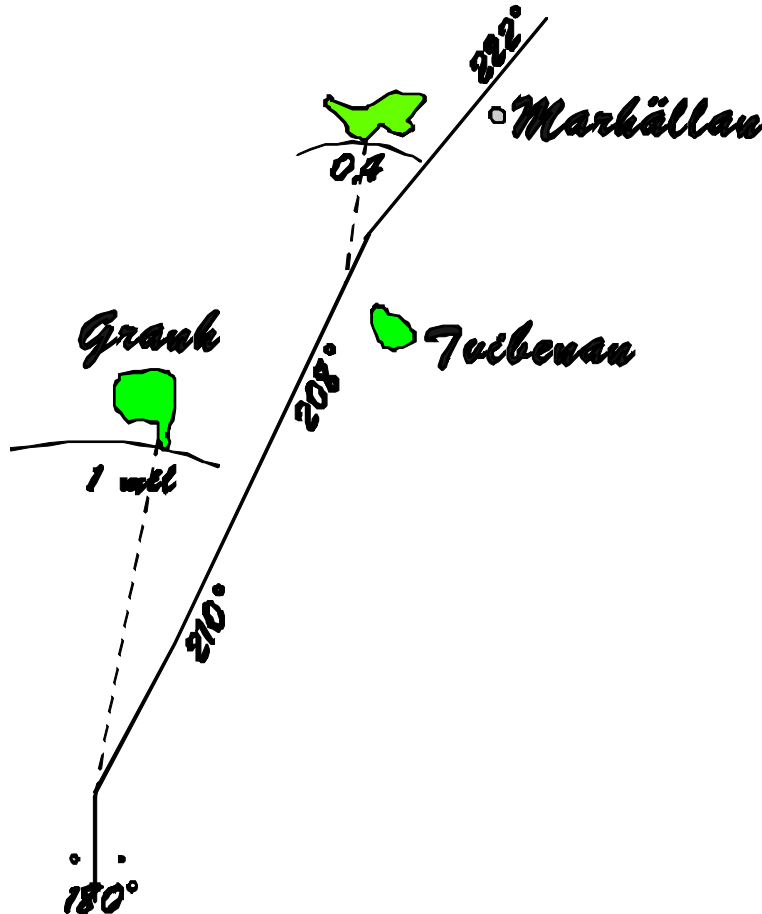
Taulukko 2. *Esimerkki linjaluotsi Kuno Erikssonin reittimuistiinpanoista 1950-
luvulta, jolloin kääntöpisteitä alettiin määritellä etäisyyksinä suo-
raan eteenpäin⁴⁴. Taulukossa käännöspisteen nimen jälkeen sa-
rakkeissa ovat tutkan mittakaava, etäisyys kohteeseen, käännök-
sen jälkeinen tavoitesuunta ja ajoaika seuraavaan käännöspistee-
seen.*

<i>Skötskär ens för</i>	$\frac{2 \text{ mil}}{0.7}$	27°	<i>6 min</i>
<i>Staholm ens för</i>	$\frac{2 \text{ mil}}{0.7-6}$	$0^\circ-1^\circ$	<i>2 min</i>
<i>Enskäreus för</i>	$\frac{1 \text{ mil}}{0.3}$	326°	<i>2 min</i>
<i>Finngrund ens akt</i>	$\frac{2 \text{ mil}}{0.7-0.6}$	14°	<i>7 min</i>

Vanhoihin karttakirjoihin, joihin oli merkitty kohteiden väliset ajoajat, alettiin myös
merkitä kääntömerkeiksi etäisyyksiä suoraan aluksen keulasta eteenpäin. Kirjoi-
hin merkittiin myös tutkanäytön mittakaava-asetus. Myöhemmin tällaista kartta-
kirjan merkintätapaa alettiin kutsua vakiorutiiniksi. Reittisuunnitelman muodosti-
vat majakoiden väliset ajoajat, kuten ennen tutkanavigointia, ja käännösmerkit.

⁴⁴ LKT Olli Turusen henkilökohtainen arkisto.

Tutkan HEAD UP -näyttö soveltuu luotsaukseen hyvin, jos kiinteitä maaleja on paljon ja liikkuvia maaleja ei ole tutkalla. Näyttötavan suurin haitta on se, että ruorimiehelle ei voi antaa ohjattavaa kompassisuuntaa. Sen sijaan ohjauskäskyt on annettava muodossa 'suoraan näin'.

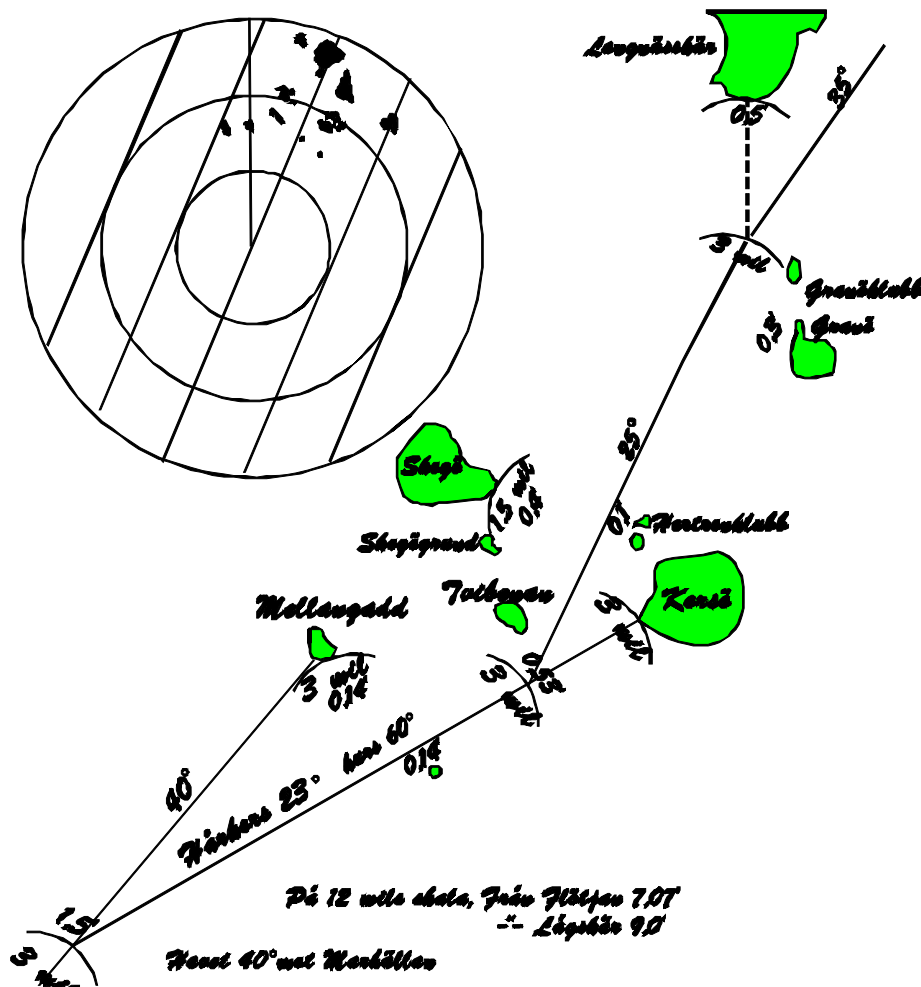


Kuva 5. Kuva esittää linjaluotsi Kuno Erikssonin irrallista lehteä luotsin muistikirjan välissä. Piirroksessa etelä on ylöspäin. Reittisuunnitelma kuvaa ajoa Maarianhaminasta ulos HEAD UP-tutkanäytöllä⁴⁵.

Yllä oleva suunnitelma on piirretty eteläsuunta ylöspäin, jotta se soveltuisi käytettäväksi tutkanäytön kanssa. Piirros on periaatteellinen, sillä saaret eivät sijaitse oikeassa asemassa toistensa suhteen. Suunnitelma on piirretty luultavasti 1950-luvun alussa. Käännösgeometriaa ei vielä otettu huomioon.

Tutkanavigoinnissa etäisyydet arvioitiin silmämääräisesti tutkanäytön kiinteiden etäisyysrenkaiden avulla ja käännoispisteet olivat etäisyyksiä suoraan edessä oleviin kiinteisiin maaleihin. Tutkamaaleiksi pyrittiin valitsemaan sellaisia kohteita, jotka sijaitsivat käännoshetkellä mahdollisimman lähellä jotain tutkan kuva-putken kiinteää etäisyysrengasta.

⁴⁵ LKT Olli Turusen henkilökohtainen arkisto

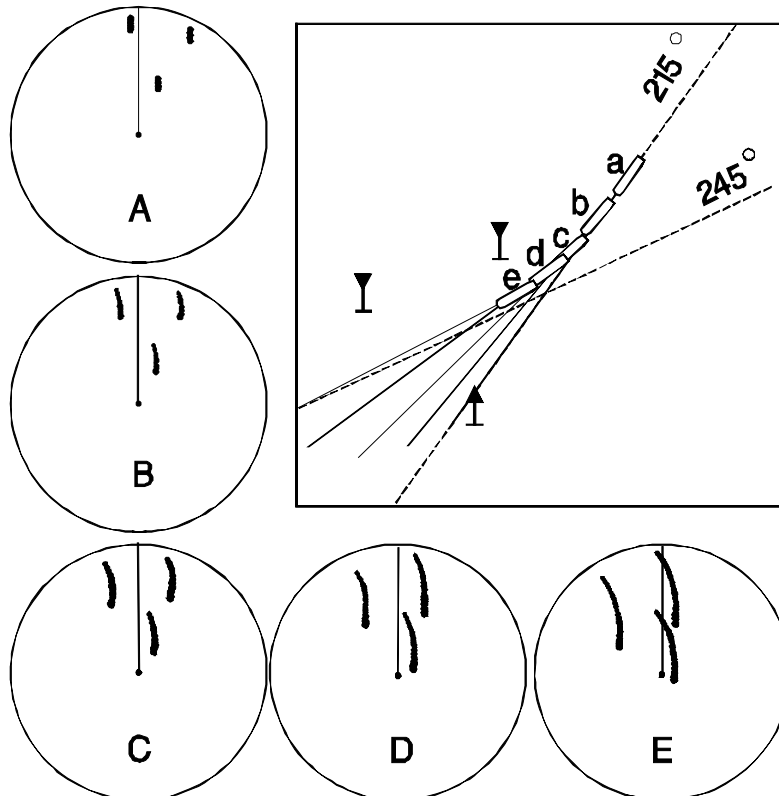


Kuva 6. Kuva esittää linjaluotsi Kuno Erikssonin tekemää reittisuunnitelmapiirrosta Ahvenanmereltä Maarianhaminaan. Karttapiirroksen orientaatio on pohjoinen ylöspäin, kun tutkan orientaatio on tässä esitetty ajalle tyypillisesti keula ylöspäin. Kartta on tehty ilman mittakaavaa. Tutkan kuva esittää alusta kääntöpaikassa magneettikompassin suunnalta 040° suunnalle 060°. Tutkan hiusristikko on käännetty keulasuuntiin 23 astetta.⁴⁶

Reittisuunnitelma kuvassa 6 on tehty 50-luvun lopulla HEAD UP -tutkalle. Tämä ilmenee merkinnästä 'Hårkors 23°', joka kuvaa käännöstä mereltä kohti Korsön saarta. Hårkors tarkoittaa tutkan kuvaputken päällä olevaa mekaanista suuntimalevyä. Keulasuuntiman 23° osoittaessa Korsön saarta käännetään suunnalle 60°. Kaikki suunnanmuutokset perustuivat tutkalla mitattuihin etäisyyksiin suoraan edessä olevista kohteista. Tärkeimpiin kohtiin oli merkitty sivuutusetäisyyksiä ja tutkan mitta-alue. Tässä luotsin käytössä oli ilmeisesti näyttölaite, jossa oli säädettävä etäisyysrengas VRM (Variable Range Marker), sillä etäisyydet olivat mailin sadasosia. Käännösgeometriaa ei kirjattu ylös.

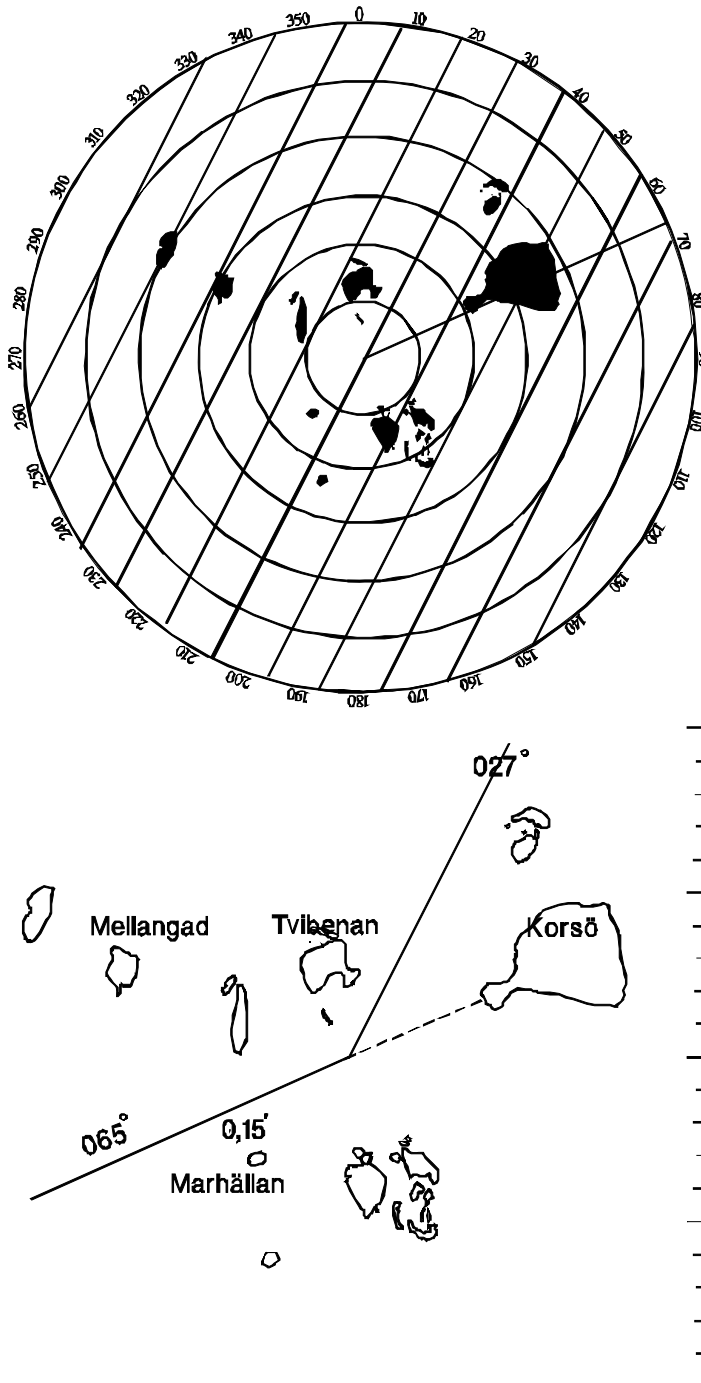
⁴⁶ LKT Olli Turusen henkilökohtainen arkisto

Aluksen liiketilan hallinta käännöksen aikana oli hankalaa. Jos kaarteen geometrisen keskipisteen lähellä ei ollut kiinteää tutkamaalia, johon olisi voinut mitata etäisyyttä käännöksen aikana, oli kaarresäteen arviointi vaikeaa. Liiketilan arviointi perustui luotsin muistiinsa painamaan karttaan, jota hän vertasi visuaaliseen näkymään ikkunassa. Liiketilan hallintaa tutkan avulla on selvitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Kartalla pohjoissuunta on ylöspäin, kun taas tutkan kuvaorientaatio on keula ylöspäin. Alus kääntyy suunnalta 215° suunnalle 245°. Kartan kohdat a-e vastaavat tutkan näytöjä A-E. kiinteiden maalien jättämän jälkihehkun kaarevuus vastaa aluksen oman kaarroksen peilikuvaa.

Aluksen kääntymisliike arvioitiin kiinteiden maalien liikkeestä kuvaputkella. Luotsilla on kokemukseen perustuva mielikuva kiinteiden maalien liikkeestä komentosillalta näkyvässä maisemassa. Tutkan HEAD UP -kuva vastaa esitystavaltaan maisemaa ja luotsi voi päätellä aluksen kääntymisnopeuden tutkamaalien liikesuunnasta kuvaputkella. Tutkan jälkihohdon piirtämät kaarevat radat esittävät peilikuvana käännöksen kaarresäteen.



Kuva 8. Kompassistabiloitu NORTH UP -kuva (pohjoinen ylöspäin) vakiintui vuosien 1955–1965 välillä. Kuvan tilanteessa käänнос alkaa 0,5' (mpk) etäisyysrenkaan koskettaessa edessä olevaa saarta.⁴⁷ Me-
kaaninen suuntima osoittaa uutta suuntaa 027°.

⁴⁷ LKT Olli Turusen henkilökohtainen arkisto

Kompassistabiloidut tutkat yleistyivät 1950-luvun lopulla. Niissä oli usein portaattomasti säädettävä etäisyysrengas VRM. Kompassistabiloitu NORTH UP -näyttö antaa hyvän mahdollisuuden arvioida yhteentörmäysvaaran riskiä muiden alusten kanssa. Tämä näyttötapa vakiintui laivoilla hyvin hitaasti. Tutkatyöskentelyyn syntyi nimittäin kaksi koulukuntaa. Aluksi enemmistö kannatti HEAD UP -näyttötapaa (kuva 7), koska se vastasi näkymää ikkunasta. Vähitellen NORTH UP -näyttötapa yleistyi, koska näyttö pysyi selkeänä käännöksen ajan, kun jälkihohto ei sotkenut tutkakuvaa.

Tutkan elektroninen suuntima EBL (Electronic Bearing Line) vakiintui 1960-luvun alussa. Aluksi EBL esitti suuntimia vain aluksesta ulospäin. Pienissä suunnanmuutoksissa tämä EBL soveltui jo käännöksen aloituspaikan määrittämiseen. Siirrettävä EBL -suuntimaviiva, jolla pystyttiin mittaamaan suuntia myös kahden pisteen välillä, yleistyi 1970-luvulla. Tämä teki mahdolliseksi käännösten aloituspaikan WOP (Wheel Over Point) tarkan määrittelyn tutkan avulla.

3 LUOTSAUSTYÖTÄ KOSKEVAT SÄÄDÖKSET EILEN JA TÄNÄÄN

Onnettomuustutkintakeskuksen julkaisemista luotsaustyöhön liittyvistä onnettomuusraporteista 25 kappaletta liittyy kansallisiin vaatimuksiin luotsaustyöstä, joista 14 tapausta liittyy komentosiltayhteistyöhön, 11 reittisuunnitteluun, ja viisi luotsin otto- ja jättöpaikkaan.

Aiemmin kansallisissa säädöksissä käsiteltiin komentosiltayhteistyötä, luotsausta ja reittisuunnittelua. Yhdeksänkymmentäluvun loppupuolelta alkaen tätä ohjeistusta on poistettu ja nykyisin komentosiltayhteistyötä ja luotsaustyötä ei kansallisella tasolla säädellä.

3.1 IMon vaatimukset luotsaustyöstä

Kansainvälinen YKn alainen merenkulkujärjestö IMCO⁴⁸ (vuodesta 1982 lähtien IMO) totesi vuonna 1973, että luotsin ja päällikön yhteistyö ei toiminut ammattimaisella tavalla. Matkaa ei suunniteltu etukäteen ja merivahtia pidettiin monesti huolimattomasti. IMCO julkaisi päätöslauselman, joka pyrki korjaamaan epäkohdat⁴⁹. Siinä korostettiin päällikön vastuuta silloin, kun luotsi on aluksella. Lisäksi päätös toi merenkulkuun uuden käsitteen, reittisuunnittelun. Sen mukaan matka tuli suunnitella myös sen luotsattavalle väyläosuudelle. Reittisuunnitteluvaatimus oli navigoinnin turvallisuuden kannalta ensiarvoisen tärkeä. Vaatimus sisälsi myös ajatuksen, jonka mukaan navigointityössä oli siirryttävä yksilösuorituksesta ryhmätyöhön, sillä reittisuunnitteluvaatimuksen tehtävänä oli pakottaa aluksen päällystö perehtymään väyliin. Päätöslauselman tarkoittama reittisuunnittelu ei kuitenkaan siirtynyt Suomen kansallisiin säädöksiin.

Vuoden 1973 päätöslauselman sisältö toistettiin STCW-konventiossa vuonna 1978. Sen voimaantulon odotettiin edistävän reittisuunnittelua. Suositusta ei kuitenkaan käytännössä noudatettu.

IMO on vuodesta 1978 lähtien vaatinut⁵⁰, että päällikön tulee antaa luotsille tiedot aluksen ohjailuominaisuuksista. Ohjailuominaisuuksien suhteen IMO on täsmentänyt asiaa päätöslauselmalla⁵¹ vuonna 1987 määrittelemällä kaksi dokumenttia; luotsille annettava *Pilot Card* ja komentosillan seinään kiinnitettävä *Wheelhouse Poster*.

⁴⁸ IMCO, Inter-governmental Maritime Consultative Organization, nykyisin IMO, International Maritime Organization, YKn merenkulkujärjestö

⁴⁹ IMon päätöslauselma A.285(VIII).

⁵⁰ STCW convention 1978, Chapter II, paragraph 10 and STCW Code 1995, Chapter VIII, paragraph 49, Navigation with pilot on board.

⁵¹ Resolution A.601 (15) 19 Nov. 1987, Annex: Appendix 1, PILOT CARD. Appendix 2, WHEELHOUSE POSTER

Luotsin astuessa alukseen on tärkeää käydä läpi Pilot Cardin muistilista, joka velvoittaa päällikön selvittämään seuraavat luotsaukseen vaikuttavat seikat:

- tutkalaitteiden käyttämät aaltopituudet
- lokin toimintaperiaate (nopeus veden vai pohjan suhteen)
- lokin sortokulmanmittaus
- konekäskynvälittimien toimintatapa, peräsinkoneiden lukumäärä
- peräsinkulman osoittimen, kierroslukumittarin ja mahdollisen kulmanopeusmittarin sijainti ja
- luotsille on ilmoitettava kompassin virhe.

Näissä dokumenteissa olevista tiedoista on kuitenkin vain joiltain osin hyötyä Suomen väylillä tapahtuvaan luotsaukseen.

IMCO antoi vuonna 1981 päätöslauselman⁵², jossa käsiteltiin luotsaustyötä. Sen liite (ANNEX) luetteli ne tavoitteet, jotka luotsin tulee osata:

- kartta ulkomuistista
- tutkan käyttö, ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) ja komentosillan laitteet

Vaatus kartan ulkomuistista opettelemiseksi on historiallinen ja kansainvälinen perinne. Nykyään Luotsausliikelaitos vaatii luotseiltaan kirjallisen reittisuunnitelman tekemistä luotsaustyön suorittamista varten. Olisi kuitenkin tarkoituksenmukaista, että työnantaja tekisi omille luotsaustyötä tekeville merenkulkijoilleen yhdenmukaiset reittisuunnitelmat, sillä se, että jokaisella alaisella on oma erillinen luotsaussuunnitelmansa, ei ole turvallisuuden kannalta edullista.

IMCON päätöslauselman toinen liite (ANNEX 2) luettelee vakiorutiineja. Päällikön ja luotsin on valmistauduttava luotsaukseen ja

- sovittava ajosuunnitelma,
- otettava huomioon vallitsevat olosuhteet, liikenne ja aluksen nopeus,
- sovittava aluksen käsittelyyn vaikuttavista seikoista ja
- päätettävä hinaajien käytöstä.

Nämä vakiorutiinit ovat hyödyllisiä, sillä ne edistävät yhteistyötä komentosillalla. Liitteen mukaan luotsin tulee käyttää IMOn Standard Marine Vocabularyn mukaisia ilmaisuja, eli kommunikointikielen tulee olla englanti.

Yhtenäinen kielivaatus edistää myös osaltaan komentosiltayhteistyötä. Kieliongelmia ei saa syntyä, vaikka sillalla olisi useiden kansallisuuksien edustajia. Tyypillinen tilanne on esimerkiksi sellainen, että päällikkö puhuu luotsin kanssa englantia, mutta päällystö puhuu keskenään omaa äidinkieltään ja luotsi puhuu

⁵² A.483(XII), Training, Qualifications and Operational Procedures for Maritime Pilots other than deep-sea pilots.

hinaajien kanssa kolmatta kieltä. IMO on jo radioliikenteen osalta puuttunut sekavaan tilanteeseen⁵³. Kommentosiltayhteistyön ja turvallisuuden kannalta on tärkeää, että jos komentosillalla kaikki eivät ymmärrä toistensa äidinkieltä, on työskentelyssä siirryttävä yhteisen kielen, englannin, käyttöön.

IMO tarkisti STCW -konventiota vuonna 1995 (Amendment, STCW-95). Sen päätös vaati matkan suunnittelua lähtösatamasta tulosatamaan. Tässä ei vielä ollut oleellista muutosta vuoden 1978 konventioon, mutta uutena asiana esiteltiin nyt ensimmäistä kertaa reittisuunnittelun osatekijät, joita ovat esimerkiksi reitin käännöspisteet ja matalan veden alueet. STCW-95 yleissopimus tuli Suomessa voimaan asetuksella⁵⁴ vuonna 1997.

STCW-95 ei anna suoraa käytännön ohjetta reittisuunnitelman laatimiseksi, mutta kriteerit ilmaistiin niin selvästi, että niiden perusteella merenkulkija pystyy laatimaan luotettavan tutkanavigointiin ja kulmanopeusohjailuun perustuvan luotsausmenetelmän. Koodin A-osan luku II on reittisuunnittelun kannalta ratkaiseva edistysaskel aiempiin säädöksiin verrattuna.

IMO antoi vuonna 2003 luotsien koulutusta ja vakiorutiineita koskevan päätöslauselman⁵⁵. Päätöslauselma suosittelee luotsille sekä teoria- että käytännön koulutusta. Käytännön harjoittelua voi täydentää simulaattorilla ja miehitetyillä laivamalleilla. Päätöslauselma korostaa aluksen päällikön ja luotsin välistä yhteistyötä (BRM, Bridge Resource Management). Yhteistyön tärkein osuus on tietojen vaihto valmistauduttaessa luotsaukseen. IMO:n mukaan luotsausviranomaisen on tarkistettava vähintään viiden vuoden välein, että luotsien navigointitaidot ja säädösten tuntemus ovat riittävät. Luotsien tulee saada koulutusta englanninkielessä, komentosiltayhteistyössä, aluksen käsittelysimulaattorissa ja luotsien on otettava osaa seminaareihin, joissa käsitellään uusinta navigointitekniikkaa. Väylämerkintöjen ulkoa opettelemista päätöslauselma ei mainitse. Tämän päätöslauselman suositus on otettu huomioon Luotsausliikelaitoksen sisäisessä ohjeessa.

Päätöslauselman liitteen (ANNEX 1) kohta *Training* toteaa, että viranomaisen tulee kehittää normit luotsille annettavasta koulutuksesta, vaaratilanneraportoinnista, sekä määritellä vaadittava työkokemus ja yhteistyökoulutus. Päätöksen mukaan luotsin tulee tuntea kansalliset ja kansainväliset säädökset ja osattava karttatiedot muistinvaraisesti. Tämän seurauksena ulkomuistista osattavien asioiden määrä on lisääntynyt entisestään. Luotsausviranomaiselta ei ole vaadittu yhteinäisesti käytettävien reittisuunnitelmien määrittämistä.

⁵³ IMO A.578(14) Nov. 1985, ANNEX 1, 2.4 Communications. 3.4.3.

⁵⁴ Asetus 1256/1997.

⁵⁵ Resolution A.960(23), 5 December 2003. Recommendations on Training and Certification and on **Operational Procedures** for Maritime Pilots other than Deep-Sea Pilots.

Päällikön ja luotsin välisestä yhteistyöstä päätöslauselmassa⁵⁶ sanotaan seuraavaa:

*'Every pilot should be trained in **bridge resource management** with an emphasis on the exchange on information that is essential to a safe transit. This training should include requirement for the pilot to assess particular situation and to conduct an exchange of information with the master and/or officer in charge navigational watch. Maintaining an effective working relationship between the pilot and the bridge team in both routine and emergency conditions should be covered in training. Emergency conditions should include loss of steering, loss of propulsion, and failures of radar, vital systems and automation, in narrow channel or fairway.'*⁵⁷

Päätöslauselmat eivät ole ratkaisseet itse luotsausmenetelmää. Kumpikaan päätöslauselma (1981 ja 2003) ei ota kantaa luotsin tosiasialliseen työhön, eli miten alusta tulee kuljettaa ja ohjata. IMO katsoo, että se ei voi määritellä, miten eri jäsenvaltioiden kansallisilla vesialueilla aluksia luotsataan.

SOLAS -yleissopimus ja muut tekniset päätöslauselmat osoittavat, että IMO:n näkemyksen mukaan komentosillalla suoritettavat kaksi perustehtävää ovat paikanmääritys ja yhteentörmäyksen estäminen. Luotsaustyö ei näiden teknisten säädösten mukaan kuulu merenkulkijan perustehtäviin, joten luotsaustehtävän määrittelyä on haettava STCW-konvention vaatimuksista.

STCW-95 ei mainitse luotsaustyötä erillisenä merenkulkijalle kuuluvana tehtävänä, mutta STCW -koodi luettelee ne keskeiset osatekijät⁵⁸, joista luotsaustyö muodostuu. Niiden osaaminen vaaditaan kaikkien niiden alusten yliperämiehiltä ja päälliköiltä, joiden bruttovetoisuus on yli 500. Tämä valtava merenkulkijoiden määrä ylittää moninkertaisesti kaikkien maailman luotsien lukumäärän. STCW -koodi mainitsee seuraavat työhön liittyvät seikat:

- *'Voyage planning'*, joka tarkoittaa reittisuunnitelman tekemistä satamasta satamaan. Siinä tulee ottaa myös huomioon väyläsuunnitteluohjeen kriteerit, alusliikenteen kohtaamiskiellot ja aluksen nopeus matalassa vedessä.
- *'Blind pilotage techniques'*, joka tarkoittaa reittisuunnitelman toteuttamista tutkanavigoinnilla.
- *'Application of constant rate of turn techniques'*, joka tarkoittaa kaarregeometrian hallintaa kulmanopeuden avulla. Jotta tämä vaatimus voitaisiin käytännössä toteuttaa, olisi aluksessa oltava kulmanopeushyrrä.

⁵⁶ IMO, Res 960(23) 5, Dec, 2003. Recommendation on Training and Certification and Operation and on Operational Procedures for Maritime Pilots other than deep-sea pilots.

⁵⁷ IMO, Res 960(23), Annex 1, paragraph 5.3.

⁵⁸ STCW, Chapter VIII, Section A-VII/2, part 2 ja taulukko A-II/2.

- *'Handling of ships in rivers, estuaries and restricted waters, having regard to the effect of current, wind and restricted water on helm response and berthing and unberthing under various conditions of wind, tide and current with and without tugs.'* Tämä tarkoittaa aluksen liiketilan tunnistamista, jota voidaan edesauttaa esimerkiksi kohdassa 7.3.1. esitetyn *prediktorin* avulla. Prediktorin esittämiseksi tarvitaan ainakin aluksen maantieteellinen paikka, tosisuunta, kulmanopeus, nopeus ja suunta pohjan suhteen.

IMO yritti saada komentosiltayhteistyötä koskevan vaatimuksen STCW-95een. IMon jäsenvaltioista suuri osa vastusti tätä eikä yritys toteutunut. IMO liitti komentosiltayhteistyön STCW-95 koodin B-osaan pelkkänä suosituksena⁵⁹.

IMOn vuoden 1998 tekniset määräykset integroidusta navigointilaitteistosta eivät mainitse yhteistyön merkitystä järjestelmän käytössä⁶⁰. Suositus mainitsee vain, että laitteiston tarkoitus on lisätä informaation arvoa ja vähentää työmäärää. Yhteistyön tärkeyttä ei painoteta laitteiston hyödyntämisessä.

IMO ohjaa laivayhtiöitä ohjeistamaan alusten päällystöt kaikkien vaaratilanteiden varalle⁶¹. ISM -koodin kohta 2.2.1.3 esittää tavoitteen luoda ja jatkuvasti kehittää turvallista työympäristöä ja työskentelytapoja. Käytännön toimet tavoitteiden saavuttamiseksi jäävät koodissa kuitenkin määrittelemättä.

IMO on ISM -koodin⁶² kautta siirtänyt yksityiskohtaisten komentosiltaohjeiden laatimisen varustamoille. ISM -määrittely on kuitenkin niin ylimalkainen, että sen seurauksena varustamoiden komentosiltaohjeistuksista on muodostunut kirjavaa ja luotsaustyön nykyaikainen määrittely on pääsääntöisesti tekemättä.

Luotsausmenetelmän määrittäminen jää siis jokaisen valtion omaan harkintaan. Vaikka jokaisessa jäsenvaltiossa annettaisiin luotsausohje, ei yhtenäisiä vaatimuksia komentosiltalaitteista saada aikaan ilman IMon myötävaikutusta. Tärkeää olisi kuvata, miten käännökset suunnitellaan, suoritetaan ja monitoroidaan. Tämän jälkeen voitaisiin kartoittaa, mitä laitteita luotsi työssään tarvitsee ja asettaa laitevaatimukset sen mukaisesti.

⁵⁹ IMO STCW CODE 1995, Annex 2, Part B, Recommended guidance regarding provisions of the STCW Convention and its annex. Chapter VIII, Section B-VIII/2, Part 3-1. Bridge Resource Management.

⁶⁰ IMO MSC.86 (70) 1998, Annex 3, Recommendation on Performance Standards for an Integrated Navigation System.

⁶¹ IMO Res. A.913 (22) 2001. Revised Guidelines on Implementation of the International Safety Management (ISM) Code by Administrations.

⁶² International Safety Management Code

Euroopan jokiliikenteen luotsauslaitemääräykset⁶³ vaativat jokiliikenteen aluksilta kulmanopeushyrrän ja kulmanopeusmittarin. Mikäli aluksella ei käytetä ruorimiestä, on siellä oltava kulmanopeusautomaatti. Komentosillalla on oltava keskitetty ohjauspaikka ja kulmanopeustiedon on oltava esitettynä myös tutkakuvan yläreunassa. Tutkanäytön orientaation on oltava aina keula ylöspäin, eikä tutka saa olla hyrrästabiloitu. Merialuksia koskevien sääntöjen yksi suuri epäkohta on se, että niissä ei vaadita kulmanopeushyrrää, -mittaria eikä kulmanopeusautomaattiohjainta.

3.2 IMon laitevaatimukset

Navigointitekniikan ja navigointityön kehittäminen on IMOssa jaettu kahden eri alakomitean tehtäväksi. NAV-alakomitea (Navigation) tekee navigointilaitteiden tekniikkaa koskevia päätöslauselmia ja STW-alakomitea (Standards of Training and Watchkeeping) määrittelee komentosiltatyössä tarvittavia taitoja.

NAV-alakomitea määrittelee navigointilaitteiden tekniset standardit. Näyttölaitteiden suhteen NAV ottaa kantaa vain teknisiin vaatimuksiin, kuten näyttölaitteiden kokoon, mutta käyttöliittymien osalta alakomitea esittää ainoastaan yleisvaatimuksen, jonka mukaan niiden tulee olla ergonomisia tai helppokäyttöisiä. Väylänavigoinnin suhteen ei laitteille kuitenkaan aseteta mitään määräyksiä. Navigointi- ja luotsaustyön määrittely jäisi siten NAV -alakomitean näkökulman mukaan STW -alakomitean tehtäväksi.

STW -alakomitean työnkuvaan kuuluu navigointityön määrittely, mutta se ei määrittele tässä työssä käytettävien näyttölaitteiden toimintoja. Tämän seurauksena käyttöliittymien suunnittelu on jäänyt laitevalmistajille. Väylänavigoinnissa käytettäviin laitteisiin tai niiden käyttöön liittyvään koulutukseen STW ei kiinnitä huomiota, vaan IMO on jättänyt koko väylänavigoinnin käsittelemättä. Luotsaustyössä tarvittavien näyttölaitteiden toimintoja ei ole mitenkään määritelty.

Vaatus kaikkien olemassa olevien navigointilaitteiden tuntemisesta olisi kohutunut, joten IMon tulisi ensin määrittää luotsauslaitteiden tekniset ominaisuudet, ennen kuin luotsilta voidaan vaatia niiden käytön osaamista.

IMCon ensimmäinen tutkaa koskeva päätöslauselma A.222(VII) annettiin vuonna 1971. Kuvaputken halkaisijaksi riitti 180 mm (9"). Luotsaustyön kannalta päätöslauselman tärkeimmät vaatimukset olivat kiinteät etäisyysrenkaat, mekaaninen suuntimalevy kuvaputken päällä ja kompassistabilointi. Käytännössä nämä ominaisuudet olivat alkaneet yleistyä merenkulussa noin kymmenen vuotta aiemmin. IMCon työskentelytapojen takia kesti noin kahdeksan vuotta tutkan teknisiä ominaisuuksia käsittelevän työryhmän perustamisesta, ennen kuin uusi päätöslauselma saatiin hyväksyttyä yleiskokouksessa (Assembly).

⁶³ Rheinschiffsuntersuchungsordnung (RheinSchUO) 1995. Zentralkommission für die Rheinschifffahrt.

IMCON päätöslauselma 278(VIII) vuonna 1973 pyrki yhdenmukaistamaan tutkalaitteiden käyttöliittymiä suosittamalla näyttölaitteiden säätimiin symboleita tekstien tilalle. Vain yksi laitevalmistaja käytti näitä symboleita ja sai siitä käyttäjiltä aiheutonta kritiikkiä. Tämän suosituksen epäonnistuminen saattoi olla syynä siihen, että IMCO ei enää tämän jälkeen puuttunut käyttölaitteen ergonomiaan. Vuonna 1981 IMCO vaati vain, että *'Operational controls should be accessible and easy to identify and use.'* Tämän kehityksen seurauksena voi eri tutkalaitteiden välillä olla käyttöergonomiassa huomattavia eroja.

Tutka oli merenkulussa yleisessä käytössä jo 1950-luvun alusta lähtien, mutta IMCON vahvistamat meriteiden säännöt mainitsivat tutkan käytön yhteentörmäämisen estämiseksi vasta vuonna 1972. Tutkalaitteita koskevat kansainväliset säännöt tulivat voimaan vuonna 1977. Toisin sanoen tutkaa käytettiin merillä yli 26 vuotta, ennen kuin viralliset säännöt hyväksyivät sen käytön navigoinnissa. Sinä aikana tutkan käyttötavoissa ehti syntyä eri koulukuntia ja vakiintuneita tapoja, joita oli sääntöjen avulla enää vaikea muuttaa.

Taulukko 3. *IMCON yleiskokouksen päätöslauselmat, jotka käsittelivät merenkulututkan teknisistä määräyksiä luotsaustyön näkökulmasta. Lähes kaikki vaatimukset on kirjoitettu jo käytössä oleville teknisille laitteille.*

IMCON yleiskokouksen päätöslauselmat merenkulututkan teknisistä vaatimuksista.		Käytännössä muutokset oli jo toteutettu ennen säädösten voimaantuloa
A.222 (VII) 1971	A.477 (XII) 1981	
Näytön kiinteät etäisyysrenkaat	Näytön kiinteät etäisyysrenkaat	1948 lähtien
Kompassistabilointi	Kompassistabilointi	1950- luvun lopulla
Kuvaputki 9"	Kuvaputki 9" 500 brt	9" 1950- luvulla
	Kuvaputki 12" 1.600 brt	12" 1960- luvulla
	Kuvaputki 16" 10.000 brt	16" 1970- luvulla
	Siirrettävä etäisyysrenkas, VRM	1950- luvun lopulla

IMOn meriturvallisuuskomitean päätöslauselmat^{64,65} MSC 64(67) 1996 ja MSC 192(79) 2004 kirjasivat lisäksi seuraavan taulukon mukaisia laitteita.

Taulukko 4. Luettelo IMOn meriturvallisuuskomitean (MSC) päätöslauselmien 1996-2004 laitteista, jotka soveltuvat luotsaustyön suorittamiseen.

	MSC 64 (67) 1996	MSC 192(79) 2004.
EBL (Electronic Bearing Line) siirrettävä suuntima	Yksi EBL suuntima	Kaksi EBL suuntimaa
VRM (Variable Range Marker)	Yksi VRM vaadittiin jo 1981	Kaksi VRM rengasta
PI (Parallel Index) ajolin- jan sivuuttainen viiva	Kaksi PI viivaa	Neljä PI viivaa
Oman aluksen asetus haluttuun kohtaan	Off Center	Off Center
		Määritetään antennien yhteinen mittauspiste, esimerkiksi ohjailupaikka
		Course Up näyttö

Meriturvallisuuskomitean MSCn vuoden 2004 päätöslauselma 192(79) ottaa kantaa paikanmääritykseen ja yhteentörmäysten estämiseen, mutta luotsaustyötä ei päätöslauselmassa mainita.

Toisen maailmansodan jälkeen elektronisia navigointivälineitä on IMCon ja IMOn terminologiassa kutsuttu apuvälineiksi (Aid of Navigation). IMOn sääntöjen mukaan jokaista apuvälinettä on verrattava toisen apuvälineen antamaan tietoon, jotta laitteen mahdolliset virheet havaittaisiin. Esimerkiksi tilanteessa, jossa vahtipäälliköllä oli käytettävissä kolme eri hyperbeli-paikanmäärityslaitetta⁶⁶ ja pakollinen radiosuuntimalaite, IMOn sääntöjen mukaan kaikkien laitteiden antamaa paikkaa olisi vahtipäällikön verrattava keskenään. IMOn ensimmäinen automaattiohjausta koskeva päätöslauselma⁶⁷ annettiin vuonna 1975. Se ei kuitenkaan tukenut luotsaustyön tekemistä tai integroitua navigointia.

⁶⁴ Resolution MSC 64(67) 1996, Annex 4, Recommendation on performance standards for radar equipment.

⁶⁵ Resolution MSC 192(79) 2004, Annex, Revised recommendation on performance standards for radar equipment.

⁶⁶ Decca Navigator, Loran C, ja Omega.

⁶⁷ Resolution A.342 (IX). Recommendation on Performance Standards for Automation pilots.

3.3 Kansalliset vaatimukset luotsaustyöstä

Suomessa vuoden 1957 luotsausasetus määritteli luotsaustyön yleiset periaatteet. Luotsia vaadittiin pysymään väylällä, pitämään mukanaan alueen karttaa ja ilmoittamaan päällikölle, milloin alus lähestyi väylän käännekohtaa.

Merenkulussa perinteet ovat vahvoja, siitä on esimerkkinä myös Suomen ensimmäinen luotsausasetus vuodelta 1922, joka edelleen kutsui luotsia kruununluotsiksi. Luotsaustyössä tiedonsiirto on perinteisesti ollut yksisuuntaista, päällikkö oli velvollinen antamaan luotsin pyytämät tiedot. Luotsilla tiedonjakovelvoitetta ei ollut. Vuoden 1957 luotsausasetuksen myötä tilanne ei tässä suhteessa muuttunut. Luotsi toimi itsenäisesti ja työskenteli omalla vastuullaan.

3.3.1 Valtion vastuu

Valtion vapaus vastuusta luotsauksen osalta ilmaistiin vahingonkorvauslaissa vuonna 1974. Lain tärkeimmät tavoitteet ovat kolmannen luvun 1 §:ssä. Sen mukaan työnantaja on yleensä aina vastuussa vahingosta, jonka työntekijä aiheuttaa. Laki määrittelee myös, että julkisyhteisö on velvollinen korvaamaan julkista valtaa käytettäessä virheen tai laiminlyönnin johdosta aiheutuneen vahingon.

Luotsin kohdalla tehtiin poikkeus lain yleisestä säännöstä. Valtio halusi vapautuksen vastuusta luotsauksessa aiheutetusta vahingosta. Perustelut hallituksen esityksessä eduskunnalle olivat seuraavat:

- Hallituksen tiedossa ei ollut, että julkinen valta jossakin maassa vastaisi luotsin aiheuttamasta vahingosta.
- Merivahinko on alusten ja lastin arvon vuoksi useinkin hyvin suuri, joten valtio ja kunta eivät voi vastata niistä.
- Merikuljetuksiin otetaan aina vakuutus.
- Komitea viittasi myös siihen, että luotsausasetuksen (19 §:n 1 mom) mukaan päällikkö on luotsin saapuvilla olosta huolimatta vastuussa aluksen ohjaamisesta.

Tämän perusteella eduskunta päätti, että:

*'Valtio ja kunta eivät vastaa luotsauksessa aiheutetusta vahingosta.'*⁶⁸

Luotsi- ja majakkamiesliitto oli kirjelmässään oikeusministeriölle 24.9.1969 pyytänyt, että luotsit vapautettaisiin virantoimituksessa sattuneen merivahingon aiheuttamasta taloudellisesta vastuusta. Esitystä ei otettu lain valmistelussa huomioon.

⁶⁸ Vahingonkorvauslaki 412/74, 7 §.

Merilain mukaan laivanisännän tuli ensin korvata luotsin aiheuttama vahinko ja hakea sen jälkeen korvausta luotsilta. Luotsin vahingonkorvausvastuu oli henkilökohtaista, mutta vahingonkorvauslain 4. luvun suojasäännöksillä luotsin vahingonkorvausvastuuta voitiin rajoittaa⁶⁹.

3.3.2 Luotsin otto- ja jättöpaikka

Luotsin otto- ja jättöpaikkaan liittyvät epäselvyydet ovat olleet viidessä tutkintatapauksessa myötävaikuttamassa onnettomuuden syntyyn. Tässä osiossa käsitellään aiheeseen liittyvää ohjeistusta.

Vuoden 1957 luotsausasetus⁷⁰ ei erikseen mainitse luotsin otto- ja jättöpaikkaa. Yksilöimätön vaaratilanne sai merenkulkuhallituksen ohjeistamaan luotsinottoaikan kiertokirjeellä vuonna 1972. Ohje julkaistiin merenkulkuhallituksen tiedotuslehdessä⁷¹:

'Luotsin saapuminen alukseen ja poistuminen siitä.

Esiin tulleesta syystä merenkulkuhallitus muistuttaa luotseja, että ulkomeriluotsiasemien edustalla merikortissa merkitty kohta "Luotsi" tarkoittaa sitä paikkaa, jossa luotsi, aluksen saapuessa mereltä ottaa luotsaustehtävän hoidtaakseen. Merelle menevän aluksen luotsi jättää samassa paikassa.'

Kiertokirjeen sanamuoto oli tiukka ja selkeä.

Tankkialus ANTONIO GRAMSCI ajoi karille Emäsalon väylän suulla 6.2.1987. Luotsinottoaikan ohjetta ei voitu noudattaa, koska jäät vaikeuttivat luotsiveneen liikkumista. Tämän seurauksena luotsipaikan sijainnista syntyi sekaannus, joka johti karilleajo. Asiasta seurasi laaja julkinen keskustelu. Merenkulkuhallituksen pääjohtaja vaati luotsin otto- ja jättöpaikkojen tarkistamista. Merenkulkuhallitus antoi uudet ohjeet luotsinottoaikojen siirtämisestä väylien alkuun matalikkojen ulkopuolelle⁷². Luotsipaikan noudattamisessa tehtiin poikkeus edelliseen ohjeeseen nähden:

'Sää-, jää- tai muista syistä johtuen voivat luotsit nousta alukseen tai jäädä siitä pois myös muissa väylän kohdissa'.

⁶⁹ Sirkka-Heleena Nyman 1997, s. 81.

⁷⁰ Luotsausasetus 393, 3 päivänä joulukuuta 1957.

⁷¹ Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti no. 9/72, 2.4.1972.

⁷² Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti no. 7/87, 10.4.1987.

Uusi ohje kumosi aiemman ohjeen periaatteen, ja muutti asiasisällön jo vallitsevan käytännön mukaiseksi. Uutta ohjeessa oli, että luotsin oli sovittava päällikön kanssa, jos merikarttaan merkitystä paikasta poiketaan.

Oikeuskansleri arvosteli uutta ohjetta esittämällä, että alus, jossa on vaarallista lastia, saattaa ajaa syvälle saaristoon ilman luotsin apua. Hän arvosteli uusia ohjeita myös siksi, että *'erityisiä olosuhteita'* ei erikseen määritetty⁷³. Oikeuskanslerin sanoma oli selvä. Ei saanut syntyä tilannetta, jossa ulkomainen alus ei saisi luotsausapua ajoissa.

Oikeuskanslerin huomautuksen johdosta luotsausmääräykset uusittiin ja Suomen ensimmäinen luotsausohje⁷⁴ annettiin 8.2.1988, mutta oikeuskanslerin arvostelema periaate jäi voimaan. Määräysten luotsinjättöä koskeva kohta totesi seuraavaa:

'Luotsien otto- ja jättöalueet on merkitty merikarttoihin ja luotsausmatkat on esitetty merenkulkuhallituksen vahvistamissa luetteloissa. Erityisolosuhteista johtuen luotsi voi luotsiaseman päivystäjän tai oman harkintansa perusteella yhteisymmärryksessä aluksen päällikön kanssa nousta alukseen tai poistua siitä muissakin väylän kohdissa tai myös avomerellä, mikäli tähän on perusteltu ja hyväksytty syy.'

Kaksitoista vuotta myöhemmin, vuonna 2000, merenkululaitos antoi uuden luotsausohjeen. Tämän ohjeen kohta 5 kuuluu seuraavasti:

'Luotsipaikasta sopiminen

*Jos luotsi erityisolosuhteissa johtuen nousee alukseen tai poistuu aluksesta muussa väylän kohdassa kuin luotsipaikalla, hänen on sovittava siitä aluksen päällikön ja luotsipäivystäjän tai VTS-keskuksen kanssa.'*⁷⁵

Merenkululaitos poisti luotsausohjeen voimassa olevien päätösten luettelosta joulukuun 2003 ja helmikuun 2004 välillä. Tilanne on siten palautunut luotsipaikan suhteen vuotta 1972 edeltävälle tasolle. Tilanne on heikentynyt entisestään, kun luotsipäivystys siirrettiin organisaatiomuutoksessa VTS -keskuksista luotsiilikelaitokselle. VTS -operaattorit moittivat sitä, että he eivät kaikissa tilanteissa enää tiedä, missä väylänkohdassa luotsi nousee alukseen.

⁷³ Helsingin Sanomat 10.12.1987.

⁷⁴ Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti no. 6/88, 8.2.1988.

⁷⁵ Merenkululaitoksen tiedotuslehti no. 10/20.6.2000.

Vuoden 1988 luotsausohje oli luetellut luotsaustyön tekemisestä seuraavat vaatimukset:

- Luotsauksen alkaessa luotsin tulee esittää päällikölle luotsausta koskevat säännöt ja hänen on otettava selville aluksen kulkuun ja ohjailuun vaikuttavat tiedot sekä erityisesti merenkulkuvarusteiden kunto.
- Luotsilla tulee olla *'merikarttaotteissa tarpeelliset merkinnät tutkanavigointia varten, mm. tarvittavat suunnat, matkat ja etäisyydet'*.
- Ohje toteaa, että suuri osa onnettomuuksia tapahtuu käännöksissä. Kokonainen kappale käsittelee nopeuden hallintaa, käännöskohdan määrittelyä ja käännöksen etenemisen arviointia ohjausmerkkien avulla.
- Ohje korostaa tutkanavigoinnin harjoittelua selkeällä säällä.
- Ohje antoi luotsille oikeuden keskeyttää luotsaus, jos hän katsoo aluksen turvallisuuden sitä edellyttävän.

Kymmenen vuotta myöhemmin tämän ohjeen luotsille asettamat velvoitteet poistettiin uudesta asetuksesta⁷⁶. Ne annettiin erillisellä luotsausohjeella vuonna 2000. Ohje ehti olla voimassa vain muutaman vuoden.

3.3.3 Luotsinkäyttövelvollisuus

Uusi luotsauslaki (90/1998) määritteli luotsinkäyttövelvollisuuden aluksen koon ja lastin mukaan. Luotsia on käytettävä yli 10 metriä leveässä tai yli 60 metriä pitkässä ja syvyykseltään yli 4,5 metrin aluksessa, sen käyttäessä yleistä kulkuväylää. Aluksen, joka kuljettaa irtolastina mm. nesteytettyjä kaasuja tai muita vaarallisia tai merta pilaavia aineita, on koosta riippumatta käytettävä luotsia.

Uuden luotsauslain käänteentekevä periaate oli, että aluksella oli oltava valtion luotsi tai päällikkö, joka oli suorittanut väylätutkinnon. Näin ollen luotsinkäyttövelvollisuus muuttui pätevyysvelvollisuudeksi.

Vanha luotsausasetus (393/1957) oli sallinut harkinnanvaraisen vapautuksen luotsin käytöstä ilman väylätutkintoa. Käytännössä oli tullut vaikeaksi valvoa määräysten toteutumista. Esimerkiksi jos matkustaja-alus ajoi Helsingistä Porkkalan kautta pohjoismaiden ulkopuolelle, vaikkapa Tallinnaan, oli aluksen käytettävä Porkkalassa valtion luotsia. Jos sama alus kulki Porkkalan kautta toiseen pohjoismaahan, esimerkiksi Ruotsiin, sai päällikkö käyttää alukseen pestattua linjaluotsia. Mikäli alus ajoi Helsingistä Porkkalan kautta kotimaanliikenteessä esimerkiksi Naantaliin telakalle, päällikkö tai perämies sai luotsata alusta ilman mitään väylätutkintoa. Sekavuutta lisäsi vielä se, että rahtialuksille myönnettiin luotsausvapautuksia bruttovetoisuuden perusteella. Tämän lisäksi viranomainen muutti vetoisuusrajotusta tarveharkinnan mukaan. Käytännössä tämä teki asian valvomisen mahdottomaksi.

⁷⁶ A.92/1998.

Luotsauslain 12 § säättää luotsin ohjauskirjasta. Se antaa luotsausluvan kirjaan merkityille väylille kaikilla aluksilla. Ohjauskirjan myöntämiseen vaaditaan:

- merikapteeninkirja
- merimieheltä vaadittava kunto ja terveys
- vähintään 25 harjoittelumatkaa väylän molempiin suuntiin ennen ensimmäisen ohjauskirjan myöntämistä ja vähintään 5 harjoitusmatkaa jos hakijalla on jo ohjauskirja jollekin väylälle.
- kirjallinen tutkinto
- koeluotsaus
- suomen- ja ruotsinkielentaito

Valtioneuvoston asetus luotsauksesta ja sen 3 § määrittelee tarkemmin luotsin ohjauskirjan myöntämisen edellytykset.

Luotsauslain 14 § säättää linjaluotsin kirjasta. Se antaa päällikölle luotsausluvan kirjaan merkityille väylille kirjaan merkityllä aluksella. Linjaluotsin kirjan⁷⁷ myöntämiseen vaaditaan:

- harjoittelumatkoja hakemuksen kohteena olevalla tai samantyyppisellä aluksella päällikkönä tai perämiehenä
- kirjallinen tutkinto
- koeluotsaus
- suomen- tai ruotsinkielen taito

Valtioneuvoston asetus luotsauksesta ja sen 6 § määrittelee tarkemmin linjaluotsin kirjan myöntämisen edellytykset. Luotsauslain 16 § säättää erivapaudesta.

Tilanne on selkeytynyt siten, että vapautusta ulkopuolisen luotsin käytöstä ei automaattisesti ole. Päälliköllä on oltava linjaluotsin kirja, jotta alus saisi liikennöidä ilman ulkopuolista luotsia. Perämies voi suorittaa linjaluotsin kirjan, mutta hän ei saa tehdä luotsaustyötä, ellei päälliköllä ole väylätutkintoa samalta reitiltä. Uusi periaate on huomattava selvennys edellisiin kirjaviin luotsinkäyttövapautuksiin verrattuna.

3.3.4 Luotsin vastuu

Luotsin vastuu kirjattiin vuoden 1998 luotsauslakiin⁷⁸ vahingonkorvauslain hengessä. Ehdotuksessa hallitukselle luotsin vastuuta ei perusteltu muuten kuin viittaamalla vahingonkorvauslakiin. Eduskunta päätti, että luotsi on henkilökohtaisessa vastuussa luotsauksesta, mutta aluksen päällikkö vastaa aluksensa ohjailusta.

⁷⁷ Linjaluotsi ei ole virkanimike vaan pätevyystodistus jonkun väylän osaamisesta.

⁷⁸ Merenkululaitoksen tiedotuslehti 7/1998, Luotsauslaki 90/1998, 7 §.

Oikeusministeriö ei ollut lakiehdotukseen täysin tyytyväinen ja lausui seuraavaa:

'On kuitenkin oletettavaa, että luotsauksessa on kehittynyt pitkäaikaisen käytännön myötä selkeämpiä juuri sitä koskevia vastuusääntöjä, jotka olisivat nyt kirjattavissa lakiin.'

Asetusehdotuksessa oli oikeusministeriön mielestä joitakin sellaisia kohtia, joiden luontevampi paikka olisi asetuksen sijasta laissa.

Päällikön ja luotsin vastuunjaoista oikeusministeriö lausui seuraavaa⁷⁹:

'Luotsauslakiehdotuksen suppeus tulee esille esimerkiksi aluksen päällikön ja luotsin välisten tehtävien ja vastuun jakautumisen sääntelyssä. Tämä on ongelmallista, koska vastuunjakoa voi pitää yhtenä luotsauslain periaatteellisista ydinongelmista ja se on erityisesti vahingonkorvaus- ja rangaistussäännösten soveltamisen kannalta keskeinen.

Esimerkiksi lain 6 §:ssä todetaan, että aluksen päällikkö on vastuussa aluksensa ohjailusta myös silloin, kun hän noudattaa luotsin antamia aluksen ohjailuun liittyviä ohjeita. Mikä on päällikön vastuu silloin, kun hän hyvässä uskossa noudattaa luotsin virheellisiä ohjeita? Kuinka ankarasti 6 § edellyttää, että päällikön pitäisi pystyä arvioimaan luotsin ohjeiden oikeellisuutta - eli olla parempi asiantuntija kuin luotsi?'

Oikeusministeriö huomasi, että johtamisvastuu oli kaksijakoinen.

Liikenneministeriö oli asettanut työryhmän, jossa oli edustettuna merenkulkuhallitus, sisäasiainministeriön pelastusosasto, rajavartiolaitos, liikenneministeriö ja ympäristöministeriö. Työryhmä oli laatinut Meriturvallisuus -95 ohjelman, mutta ei ottanut kantaa luotsaustoimintaan, eikä luotsin vastuuseen. Luotsin korvausvastuu oli vakiintunut, eikä mikään taho ottanut siihen kantaa.

Säädösten kehitys paljastaa mielenkiintoisen toimintatavan, jossa luotsin ja luotsausorganisaation edut eivät ole yhteneviä. Organisaatio on jättänyt kaikki luotsaustyöhön liittyvät päätökset luotsille. Näin ollen luotsi joutuu työssään tekemään sellaisia päätöksiä, jotka normaalisti yhteiskunnan toiminnassa on määriteltä työnantajan vastuulle ja siten luotsi joutuu itse kantamaan sellaista vastuuta, joka normaalisti lankeaisi työnantajalle. Luotsaustoiminnan osalta tämä tilanne on vahvistettu erikseen säädöksin. Tämän vastuunkannon seurauksena valitseva ohjeistuksen puute on toistuvasti havaittu luotsausonnettomuuksien tutkinnassa.

⁷⁹ Oikeusministeriön lausunto liikenneministeriölle 19.9.1995, Dnro 2307/43/95

3.3.5 Kommentosiltayhteistyö

Onnettomuustutkintakeskus on julkaissut neljätoista tutkintaraporttia, joissa komentosiltayhteistyön epäkohdat ovat osaltaan olleet vaikuttamassa onnettomuuden syntyyn.

Vuoden 1998 luotsauslakia ja -asetusta seurannut luotsausohje 14.6.2000 käsiteli ensimmäistä kertaa komentosiltayhteistyötä⁸⁰, mutta komentosiltayhteistyöstä luotsauksen aikana ei tällä hetkellä ole voimassa kansallista vaatimusta.

IMOn vuonna 2003 antaman päätöslauselman perusteella turvallisuusjohtamisjärjestelmässä tulisi olla komentosillan yhteistyötä koskeva ohje. Viranomaisen esimerkkiohje, joka auttaisi varustamoja oman järjestelmän kehittämisessä, puuttuu.

IMOn säädökset ovat keskenään ristiriitaisia, sillä luotsien yhteistyökoulutusvaatimus sivuaa myös aluksen päällystää. STCW -koodi on kuitenkin asettanut päälliköitä ja perämiehiä koskevan yhteistyön pelkäksi suositukseksi⁸¹. Edes tämä suositus ei käsittele päällystön ja luotsin välistä yhteistyötä.

Merenkululaitoksen kanta komentosiltayhteistyöhön on selkeä. HERAKLES-BULK tutkintaselostuksen lausunnossa⁸² MKL katsoo, että tutkintaselostuksessa annettu turvallisuussuositus, jossa viitataan STCW-95 konventiossa kuvattuun komentosillan yhteistyöhön, *'ei ole asiallinen'*, koska yhteistyö kuvataan konventiossa suosituksena.

3.3.6 Luotsin oikeus kieltäytyä luotsauksesta

Vuoden 2003 luotsauslaki antaa luotsille oikeuden kieltäytyä luotsauksesta⁸³ ja kieltäytyessään hänen tulee esittää päällikölle kieltäytymisen perusteet. Laissa ja sitä seuranneessa asetuksessa ei ole selvitetty kieltäytymisen perustetta⁸⁴. Asetusta ei ole seurannut uutta luotsausohjetta. Vuoden 2000 luotsausohje⁸⁵ oli edelleen voimassa vuonna 2003 ja se sääti, että luotsi saa kieltäytyä tai keskeyttää luotsauksen luotsauslain (90/1988) 8 §:ssä mainituin perustein. Laki jätti kriteerit luotsin päätettäväksi ja siten luotsauksen keskeyttämisen peruste voi lain perusteella jäädä mielipidetasolle. Luotsauksen keskeyttämistä ei tulisi jättää yk-

⁸⁰ Luotsausohjeet. Merenkululaitoksen tiedotuslehti 10/2000, 20.6.2006. Tämä ohje oli voimassa olevien päätösten luettelossa joulukuussa 2003, mutta se oli poistettu luettelosta helmikuussa 2004.

⁸¹ IMO, STCW Code Annex 2, Part B, Section B-VIII/2, Part 3-1. Bridge Resource Management.

⁸² Tutkintaselostus, Työntöproomuyhdistelmä HERAKLES-BULK uppoaminen Selkämerellä 2-3.3.2004. ISBN 951-836-185-1. Merenkululaitoksen lausunto 5.7.2006.

⁸³ Luotsauslaki 21.11.2003, 940/03, 11 §. Merenkululaitoksen tiedotuslehti nro 14/2003.

⁸⁴ Luotsausasetus 17.11.2003, 982/03.

⁸⁵ Luotsausohjeet. Merenkululaitoksen tiedotuslehti 10/2000, 20.6.2006. Tämä ohje oli voimassa olevien päätösten luettelossa joulukuussa 2003, mutta se oli poistettu luettelosta helmikuussa 2004.

sin luotsin päätettäväksi. Tästä syystä Luotsausliikelaitoksen luotsiasemilla on määriteltävä olosuhderajat luotsaustyön suorittamiselle. Tieto näistä rajoista kulkee laivanselvittäjien eli agenttien kautta aluksille.

Luotsauksen keskeyttäminen tarkoittaa sitä, että luotsin vastuu siirtyy päällikölle. Luotsi voi edelleen antaa päällikölle neuvoja, mutta hän ei ole keskeytyshetkestä alkaen enää vastuussa luotsauksesta. Päällikön on tällaisessa tilanteessa pakko luotsata alusta itse, sillä luotsaustyön tekemättä jättäminen väyläalueella liikkuvalle aluksella on rangaistava teko. Luotsauksen keskeyttämiseen johtavia konkreettisia kriteereitä ei ole kuitenkaan julkaistu.

Esimerkiksi sääolosuhteet voivat estää aluksen turvallisen kuljettamisen väylällä. Useimmat satamat tai varustamot eivät määrittele satamien tai alusten operoinnin olosuhderajoja. Kaikille luotsaustyötä tekeville olisi selkeää, että heidän työnantajansa määritteli turvallisen operoinnin olosuhderajat. Näiden rajojen ei tarvitsisi edes välttämättä olla luotsaustyön tekijöitä sitovia, mutta niistä olisi kuitenkin hyötyä päätöksenteon tukena. Ellei aluksen päälliköllä tai luotsilla ole valmiiksi määriteltäviä tuulirajoja päätöksenteon tueksi, he eivät kumpikaan välttämättä uskalla keskeyttää luotsausta. Päällikölle voi olla helpompi ottaa riski, kuin keskeyttää liikenne.

Onnettomuustutkinnoissa on havaittu, että joissakin satamaohjailua koskevissa tapauksissa päällikkö ei ole välittänyt luotsin mielipiteestä ja tämä on johtanut onnettomuuteen. Selkeästi määriteltävä olosuhderaja auttaa luotsia paremmin perustelemaan päätöksensä.

Olosuhteiden lisäksi operoinnin turvallisuuteen vaikuttavat tekniset ja miehistön toimintakulttuuriin liittyvät tekijät. Aluksen on läpäistävä vuosittainen katsastus, jossa sen on täytettävä IMO:n vaatimukset. Ilman huoltoa laitteiden kunto voi laskea IMO:n minimitasen alapuolelle. Esimerkiksi aluksen tutkalaitteet voivat osoittautua huonokuntoisiksi. Tällaisessa tapauksessa luotsaus on voitava keskeyttää. Luotsin tulisi voida tarkistaa esimerkiksi tutkalaitteiden kompassiliitännän, VRM:n ja EBL:n toimivuus.

Luotsin apuna komentosillalla on oltava perämies, joka osaa englantia IMO:n Standard Marine Communication Phrases⁸⁶ periaatteiden mukaan. Ruorimiehen on osattava yleiset englanninkieliset ruorikomennot. Jos komentosillalla ei ole kielitaitoista perämiestä, tulisi luotseilla olla tukena työnantajan antama ohjeistus oikeudesta keskeyttää luotsaus.

⁸⁶ Resolution A.918(22) 29 November 2001.

3.3.7 Reittisuunnittelu

Onnettomuustutkintakeskuksen tutkinnoista neljässätoista tapauksessa reittisuunnittelun puutteet ovat olleet vaikuttamassa onnettomuuden syntyyn. Tämän takia seuraavassa käsitellään reittisuunnitteluohjeistusta ja sen soveltamisesta käytäntöön.

Suomessa IMCon vuoden 1978 konvention päätös reittisuunnittelusta oli muutunut vaatimukseksi vahdinpitoasetuksella⁸⁷ vuonna 1981. Reittisuunnitteluvaatimusta ei kuitenkaan käytännössä noudatettu. Reittisuunnittelun puute todettiin onnettomuustutkinnassa vuonna 1989. Tutkintalautakunta suositteli, että merenkulun tarkastajat kiinnittäisivät aluksilla käydessään huomiota reittisuunnitelmiin, jotta reittisuunnittelukäytännöistä saataisiin kokonaiskuva. Lautakunta esitti myös, että merenkulkuhallitus tekisi reittisuunnitteluohjeet⁸⁸. Alustarkastuksissa ei reittisuunnitelmia käyty läpi.

Merenkululaitos julkaisi reittisuunnitteluohjeet⁸⁹ vuonna 1995. Se mukaili englantilaista reittisuunnitteluohjetta⁹⁰. Merenkululaitos kuitenkin poisti ohjeen voimassaolevien tiedotuslehtien luettelosta 10.7.1998. Suositukset, vaatimukset ja ohjeet eivät olleet tehonneet.

Kun IMO oli uudistanut STCW -konvention vuonna 1995, sen yleissopimus tuli Suomessa voimaan asetuksella⁹¹ vuonna 1997. Vahdinpito ja reittisuunnittelu oli käsitelty koodin A-osassa luvussa VIII, joka käännettiin suomeksi ja se tuli voimaan liikenneministeriön päätöksellä⁹² vuonna 1997. Päätös edellytti matkan suunnittelua lähtösatamasta tulosatamaan. Käytännön ohjeita ei näissä dokumenteissa suoraan annettu, mutta kuvattujen reittisuunnittelutavoitteiden perusteella olisi periaatteessa voinut laatia luotettavan tutkanavigointiin ja kulmanopeusohjailuun perustuvan luotsausmenetelmän.

IMOn päätökset käännetään vain tietyin osin suomeksi ja lisätään kansallisiin säädöksiin. Kääntämättömät osat jäävät pakostakin heikkoon asemaan. Tärkeää A-osan lukua II ei ole käännetty suomeksi, joten sen esittämien reittisuunnitteluvaatimusten noudattaminen on suomenoksen puuttuessa melkoisen hankalaa. Nämä reittisuunnitteluvaatimukset otetaan kyllä huomioon merenkulkuoppilaitosten opetusohjelmissa. Ne muotoilevat päällikön ja yliperämiehen opetusohjelman koodin A-osan luvun II mukaan. Säädösten pohjalta oppilaitokset ovat kehittäneet omat luotsausmenetelmänsä, koska viranomaisen ei sitä ole tehnyt. Koska laitokset ovat itsenäisiä yksiköitä, niillä ei ole yhteistä opetusohjelmaa. Viranomaisen tarkastus rajoittuu auditointiin ennen opetusohjelman hyväksymistä.

⁸⁷ Asetus 666 / 1981.

⁸⁸ Tutkintaselostus 3/1989,s.112.

⁸⁹ Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti 19 / 1995.

⁹⁰ Department of Trade 1980. Annex III.

⁹¹ Asetus 1256/1997.

⁹² Liikenneministeriön päätös 1257/1997.

Oppilaitosten laatujärjestelmien tarkastukset suoritettiin kesällä 1998, jolloin niiden todettiin noudattavan STCW-konvention vaatimuksia. Reittisuunnittelumenetelmien opetuksen yhdenmukaisuutta ei tarkastuksissa käsitelty. Tämä voi aiheuttaa toimialalle kirjavia käytäntöjä luotsaustyön suorittamisessa. Huomionarvoista on myös se, että jos viranomainen suomentaisi IMO:n reittisuunnitteluohjeistuksen, niin sen sisältö tavoittaisi paremmin kaikki virassa olevat päälliköt, mutta oppilaitosten opetusohjelmat koskevat vain uusia oppilaita.

Kestää siis vuosia, ennen kuin reittisuunnittelu laivoilla toteutuu STCW -konvention periaatteiden mukaisesti. Tämä tapahtuu käytännössä vasta sen jälkeen, kun kaikkien alusten päällikköinä on merikapteeneja, jotka ovat suorittaneet merenkulkuopiston vuoden 1998 jälkeen.

Vuonna 1998 suoritettiin tutkimus luotsauksen aikaisesta päätöksenteosta kommentosillalla. Tutkimus käsitteli seitsemäätoista luotsausta. Vain yhdessä tapauksessa havaittiin, että aluksella oli reittisuunnitelma⁹³. Kyseisellä aluksella suunnitelma oli ohjelmoitu integroituun navigointilaitteeseen.

Syyttäjä on eräässä syyttämättäjättämispäätöksessä tehnyt johtopäätöksen, että reittisuunnitelmaa ei voi juridisesti vaatia, elleivät viranomaiset tarkastustoiminnalla osoita, että se vaaditaan myös käytännössä⁹⁴.

3.3.8 Säädökset ja käytännön luotsaustyö

Käytännön luotsaustyön osalta säädösten määrittelemä luotsin asema neuvonantajana on epäonnistunut. Historiallisesti luotsi on aina tehnyt päätökset yksin. Tämä on periytynyt luotsaustavan historiasta, eikä se ole muuttunut miksikään säädösten muuttumisesta huolimatta.

Luotsauksen viranomaisohjeistus on pitäytynyt yleisellä tasolla koko luotsaushistorian ajan. Työn suoritukseen ja luotsaustapahtuman koulutukseen ei ole juuri-kaan puututtu. Luotsauslain ja vahingonkorvauslain mukaan valtio ei vastaa luotsausonnettomuuksien seurauksista⁹⁵. Syntyy mielikuva, että ohjeistusta ei sen vuoksi ole selkeästi tarkennettu ja että luotsit vastaavat työstään yksin ja he myös siksi hoitavat luotsausta koskevan kouluttautumisen itse.

Aluksen päällikön edun mukaista olisi, että hän voisi seurata ja varmistaa luotsausta. Mikäli päälliköllä ei ole omaa reittisuunnitelmaa, eikä hän pysty monitorimaan luotsaustyön tekemistä, joutuu luotsi tänä päivänä vastoin säädöksiä vastuullisen johtajan asemaan. Tämä korostaa luotsin yksilösuoritusta ja päällikkö muuttuu neuvonantajaksi aluksen laitteistojen käytön suhteen. Tämä käytäntö on kansainvälisesti yleistä. Juridisesti vastuunjako on säädöksissä selvä, mutta se ei toteudu käytännön työssä ja luotsauksesta puuttuu kansainvälisesti stan-

⁹³ Norros, Hukki, Haapio, Hellevaara 1998, s. 49

⁹⁴ Kotkan kihlakunnan oikeuden päätös syyttämättä jättämisestä 1.12.1999. Diaari nr.99/187.

⁹⁵ Peter Wetterstein, 1999. s.20

dardisoitu toimintatapa. Tilanne on johtanut jaettuun valtaan, joka johtaa helposti onnettomuuteen kriisitilanteessa⁹⁶.

Päälliköllä on oikeus hätätilanteessa puuttua luotsaukseen, mutta vastuukysymys on käytännössä sekava, ja päällikköä voi pitää osasyllisenä⁹⁷, jos

- päällikön puuttuminen ohjailuun on ollut perusteetonta ja sitä seuraa onnettomuus tai
- päällikkö ei puutu ohjailuun ja seuraa onnettomuus

Onnettomuustilanteessa jaettu johtajuus on aluksen päällikölle epäedullista. Normaleissa luotsaustilanteissa tämä ongelma ei tule esiin. Päällikön näkökulmasta paras tapa varautua olisi tehdä oma reittisuunnitelma, monitoroida luotsausta ja harjoitella itse luotsaamista tilanteen niin salliessa. Tähän tilanteeseen pääseminen edellyttäisi eri osapuolten aktiivista pyrkimystä komentosillan ryhmätyöskentelyyn. Luotsausta ohjaavat säädökset eivät tällaista tavoitetta tue.

Reittisuunnitelmasäädösten jatkuva laiminlyöminen kahdenkymmenenviiden vuoden aikana johtuu mahdollisesti kahdesta syystä. Merenkulkijoille on saattanut muodostua käsitys, että viranomaiset ovat hiljaisesti hyväksyneet laiminlyönnit, koska niihin ei puututa. Toinen mahdollisuus on, että ohjeistus on ollut niin ylimalkaista, että sen pohjalta on ollut vaikea luoda käytännön toimintaohjeita.

Kansalliset säädökset eivät käsittele luotsin ja päällikön yhteistyötä STCW-konvention pohjalta. Päällikön tulisi olla tietoinen luotsaustyön haasteista, mutta luotsin ja päällikön välinen historiallinen reviiriraja on edelleen vallitseva. Luotsille räätälöity neuvonantajan rooli on tehnyt itse luotsaustyön ohjeistamisen vaikeaksi. Tämä on luonut niitä kehitysjännitteitä, joita on kuvattu Onnettomuustutkintakeskuksen turvallisuusselvityksessä 'Luotsauksen toimintatavat ja kulttuuri onnettomuustapausten valossa' (S1/2004M).

⁹⁶ Green 1983. s. 86.

⁹⁷ Green 1983. s. 91.

Taulukko 5. Suomen kansallista luotsausta säätelevät määräykset ja ohjeet vuosien 1957 ja 2003 välillä. Uudet säädökset olivat vanhoja suppeammat ja lopulta luotsausohje poistettiin kokonaan.

Säädökset ja ohjeet 1957–1988	Säädökset ja ohjeet 1998–2004
Luotsausasetus 393/1957. Luotsin on pidettävä alus väylällä Luotsin on kiinnitettävä huomiota: -ohjailuun -paikanmääritykseen Luotsin on ilmoitettava: - milloin lähestytään väylän mutkaa - milloin luotsi ei ole varma väylästä Luotsilla on oltava merikartta mukana	Luotsauslaki 940/2003 Luotsin on annettava päällikölle tieto- ja Luotsilla on oikeus keskeyttää luotsaus
	Luotsausasetus 982/2003 Asetus ei sisällä mitään luotsaustyöhön liittyviä määräyksiä.
Luotsausohjeet MKH tiedotuslehti 6/1988 Luotsin merikarttaotteissa on oltava merkinnät tutkanavigointiin. Käännösten ongelmallisuudesta varoitettiin Luotsin on tarkistettava -navigointilaitteet -aluksen ohjailutiedot Luotsin oikeus keskeyttää luotsaus -näkyvyyden takia -aluksen kunnon takia -ylilastauksen takia. Vuoden 1988 luotsausohje antoi ohjeita kulkusyvyydestä, tutkanavigoinnista, käännöksien suunnittelusta ja kahden luotsin käytössä.	Luotsausohjeet MKL tiedotuslehti 10/2000. Luotsin merikarttaotteissa on oltava merkinnät tutkanavigointiin Luotsin on pyydettävä päälliköltä selvitys -navigointilaitteista ja -ohjailutiedoista Luotsin oikeus keskeyttää luotsaus -kriteereitä ei anneta Tämä luotsausohje kumottiin vuodenvaihteen 2003/2004 aikoihin.

Suomessa ei ole voimassa olevaa viranomaisen laatimaa reittisuunnittelu- eikä luotsausohjetta. Merenkululaitos antoi reittisuunnitteluohjeen⁹⁸ suomalaisille aluksille vuonna 1995. Ohje poistettiin voimassa olevien merenkulkuhallituksen päätösten luettelosta vuonna 1998. Luotsausohje annettiin vuonna 2000, mutta se poistettiin voimassa olevien päätösten luettelosta vuonna 2004. Merkillä pantavaa on, että päätöksiä ei kumottu uusilla päätöksillä, vaan ne yksinkertaisesti poistettiin merenkululaitoksen voimassa olevien päätösten luettelosta.

⁹⁸ Alukselta vaadittava reittisuunnitelma. Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti 19/1995.

Mikään kansainvälinen tai kansallinen ohjeistus ei kuvaa miten itse luotsaustyö suunnitellaan ja toteutetaan. Dokumentoituja ja yhtenäisiä käytäntöjä ei ole syntynyt. Kansallisten ohjeiden puuttuminen ei kannusta nykyaikaisten työskentelytapojen muodostumiseen.

3.4 Kansallinen viranomainen

Viime vuosisatoina luotsilaitoksen arvostus on ollut korkea. Se on valvonut sotilaallisia etuja ja edustanut valtakunnan puolustusta. Laitoksen johdossa on ollut vara-amiraaleja, kenraaliluutnantteja ja senaatin jäseniä. Vuonna 1925 luotsiylivaltakunnasta tuli merenkulkuhallituksen alainen luotsi- ja majakkaosasto⁹⁹. Vuonna 1946 luotsi- ja majakkaosaston henkilökuntaan kuului noin yhdeksän henkeä. Osaston alaisia luotsipiirejä oli kahdeksan¹⁰⁰.

Luotsi- ja majakkaosaston alaisuuteen kuului vielä vuonna 1985 liikennetoimisto, luotsi- ja meripelastustoimisto sekä tekninen toimisto¹⁰¹. Suuressa organisaatiomuutoksessa vuonna 1990 vanhan luotsi- ja majakkalaitoksen nimi katosi. Luotsi- ja majakkaosasto oli kutistunut liikenneosaston luotsitoimistoksi. Sen valta kaventui, koska luotsitoiminnan johtaminen annettiin merenkulkupiireille. Luotsitoimisto pystyi puuttumaan luotsausta sääteleviin seikkoihin vain pääjohtajan kautta¹⁰². Liikenneosaston luotsitoimistoa jäi hoitamaan vain yksi henkilö, eikä hänellä ollut mahdollisuuksia itse luotsaustyön määrittämiseen. Käytännössä Suomeen syntyi neljän merenkulkupiirin vuoksi neljä itsenäisesti toimivaa luotsilaitosta. Vuoden 2004 alussa Merenkululaitoksen luotsausyksikkö siirtyi itsenäiseksi Luotsausliikelaitokseksi ja Merenkululaitokseen jäi Meriliikenteen ohjauksen alainen Luotsauksen viranomaisyksikkö.

Luotsiviranomaisen auktoriteetti muuttui samalla, kun luotsi muuttui neuvonantajaksi. Tämän muutoksen lisäksi viranomaisen tekemän ohjeistuksen ylimalkaisuus on siirtänyt sen taka-alalle, pois toimialan ytimestä.

⁹⁹ Asetus merenkulkuhallinnosta 26.10.1925

¹⁰⁰ Iisakki Laati 1946, s. 247-249

¹⁰¹ Yrjö Kaukiainen ja Pirkko Leino - Kaukiainen, s. 272

¹⁰² Tutkintaselostus 2/1975, Tallink s. 70

4 ALUS JA VÄYLÄ

Onnettomuustutkintakeskuksen julkaisemista raporteista kaksikymmentäkahdeksan sisältää huomioita aluksen ohjailusta ja ohjailutoimenpiteiden vaikutuksesta onnettomuuden syntyyn. Näistä kolmesta liittyy ohjailuun yleisellä tasolla, kahdeksan tapausta liittyy voimakkaaseen tuuleen ja/tai aallokkoon, viisi jäissä ajoon ja kaksi alusten kohtaamiseen tai ohittamiseen. Seuraavassa käsitellään aluksen käyttäytymistä väylällä ja sen vuorovaikutusta ympäristön sekä muiden alusten kanssa.

4.1 Aluksen ohjailusta

Alus muodostaa vedessä kulkiessaan ympärilleen virtauksia. Nämä virtaukset aiheuttavat veteen nk. Bernoullin lain mukaisesti dynaamisen paineen eroja, jotka normaalisti seisovassa vedessä tasaantuvat. Aluksen ympärille muodostunut painekenttä vaikuttaa aluksen liikkeisiin veden läpi.

Painekentän muoto ilmenee aluksen ympärille syntyvinä aaltoina, dynaamisen paineen nousu nostaa vedenpintaa esimerkiksi aluksen keulassa. Aluksen ympärille syntyvä painekenttä ja siten myös aaltokuvio on riippuvainen rungon muodosta ja kulkunopeudesta. Niin kauan kun aluksen nopeus on pienempi kuin rungon pituisen aallon etenemisnopeus, alus kulkee nk. alikriittisellä nopeudella. Kun nopeus kasvaa aallon etenemisnopeutta suuremmaksi, alus alkaa kiivetä keula-aaltonsa päälle ja lopulta nopeuden kasvaessa nousee liukuun veden pinnalle. Tämä vastaa lentokoneen äänivallin murtamista, aaltolähde liikkuu silloin nopeammin kuin sen synnyttämä aalto etenee.

Aluksen rungon synnyttämiä hydrodynaamisia voimia on hankalaa numeerisesti ratkaista. Periaatteessa runko toimii vedessä kuten pystysuuntainen siipi ja sen tuottamia voimia voidaan jonkin verran arvioida siipiteorian avulla. Koska rungon vedenalainen osa on optimaalista kantopintaa huomattavasti ”paksumpi” eli leveä, on veden virtaus aluksen peräosassa pyörteistä. Kun alus kulkee suoraan ilman sortokulmaa, voidaan peräosan muoto suunnitella hyvää polttoainetaloutta silmällä pitäen. Virtausolosuhteita rungon ympärillä voidaan tällaisessa vakiintuneessa virtaustilanteessa arvioida myös numeerisin menetelmin. Mutta kun aluksen sortokulma kasvaa ja alus on kääntymisliikkeessä, niin virtaustilanne perälaivassa muuttuu monimutkaisemmaksi. Koska laivan syväys on pituuteen nähden pieni, suuri osa rungon eri puolille muodostuvasta paine-erosta pyrkii taasoittumaan laivan pohjan alitse. Tämän seurauksena rungon palteiden kohdalle muodostuu pyörteitä, jotka edelleen sotkevat rungon peräalueen virtauksia. Tällaista komplisoitua virtaustilannetta ei vielä nykyisin pystytä täysin matemaattisesti kuvaamaan, vaan ohjailuennusteissa ja aluksen käsittelysimulaattoreissa käytetään ilmiön kuvaamiseen esimerkiksi sovitettuja polynomiyhtälöitä, joiden kertoimet määritetään mallikoe- ja merikoeajotulosten avulla.

Seuraavassa tarkastellaan aluksen ohjailuun vaikuttavia hydro- ja aerodynaamisia tekijöitä.

4.1.1 Aluksen suuntavakavuus

Aluksen suuntavakavuudella tarkoitetaan sen luontaista kykyä kulkea suoraan. Suuntavakaa alus pyrkii vastustamaan kääntymistä. Pitkät, kapeat ja syvällä uivat alukset ovat suuntavakaita ja kankeita kääntymään, kun taas lyhyet, leveät ja matalalla uivat alukset kääntyvät herkemmin. Aluksen ohjailukykyyn vaikuttaa suuntavakavuuden lisäksi peräsimen tehokkuus. Peräsimen muodolla, koolla ja mahdollisilla lisävarusteilla on suuri vaikutus ohjailuun, ja suuntavakaa alus, jossa on tehokas peräsin, voi olla hyvinkin ketterä ja ohjailtava tehokkaan peräsimen ansiosta.

Myös lastitilanne vaikuttaa suuntavakavuuteen. Suuntavakavuus on painolastitilanteessa periaatteessa heikompi kuin lastattuna, mutta painolastitilanteissa tyypillinen peräviippaus parantaa suuntavakavuutta. Rungon peräosaan lisätyt evät parantavat suuntavakavuutta ja näin ollen skegin lisäksi peräsimen pinta-alan kasvattaminen auttaa. Jos aluksen kääntymiskykyä halutaan parantaa peräsintä suurentamalla, niin samalla myös suuntavakavuus paranee. Useimmiten tämä on edullista, sillä sen lisäksi että alus reagoi peräsinohjaukseen paremmin, niin alus myös oikenee käännöksestä nopeammin.

Yleisesti ottaen suuntavakavuutta lisäävät kaikki evät, jotka lisäävät rungon poikittaisvastusta. Kurssistaan poikkeutetun rungon aikaansaaman poikittaisvoiman vaikutuspiste vaikuttaa suunnansäilytyskykyyn.

4.1.2 Aluksen ohjailu

Kun eteenpäin kulkevan aluksen peräsin poikkeutetaan esimerkiksi vasemmalle, niin sen synnyttämä ohjailuvoima alkaa siirtää alusta vastakkaiseen suuntaan, oikealle. Sen seurauksena veden virtaus kohtaa rungon viistosti oikealta puolelta ja synnyttää siipiteorian mukaisen sivuvoiman vasemmalle. Tämän runkovoiman vaikutuspiste sijaitsee lähellä keulaa ja aiheuttaa laivalle vasemmalle kääntävän momentin. Peräsimellä siis ainoastaan kontrolloidaan rungon kohtauskulmaa ja runkovoima saa aikaan aluksen kääntymisen. Tämä on selkeästi havaittavissa esimerkiksi suuntaepävakailuilla aluksilla, joiden vauhtiin lähtenyt kääntymistä voidaan joutua rauhoittamaan pitämällä peräsintä koko ajan poikkeutettuna hiekan vastakkaiseen suuntaan.

Peräsinten ja potkureiden synnyttämiä voimia voidaan nykyisin arvioida laskennallisesti hyvin. Kuten lentokoneen siipi, myös peräsin ja potkuri ovat tehokkaita kantopintoja, joiden muoto voidaan optimoida ja joiden virtausta ohjaava vaikutus on laskettavissa. Potkureiden osalta tämä on tärkeää polttoaineen kulutuksen ja potkurin synnyttämien värähtelyiden pienentämiseksi. Peräsimen tuottaman ohjailuvoiman arvioinnissa vaikeimman osan muodostaa virtauskentän arviointi peräsimen kohdalla. Peräsin pyritään sijoittamaan potkurin taakse, sen

jättövirtaukseen, sillä nopeampi virtaus lisää peräsimen ohjailuvoimaa. Virtauksen synnyttämät voimat ovat Bernoullin lain mukaan verrannollisia virtausnopeuden neliöön, joten pienikin virtausnopeuden kasvu lisää peräsimen tehoa. Tämä pitää erityisen hyvin paikkansa, kun alus kiihdyttää vauhtiaan. Tällöin on myös peräsimen ohjailuvaikutus suuri. Vastaavasti aluksen nopeutta vähennettäessä, kun potkurin jättövirtaus hidastuu, heikkenee ohjailukyky myös oleellisesti. Normaalisti, kun alusta pysäytetään ja potkurin lavat työntävät vettä eteenpäin, virtauskenttä peräsimen edessä muuttuu pyörteiseksi ja virtausnopeus hidastuu ja peräsimen ohjailukyky voi hävitä kokonaan.

Peräsimen ohjailutehoa voidaan parantaa myös erilaisilla lisälaitteilla. Tällaisia ovat esimerkiksi Becker-peräsimet, joiden takaosassa on erikseen nivelöity laippa. Kääntyvän peräsimen profiili saadaan laipan avulla epäsymmetriseksi, jolloin peräsimen teho kasvaa. Jastram-peräsimien etureunassa on erillisellä moottorilla pyöritettävä sylinteri, jonka pinta muuttaa veden virtausta ja saa sen seuramaan peräsinprofiilia suurilla peräsinkulmilla. Jastram-laitteen avulla voidaan käyttää jopa 65 asteen ohjailukulmia normaalin 35 asteen sijaan ilman, että peräsin sakkaa.

Peräsinkoneen teho vaikuttaa peräsimen kääntymisnopeuteen. Nopeasti kääntyvä peräsin lyhentää ennen kaikkea käännöksestä oikenemiseen kuluva aikaa. IMO:n sääntöjen mukaisesti rakennettu minimivaatimukset täyttävä peräsin-kone ei saaristoväylillä operointiin kuitenkaan riitä.

4.1.3 Matala vesi

Kun alus kulkee matalassa vedessä, niin veden virtaus aluksen pohjan ja merenpohjan välissä kuristuu ja virtausnopeus kasvaa. Matalan veden vaikutus aluksen ohjailuun alkaa näkyä kun veden syvyys on alle kolme kertaa aluksen syväys. Kun veden syvyys on enää 1.2 kertaa aluksen syväys, puhutaan erittäin matalasta vedestä. Virtausnopeuden kasvu rungon alla alentaa painetta ja se imee alusta alaspäin ja aiheuttaa alukselle viippausta. Tätä syvyyksen kasvua ja viippausta kutsutaan nimellä *squat*¹⁰³. Squatin suuruus on riippuvainen veden syvyydestä, aluksen nopeudesta ja rungon muodosta sekä potkurien kuormituksesta. Voimakkaasti kuormitetut potkurit imevät enemmän vettä rungon alta etenkin peräosassa suurentaen vajoamista matalassa vedessä. Täyteläisten runkojen osalta paineen aleneminen on suurempaa aluksen keulaosassa. Tämä johtaa aluksen viippaukseen keulalleen. Linjakkaat alukset viippaavat perälleen, näiden alusten tehokkaat potkurit vielä tehostavat peräosan painumista.

Se kuinka paljon alus viippaa matalan veden vaikutuksesta voi muuttua voimakkaastikin veden syvyyden muuttuessa. Tätä mekanismia on viimeaikoina tutkittu paljon, mutta kattavaa teoriaa sen ennustamiseksi ei ole olemassa.

¹⁰³ Squat = kyykistyä, painua alas

Aallon etenemisnopeus on riippuvainen veden syvyydestä siten, että matalassa vedessä aalto kulkee hitaammin kuin syvässä. Tämä koskee myös aluksen synnyttämiä aaltoja. Kun alus saapuu syvästä matalaan veteen, voi nopeus muuttua aaltokuvion osalta ylikriittiseksi. Tällaisessa tilanteessa squat kasvaa voimakkaasti ja muuttunut aaltokuvio suurentaa aluksen peräviippausta. Koska aluksen massa on suuri, kestää hetken aikaa ennen kuin lisääntynyt kulkuvastus alentaa aluksen nopeutta. Tänä aikana on vaarana, että alus saa pohjakosketuksen. Tutkimuksissa on havaittu, että tällainen dynaaminen squat ei kuitenkaan välttämättä ole sen suurempi kuin se olisi tasaisessa matalassa vedessä, jos aluksessa olisi niin tehokkaat pääkoneet, että se voisi tasaisesti kulkea ylikriittisellä nopeudella.

Matala vesi rajoittaa rungon ympärillä olevan painekentän alaosaan meren pohjan tasalle. Ohjailutilanteessa meren pohjan läheisyys vähentää poikittaisvirtausta aluksen rungon ali. Tämän seurauksena paine-erojen tasaantuminen rungon eri sivuilla heikkenee. Aluksen poikittaisvastus kasvaa ja lähes aina suuntavakavuus paranee, vaikka alus olisikin täyteläinen ja viippaisi keulalleen. Tämä johtaa siten lähes aina myös kääntymiskyvyn heikkenemiseen matalassa vedessä.

Toisaalta merenpohjan läheisyys vaikuttaa vastaavalla tavalla myös peräsimeen, meren pohja toimii ikään kuin päätylevynä vähentäen paine-erojen tasaantumista peräsinlavan alitse. Kun peräsimen kärkipyörre heikkenee, niin sen tehollinen sivusuhte kasvaa. Joissain erikoistapauksissa on havaittu, että peräsimen ohjailutehon lisäys on niin suuri, että aluksen kääntymiskyky on parantunut vaikka rungon kääntymisvastus matalassa vedessä on kasvanut.

4.1.4 Kapeikot

Saarten ja matalikkojen reunat vaikuttavat aluksen kulkuun samoin periaattein kuin matala vesi. Aluksen kulkiessa matalikon tai saaren ohi vesi pakkautuu rungon ja esteen väliin. Paine kenttä aluksen ympärillä muuttuu epäsymmetriseksi aiheuttaen alusta siirtäviä ja kääntäviä voimia. Aluksen kulkiessa esteen sivuitse aluksi veden paine keulan sivulla nousee ja työntää sitä poispäin esteestä. Rungon keskiosassa ja etenkin peräosassa veden virtaus kiihtyy aiheuttaen alipainetta, joka vetää aluksen runkoa kohti estettä. Reunavaikutus vaikuttaa selvimmin kanavissa, joissa alus kulkee pengerretyn reunan sivulla. Kokonaisvaikutuksena alus pyrkii kääntymään poispäin esteestä ja jos kääntyminen estetään peräsimen käytöllä, alus imeytyy lopulta kiinni esteeseen. Tasapainotilanteessa alus etenee sortokulmassa kanavan sivun suuntaisesti keula poispäin reunalista. Imuvaikutuksen suuruuteen vaikuttaa aluksen nopeus, etäisyys reunasta ja myös veden syvyys, sillä matalassa vedessä paine-erojen tasaantuminen vähenee ja reunavaikutus voimistuu. Reunavaikutus voi matalassa vedessä kasvaa aluksen nopeuden neliötä voimakkaammin. Eräissä tilanteissa voi kuitenkin käydä niin, että kanavan reunasta heijastuva aluksen aaltokuvio työntääkin laivaa poispäin reunan läheisyydestä.

Saaristo-olosuhteissa saarten ja matalikkojen aiheuttama reunavaikutus ei normaalisti vaikuta koko rungon pituudella samanaikaisesti. Koska saarten ja matalikkojen reunat ovat useimmiten alusta lyhyempiä, siirtyy reunavaikutus pitkin runkoa aluksen kulkiessa esteen ohi. Näin reunavaikutus vaihtelee voimakkaasti erityisesti kapeikoissa, kun väylän sivuilla olevat alueet rajoittavat rungon ympärille muodostunutta painekenttää eri puolilta. Saaristossa meren pohjan kumpuilu ja siitä aiheutuva matalan veden vaikutuksen vaihtelu vaikeuttaa reunavaikutusten ennakointia. Hankalissa väylän kohdissa tarvitaan paikallistuntemusta, jotta reunavaikutusta voidaan riittävän tarkkaan ennakoida.

4.1.5 Tuuli ja aallokko

Tuulen vaikutuksen arviointi ohjailuun on muuttunut jatkuvasti tärkeämmäksi laivojen tuulipintojen kasvaessa. Erityisesti matkustaja- ja roro-alusten kansirakenteet ovat suuria suhteessa näiden alusten vedenalaisen rungon sivualaan. Toisaalta myös painolastissa olevat suuret tankkerit voivat olla tuulelle herkkiä. Myös kansirakenteiden moderni muotoilu tekee ohjailun tuulessa vaikeammaksi. Tasaiset ja virtaviivaiseksi muotoillut kansirakenteet saavat ilmavirtaukset seuraamaan laivan muotoja. Jos ilmavirtaus pääsee seuraamaan laivan muotoja myös tuulen alapuolella, niin se aiheuttaa suojan puolelle alipainetta ja tuulen vaikutus voimistuu. Moderneilla matkustaja-aluksilla voidaan havaita siipivaikutuksesta johtuen hankavastaisella suurempia tuulivoimia kuin sivutuulella.

Tuulen todellisen nopeuden havainnointi aluksella voi olla hankalaa. Aluksen tuulimittarin anturi sijaitsee useimmiten korkealla tuulelle esteettömässä paikassa, mutta kuitenkin kansirakenteiden tuulta ohjaavassa rajakerroksessa. Liikkeellä olevan aluksen tuulimittari havainnoi suhteellista tuulta, joka sisältää aluksen oman liikkeen vaikutuksen.

Tuulen todellista nopeutta arvioitaessa täytyy ensimmäiseksi aluksen oman liikkeen vaikutus poistaa. Useimmat tuulimittarit tekevät tämän korjauksen automaattisesti, jos ne saavat liiketietoa esimerkiksi aluksen lokista.

Toisena tekijänä kansirakenteiden tuulta ohjaava vaikutus saattaa vääristää mitattua tuulitietoa, esimerkiksi vastatuuleen etenevän modernin risteilyaluksen tutkamastoon asennettu tuulimittarin anturi sijaitsee paikassa, jossa ilmavirtaus nousee kansirakenteen etureunaa pitkin ylös ja virtausnopeus kasvaa. Tämän tyyppistä kansirakenteen aiheuttamaa vaikutusta tuulen suuntaan ja nopeuteen on vaikea arvioida ilman tutkimuksia. Tuulitunnelissa tehtyjen kokeiden mukaan tuulen nopeus voi joidenkin alusten kansirakenteiden ohjaavaan vaikutuksen ansiosta muuttua yli 20 prosenttia. Tuulen suuntaan vaikutus voi olla yli 10 astetta. Nämä vaikutukset ovat eri aluksilla hyvin yksilöllisiä.

Kolmanneksi tuulimittarin korkea asennuspaikka sijaitsee erilaisessa ilmakerroksessa kuin meteorologiassa käytössä oleva 10 metrin mittauskorkeus. Tämä il-

makehän rajakerroksen keskimääräinen vaikutus voidaan riittävällä tarkkuudella laskea kaavalla:

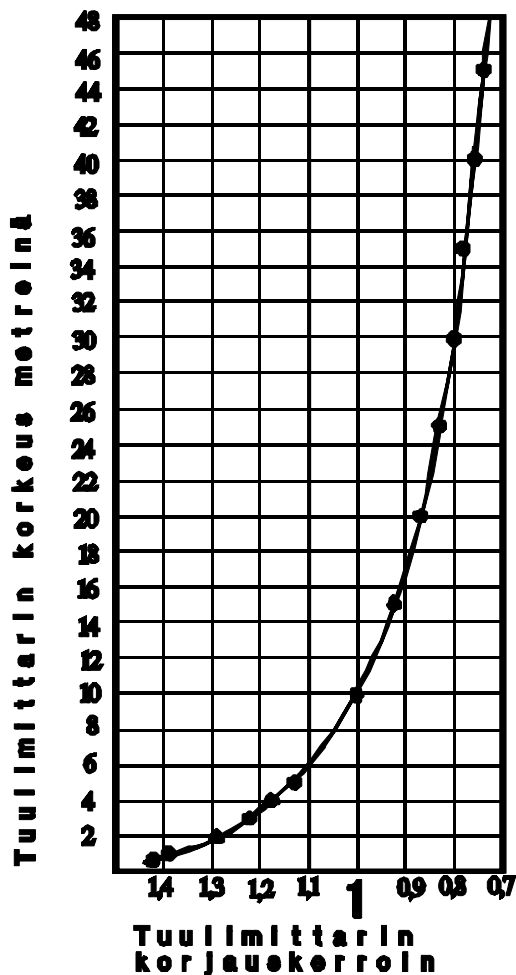
$$\frac{v_h}{v_{10}} = \left(\frac{h}{10}\right)^{\frac{1}{7}}, \text{ missä}$$

v_h = tuulen nopeus korkeudella h

v_{10} = tuulen nopeus kymmenessä metrissä

h = tuulen havainnointikorkeus

Laskentakaavan eksponenttia kutsutaan Hellmanin eksponentiksi ja sen arvo yksi seitsemäsosaa vastaa hyvin saaristo-olosuhteita, avomerelle kaavassa voi käyttää eksponentin arvoa 0,10.



Kuva 9. Kertoimet tuulimittarin lukeman korjaamiseksi vastaamaan 10 metrin korkeutta, jota voi verrata sääennusteeseen¹⁰⁴.

¹⁰⁴ Nils Norrbín, 1983. Sida 6.8. Basic Ship Theory Vol. 1. s. 320

Neljänneksi tuulen nopeus ilmoitetaan säätiedotuksissa 10 minuutin keskiarvona ja aluksella havainnoitu hetkellinen tuulen nopeus voi tuulen puuskaisuudesta ja maastoesteistä johtuen poiketa huomattavastikin keskiarvosta.

Kaikkien edellä kuvattujen tekijöiden vuoksi tuulimittarin näyttölaitteen arvoja tarkasteltaessa tulee muistaa, että eroavuus 10 metrin korkeudella mitattuun tuulen 10 minuutin keskiarvoon voi olla huomattava. Osa edellä kuvatuista korjaustekijöistä täytyy ottaa huomioon myös sataman tai varustamon oman, maihin asennetun tuulimittarin lukemia tarkasteltaessa.

Ilmavirtauksen pyörteily eli tuulen puuskaisuus vaihtelee säätyypin ja ympäröivän maaston vaikutuksen mukaan. Aiemmin tuulen puuskaisuuteen ei paljokaan kiinnitetty huomiota. Sääasemien tuulimittareissa anturien sisäiset massat aiheuttivat viiveitä hetkellisen tuulennopeuden mittauksissa. Lyhyt tuulen puuska oli ehtinyt mennä jo ohi, ennen kuin mittarin pyörintänopeus oli kiihtynyt puuskaa vastaavalle tasolle. Näin ollen mitattu tieto oli jo lähtökohtaisesti virheellistä. Puuskaisuuden tutkiminen on alkanut vasta lentokenttien yhteydessä olevien sääasemien avulla. Ympäröivän maaston muoto voi lentokenttien alueella hyvinkin vastata saaristo-olosuhteita; kauempana metsää ja mittalaitteen läheisyydessä vesialuetta vastaavaa tasaista nurmikenttää. Säätyypistä riippuen voidaan erilaiset puuskaisuusolosuhteet jakaa jopa seitsemään eri päätyyppiin.

Nykyiset tuulimittarit voivat olla hyvinkin herkkiä tuulen pyörteisyydelle, etenkin jos niissä ei ole liikkuvia osia, vaan tuulen suunta ja nopeus mitataan esimerkiksi kuumalangan tai paineanturin avulla. Yksittäinen tuulimittari ei kuitenkaan pysty mittaamaan puuskaa aiheuttavan ilmamassan suuruutta. Tuulimittari pystyy kyllä mittaamaan puuskan aiheuttavan ilmamassan, puuskatyynyn pituuden (puuskan kesto kertaa sen nopeus), mutta puuskatyynyn korkeus ja leveys jäävät tuulimittarille tuntemattomiksi. Aina ei puuskatyyny osu koko laivan kohdalle, vaan se saattaa vaikuttaa esimerkiksi vain aluksen perään. Jos tuulimittari on keulassa, niin puuskatietoa ei mittarista näy, mutta silti puuska saattaa pyrkiä kääntämään alusta tuuleen päin. Aluksen suuren massan takia se ei kuitenkaan kovin nopeasti reagoi tuulen muutoksiin ja jos puuska on hyvin lyhyt, se saattaa mennä ohi vaikuttamatta juurikaan aluksen liiketilaan.

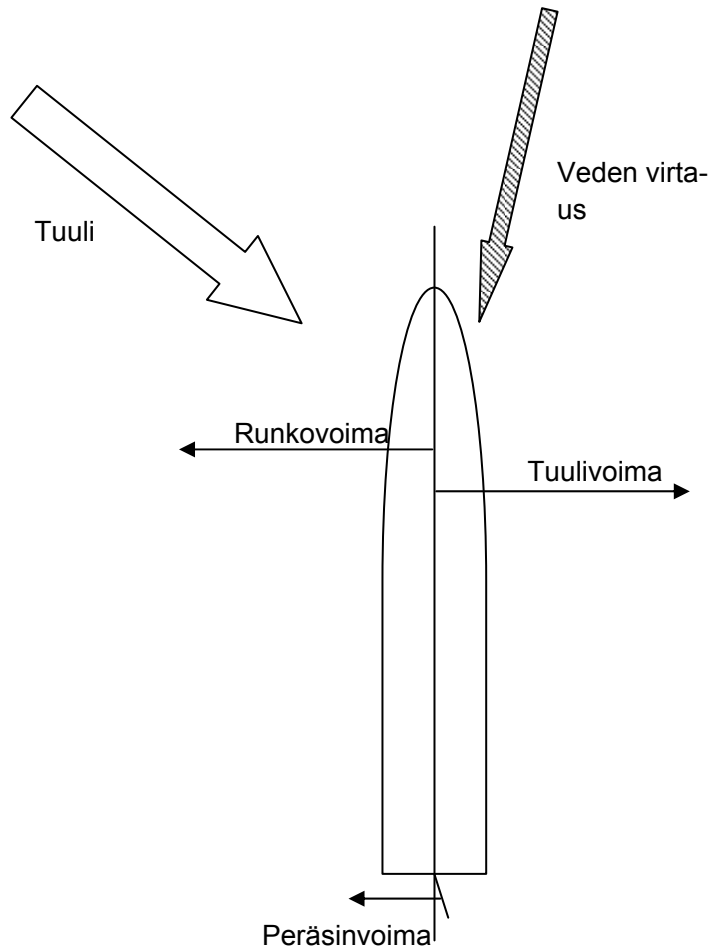
Puuskatyynyjen mittasuhteet ovat riippuvaisia säätyypistä. Saarten ja rannikon läheisyys lisää tuulen pyörteilyä, joten esimerkiksi satama-alueella olosuhteet voivat olla tuuliolosuhteiden osalta vaativat. Toisaalta yli 10 sekuntimetrisen tuulissa ilmamassan lämpötilaerot alkavat tasoittua ja näin ollen perustuulen pyörteily tasaantua.

Hankavastaiseen kulkevaan alukseen vaikuttava tuulivoima työntää alusta suojan puolelle ja jos kansirakenteiden muotoilu synnyttää siipivoimaa, niin tuulivoima on yleensä suurimmillaan tuulen suhteellisen suunnan ollessa noin 50–60 astetta keulasta. Tuulen synnyttämä sivuvoima saa aluksen sortumaan sivulle. Sortokulma saa puolestaan vedenalaisen rungon synnyttämään siipivoiman, joka on tuulivoimalle vastakkainen ja jonka vaikutuspiste on aluksen keulaosassa.

Aluksen sortokulma kasvaa kunnes rungon poikittaisvoima on yhtä suuri kuin tuulen aiheuttama sivuvoima. Näiden kahden vastakkaisen voiman vaikutuspisteiden välinen etäisyys määrittelee alusta kääntävän momentin suuruuden, joka täytyy peräsimen käytöllä kompensoida.

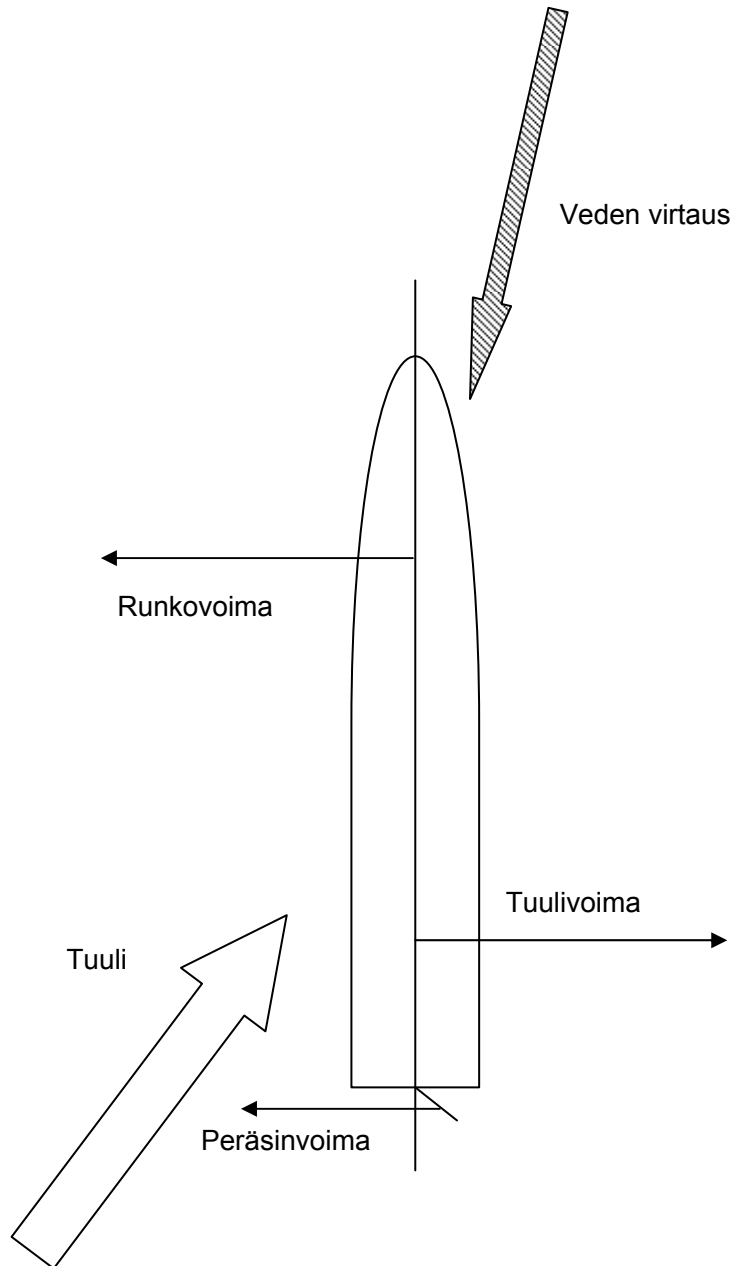
Hankavastaisessa tuulen vaikutuspiste on aluksesta riippuen yleensä keulan puolella, joten sen etäisyys runkovoiman vaikutuspisteeseen on lyhyt. Näin ollen, vaikka aluksen tuulivoima ja siten myös sortokulma on tällä tuulen suunnalla suurimmillaan, niin tuulen kääntävä momentti on pieni, eikä suuria peräsinkulmia yleensä tarvita. Tuulivoiman vaikutuspiste sijaitsee tavallisesti runkovoiman vaikutuspisteen takapuolella ja alus pyrkii kääntymään tuuleen. Tätä käyttäytymistä tehostaa myös tuulen alusta kallistava vaikutus, joka muuttaa rungon vedenalaisen osan epäsymmetriseksi kölilinjan suhteen. Tällöin myös runko pyrkii luontaisesti kääntymään kallistuman vastakkaiseen suuntaan, eli tuuleen päin. Jos aluksen kansirakenne on hyvin keulapainoinen, saattaa alus hankavastaisessa pyrkiä kääntymään tuulesta poispäin. Runkovoiman vaikutuspisteen asema ei kuitenkaan aina ole aluksella vakio. Vaikutuspiste muuttuu paitsi aluksen lastitilanteen mukaan, myös sortokulman suuruuden mukaan. Peräviippauksen takia tai kun sortokulma tuulen yltyessä kasvaa voi vaikutuspiste siirtyä perään päin ja aiemmin hankavastaisessa tuuleen päin pyrkinyt alus alkaakin kääntyä tuulesta poispäin.

Tuulen voima ei kohdistu suoraan aluksen sivulle, vaan se vaikuttaa myös kulkuvastukseen. Tuulitunnelimitaukset osoittavat, että joissain sellaisissa aluksissa, joissa kansirakenteiden muotoilu synnyttää siipivaikutusta, saattaa tämä tuulivoiman pitkittäiskomponentti vaikuttaa hankavastaisella tuulella poikkeuksellisesti eteenpäin. Toisin sanoen alus on tällöin kuin purjelaiva, joka edetessään vinosti tuulta kohti saa tuulesta lisävoimaa eteenpäin. Samaan aikaan kuitenkin aluksen sortokulma, kallistuminen ja poikkeutettu peräsin aiheuttavat enemmän kulkuvastuksen kasvua, joten kokonaisuutena aluksen nopeus laskee.



Kuva 10. Tuulen suunta hankavastaisesta synnyttää matkustaja-aluksella tuulivoiman, jonka vaikutuspiste sijaitsee aluksen keulaosassa. Tuulivoima saa aluksen sortumaan ja veden virtaus synnyttää runkovoiman, jonka vaikutuspiste sijaitsee myös aluksen keulaosassa. Tuuli- ja runkovoiman vaikutuspisteiden keskinäinen etäisyys määrittelee tarvittavan peräsinvoiman, jolla alus kulkee suoraan. Tankkereilla ja muilla lastialuksilla, joissa kansirakenne sijaitsee aluksen peräosassa, tuulivoiman vaikutuspiste on kuvassa esitettyä taaempaan, mutta koska näillä aluksilla tuulipinta-ala on yleensä suhteellisen pieni, peräsimen voima riittää kumoamaan tuulen kääntävän momentin. Kuvassa on esitetty ainoastaan tuuli- ja runkovoiman poikittaiskomponentit.

Sivumyötäiseen kulkevalla aluksella tuulivoiman vaikutuspiste sijaitsee perässä. Vaikka tuulen aiheuttama sivuvoima onkin hankavastaiseen verrattuna yleensä pienempi ja näin ollen myös tuulivoiman aiheuttama sortokulma vähäisempi, on tuulivoiman ja runkovoiman vaikutuspisteiden etäisyys nyt suuri ja siten myös alusta tuuleen päin kääntävä momentti suurimmillaan. Etenkin tilanteissa, joissa aluksen nopeutta lasketaan, voi peräsimen ohjailuteho jäädä riittämättömäksi ja alus alkaa kääntyä tahattomasti tuuleen päin.



Kuva 11. Sivumyötäinen tuulen suunta synnyttää tuulivoiman, jonka vaikutuspiste sijaitsee aluksen peräosassa. Tuulivoima saa aluksen sortumaan ja veden virtaus synnyttää runkovoiman, jonka vaikutuspiste sijaitsee aluksen keulaosassa. Tuuli- ja runkovoiman vaikutuspisteiden keskinäinen etäisyys on nyt suuri ja peräsinvoiman, jolla alus saadaan kulkemaan suoraan, täytyy olla suuri. Jos aluksen nopeutta pudotetaan äkisti, potkurivirtaus peräsimille heikkenee niin paljon, että suurikaan peräsinkulma ei enää riitä pitämään alusta suunnallaan. Alus alkaa kääntyä vasemmalle tuulta päin. Kuvassa on esitetty ainoastaan tuuli- ja runkovoiman poikittaiskomponentit.

Aallokko voi avoimilla väyläosuuksilla yhdessä sivumyötäisen tuulen kanssa aiheuttaa ongelmia suunnanpidossa. Aluksen perään vinottain osuva aalto kallistaa alusta suojan puolelle. Tämä kallistava voima yhdessä tuulivoiman kanssa pyrkii kääntämään laivaa tuuleen päin. Jos alus etenee lähes aallokon nopeudella ja perän alla oleva aalto pitää aluksen pitkään suojan puolelle kallistuneena, voi seurauksena olla peräsimen ohjailutehon riittämättömyydestä aiheutuva kääntyminen poikittain tuuleen, *broaching*. Aallon yläosassa oleva vesimassa liikkuu nimittäin myötätuuleen ja sen vuoksi rungon peräosan kulkuvastus pienenee. Sen lisäksi aluksen kulkiessa 'alamäkeen' sen kulkuvastus vähenee edelleen vähentäen potkurin kuormitusta. Jos tällaisessa tilanteessa aluksen keula osuu toiseen aallonharjaan, kääntyy keula sivulle tuulensilmää kohti. Kun peräsimen ympärillä olevassa aallossa on veden virtaus aluksen liikkeen suuntainen ja kun samaan aikaan potkurin kuormitus ja siten myös sen peräsimelle työntämän veden määrä on alentunut, niin peräsimen ohjailuvoima voi laskea niin alas, että aluksen kääntymistä ei voi hallita.

4.1.6 Jää

Jäissä operointi on perinteisesti opittu kokemuksen kautta, mutta simulaattoritekniikka tulee tulevaisuudessa täydentämään kouluttautumista. Jääolosuhteiden vaikutus luotsaustyöhön on moniulotteinen, eikä tämän turvallisuusselvityksen puitteissa ole mahdollista tarkemmin kuvata kaikkia jään vaikutuksia esimerkiksi tutkatyöskentelyyn. Seuraavassa kuvataan lyhyesti ohjailua jäissä. Jääolosuhteista jätetään tässä yhteydessä käsittelemättä jäävallit, joita harvoin esiintyy rannikon väylillä sekä jäälautat, joiden osalta paras ajotekniikka on pyrkiä kiertämään ne. Tämä ei kuitenkaan kapeilla väylillä yleensä onnistu.

Jos jääkenttä ei ole liikkunut, niin valmiiksi avatussa jäärännissä ajaminen on suhteellisen helppoa. Jääränni määrittelee ajolinjan ja jos ei esimerkiksi vastaan tulevan liikenteen takia ole erityistä tarvetta poistua rännistä, niin aluksen ohjaaminen on helppoa. Vaikka peräsinkomento käännöksessä ei olisikaan täysin oikea, ränni ohjaa alusta, joka yleensä pysyy ajourassa kuin itsestään. Tarvittaessa, liikennetilanteen sen salliessa aluksen voi myös turvallisesti pysäyttää, eikä tarvitse pelätä ajolehtimistä matalikolle.

Jäissä ajamisen yksi ongelma liittyy alusten muotoiluun. Konetehot ja rungon vahvuus ovat parinkymmenen vuoden aikana kasvaneet ja jäihin juuttumisen riski on pienentynyt. Kuitenkin polttoainetalouden parantamiseksi jäissä kulkevan aluksen keula on yhä useammin varustettu keulapaksunoksella, joka ei kovin helposti leikkaudu ulos jäärännistä. Samaan aikaan yleinen runkomuotojen optimointi ja etenkin ro-ro -alusten vuotovakavuusmääräykset ovat muuttaneet perälaivan muotoja yhä leveämmiksi. Aluksen vesiviiva voi olla täysleveä perään asti ja tämä jarruttaa tehokkaasti kääntymistä. Niissä tilanteissa, joissa aluksen täytyy reippaan alkuvauhdin avulla leikata ulos rännistä esimerkiksi edessä olevan jäihin juuttuneen aluksen ohittamiseksi tai irti leikkaamiseksi kulkemalla läheltä ohi, voi keulan muotoilu ja perän takanurkka estää kääntömanööverin. Tu-loksena on peräänajo, jollaisia tapahtuu joka talvi lukuisia.

Toinen huomioitava seikka liittyy yleiseen tapaan ajaa jäärännin käännoksissä sisäreunaa siltä varalta, ettei alus vahingossa ajaudu ulos ajolinjalta. Jos jääkenttä pysyy paikoillaan, alukset siirtävät jäätä käännoksen ulkoreunaan. Näin ränni siirtyy pikkuhiljaa sisäreunaan päin ja voi lopulta siirtyä väyläalueen ulkopuolelle.

Jos jääkenttä liikkuu, jääränni siirtyy pois paikaltaan. Tällöin on turvallisinta, mikäli mahdollista, avata kokonaan uusi ränni ehjään jääkenttään väylän oikeaan kohtaan. Edessä olevan rännin asema väyläalueeseen nähden on useimmiten mahdollista tarkistaa tutkalla.

4.1.7 Virta

Suomen rannikolla virtaukset syntyvät lähinnä paluuvirtauksina tuulen siirrettyä ensin vettä hitaasti Suomenlahden tai Perämeren pohjukkaan. Virtausnopeudet ovat alhaisia, yleensä alle kaksi solmua, tavallisesti alle solmun. Merenkurkussa voi voimakkaiden tuulien seurauksena esiintyä ajoittain voimakkaampia virtauksia. Heikkoa merivirtaa on usein mahdoton erottaa tuulen vaikutuksesta, mutta virran suunnan ja voimakkuuden voi arvioida merimerkkien jättämästä vanavedestä.

Virtaus voi kuitenkin olla paikallisesti merkittävä, varsinkin järviolueilla. Tällöin paikallistuntemus on välttämätöntä turvallisen luotsaustyön takaamiseksi.

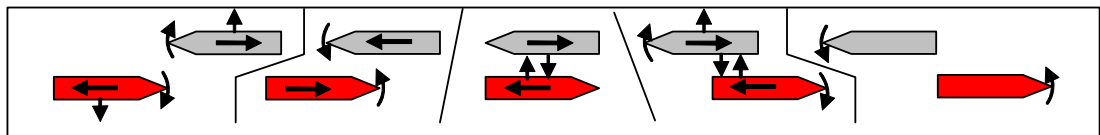
4.1.8 Kohtaavat alukset

Kohtaustilanteessa alusten ympärillä olevat painekentät vaikuttavat toisiinsa ja aiheuttavat molemmille aluksille sivusuunnassa siirtäviä voimia ja kääntäviä momentteja. Aluksiin vaikuttavien voimien suuruus on voimakkaasti riippuvainen alusten koosta ja niiden kohtaamisnopeudesta, sekä alusten keskinäisestä etäisyydestä pitkittäis- ja poikittaissuunnassa. Jos alukset kohtaavat rajoitetulla vesialueella, voi matala vesi ja väylän reunavaikutus vielä voimistaa alusten välistä vuorovaikutusta.

Jos kohtaavat alukset ovat identtisiä, niin niihin kohdistuvat myös identtiset vuorovaikutusvoimat. Kun alusten keulat ovat kohdakkain, on molempien kulkuvastus alkanut jo kasvaa. Samalla keulat pyrkivät kääntymään poispäin toisistaan. Koska alusten peräosat eivät vielä ole toistensa painekenttien alueella, siirtää alusten keulaan vaikuttava työntövoima niitä kauemmas toisistaan. Kun alusten keulat ovat ehtineet vastaantulijan keskikaaren ohi, sivulle työntävä vuorovaikutusvoima on hävinnyt ja siten myös kääntävä momentti poissa. Alusten kulkuvastus on pienentynyt. Heti tämän jälkeen alkavat alukset imeytyä kiinni ja nimenomaan keulat vetäytyä toisiaan kohti. Kun alukset ovat täysin rinnakkain, perälaivat keulojen kanssa kohdakkain, on kulkuvastus alkanut jälleen kasvaa ja imuvaikutus on suurimmillaan. Sivuvoimat vaikuttavat tällöin alusten keskiosassa joten kääntävä momentti häviää.

Kun alusten peräosat lähestyvät toistensa keskikaaren kohtaa, jatkaa kulkuvastus edelleen kasvuaan ja vaikka imuvaikutuksen suuruus vähenee, niin peräosia yhteen vetävä momentti on suurimmillaan. Tästä eteenpäin alusten kulkuvastus alkaa palata normaalille tasolle, imuvaikutus kääntyy vielä erilleen työntäväksi voimaksi ja kääntävä momentti häviää lähes kokonaan. Kun alusten perät ovat kohdakkain alkavat vuorovaikutusvoimat pienetä nopeasti. Jos alukset ovat erikokoisia, niin vuorovaikutus on voimakkaampi pienemmälle alukselle. Voimien vaikutussuuntia voi myös mielessään hahmotella, kun muistaa, että aluksen aaltokuvio on seurausta sen ympärilleen muodostamasta painekentästä. Kun esimerkiksi keula-aallot kohtaavat, on helppo ymmärtää painekenttien vaikutus alusten kulkuvastuksen kasvuun ja keulojen taipumukseen kääntyä poispäin toisistaan.

Kohtaamistilanteessa pienempään alukseen kohdistuvat vuorovaikutusvoimat voivat olla sen ohjailuvoimia suurempia, joten sen liiketilan muutos voi hetkellisesti olla hallitsematonta. Onneksi kohtaustilanne on yleensä nopeasti ohitse ja ohjailun hallinta palaa normaaliksi.



Kuva 12. Kohtaavien alusten väliset vuorovaikutusvoimat

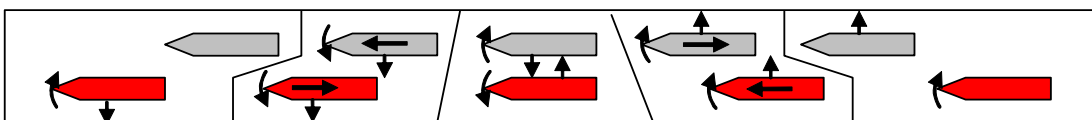
4.1.9 Ohittavat alukset

Ohitustilanteessa vuorovaikutukset ovat voimakkaasti riippuvaisia paitsi alusten ohitusetäisyydestä ja keskinäisistä mittasuhteista, niin myös nopeamman aluksen suhteellisesta ohitusnopeudesta hitaampaan nähden. Kuten kohtaamistilanteessa, niin ohitustilanteessakin vuorovaikutusvoimat kasvavat selvästi matalassa vedessä.

Kun ohittava alus lähestyy takaa ja sen keula saavuttaa ohitettavan peräosan vaikuttaa molempiin aluksiin sivuvoima, joka siirtää niitä ohitettavan puolelle. Jos siis nopeampi alus ohittaa hitaamman vasemmalta, vuorovaikutus vie molempia aluksia oikealle. Samalla molemmat alukset pyrkivät myös kääntymään oikealle. Ohituksen edetessä ohittavan aluksen kulkuvastus pienenee ja ohitettavan kasvaa. Tässä vaiheessa ohitus tuntuu edistyvän nopeasti. Kun nopeampi alus pääsee hitaamman rinnalle, on kummankin kulkuvastus palautunut ennalleen, mutta nyt alukset imeytyvät toisiaan kohti. Samalla ne pyrkivät kääntymään poispäin toisistaan. Tämä tilanne on molempien alusten osalta analoginen kanavassa kulkevan, yksittäisen aluksen kanssa, joka reunavaikutuksen takia pyrkii samalla tavalla muuttamaan liiketilaansa.

Kun ohittava alus on pääsemässä edelle, alkaa vuorovaikutus siirtää molempia aluksia nopeamman aluksen suuntaan ja samalla kääntämään molempia aluksia samoin nopeamman aluksen puolelle. Samanaikaisesti ohittavan aluksen kulkuvastus kasvaa ja ohitettavan vähenee. Tässä tilanteessa ohitustapahtuma alkaa pitkittyä. Ohittavan aluksen nopeuden laskiessa sen potkuritehoa voidaan joutua nostamaan, jotta alusten välinen vuorovaikutus ei ehtisi imeä ohitettavan aluksen keulaa ohittavan kylkeen. Valitettavasti potkuritehon kasvattaminen lisää vuorovaikutusta voimakkaasti. Aluksia kääntävät momentit saattavat kasvaa niin suuriksi, että niitä ei peräsinohjailulla voida kumota. Tilannetta voi pahentaa myös se, jos ohitettava alus lisää potkuritehoa voidakseen ohjailla paremmin. Ohitustilanteen pitkittyessä yhteentörmäämisvaara on ilmeinen. Kun ohittava alus onnistuu lopulta pääsemään ohitettavan edelle, alkaa alusten kulkuvastus palautua normaaliksi ja ohittavan aluksen keula pyrkii kääntymään ohitettavan eteen. Samalla nopeampi alus kuitenkin työntyy pois päin hitaammasta aluksesta.

Koska ohitustilanteen jälkimmäisellä puoliskolla molempien alusten kulkuvastukset ja siten niiden kulkunopeudet muuttuvat epäedullisempaan suuntaan, on erityisen tärkeää, että luotsaustyötä tekevät merenkulkijat tuntevat alusten käyttäytymisen ohituksen aikana. Pitkittänyt ohitustilanne aiheuttaa usein ongelmia, kun alkuperäinen arvio toimenpiteeseen tarvittavan väyläosan pituudesta ylittyy. Tämän lisäksi alusten keskinäinen nopeusero, joka on tyypillisesti kertaluokkaa pienempi kuin alusten absoluuttinen nopeus, voi antaa merenkulkijalle virheellisen käsityksen laivojen välisen vuorovaikutuksen voimakkuudesta ja johtaa ohittamiseen liian läheltä. Ohittamisen ongelmakenttää on tarkemmin käsitelty esimerkiksi Onnettomuustutkintakeskuksen raportissa C1/2006M 'MS ESTRADEN ja MT WOLGASTERN, yhteentörmäys Kielin kanavassa 2.2.2006.'



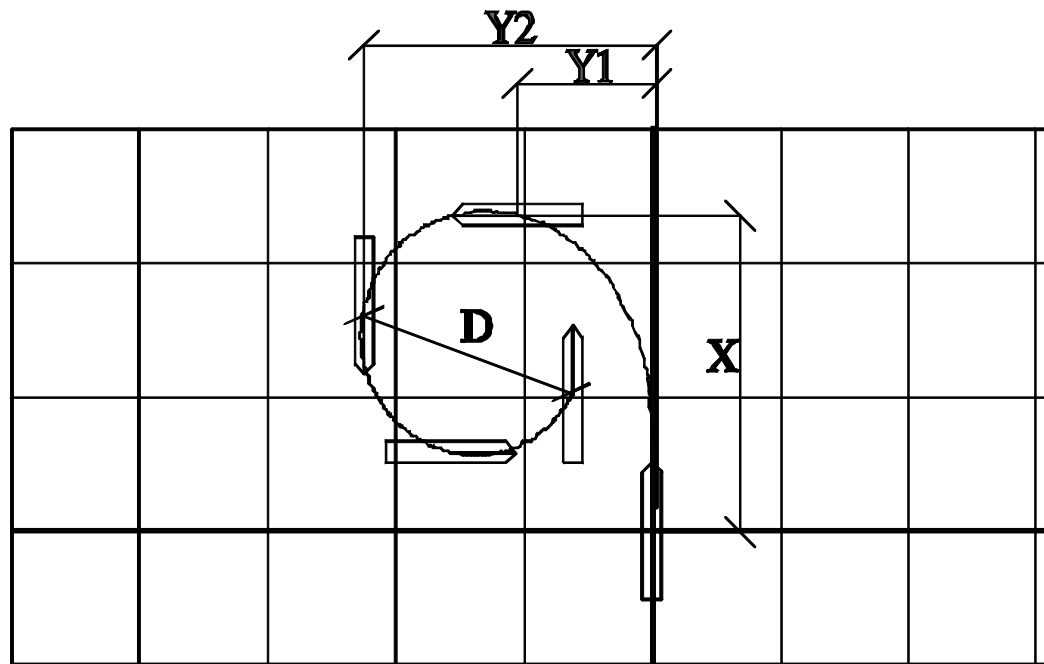
Kuva 13. Ohittavan aluksen aiheuttamat vuorovaikutusvoimat

4.1.10 Ohjailukokeet

IMO on määritellyt minimivaatimukset alusten ohjailuominaisuuksien suhteen. Ohjailukokeiden tavoitteena on yhtenäisellä tavalla kuvata eri tyyppisten alusten ohjailtavuutta, mutta kansainvälisesti sovitut ohjailukokeet antavat vain osittain luotsaustyötä tukevaa informaatiota. Seuraavassa kuvataan yleisimpiä ohjailukokeita ja arvioidaan kokeista saatavien tulosten hyötyä luotsaustyössä.

KÄÄNNÖSYMPYRÄÄ määritettäessä ajetaan alusta ensin suoraan risteilynopeudella. Kokeen alussa peräsin poikkeutetaan 35 astetta sivulle ja aluksen annetaan kääntyä täysi ympyrä. Luotsaustyön ja navigoinnin osalta kiinnostavaa on kääntymisen alkuosa, korkeintaan käännöksen ensimmäiset 90 astetta. Koe-tuloksista nähdään aluksen alkukääntymisnopeus ja sortokulman kehittyminen

käännöksen alussa. IMO:n vaatimusten mukaan alus ei saisi edetä yli 4,5 alusmittaa ensimmäisen 90 asteen kääntymisen aikana (kuva 14, etenemä X), eikä sivusuunnassa yli viittä alusmittaa 180 asteen kääntymisen aikana (kuva 14, sivuttaissiirtymä Y1).

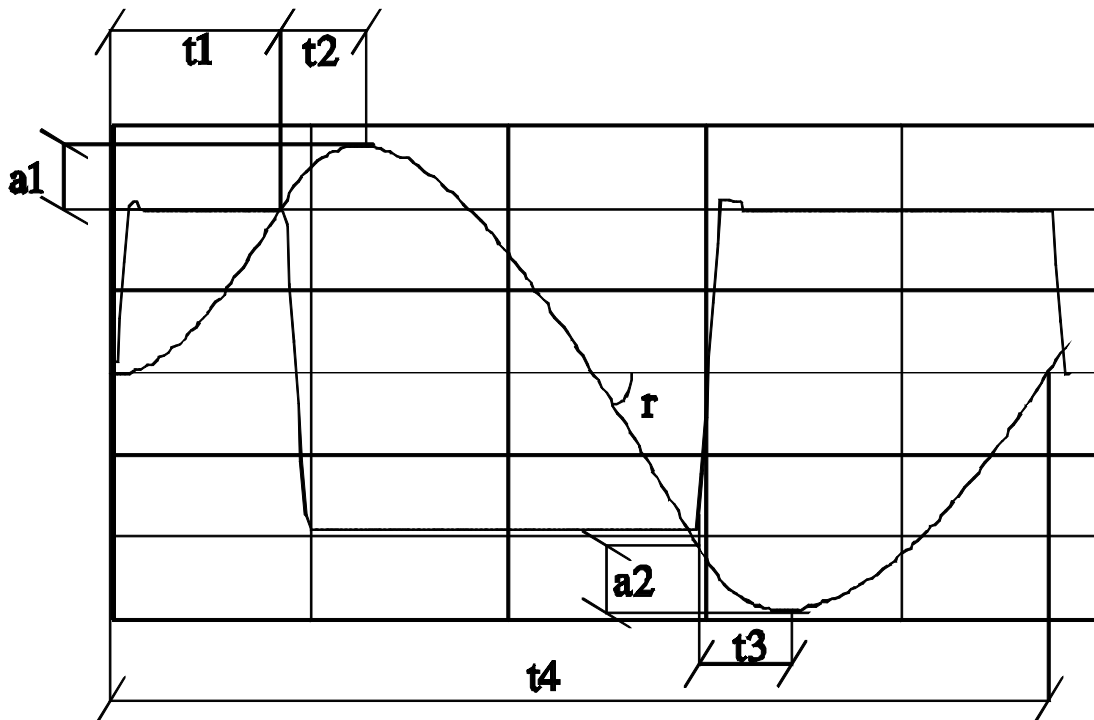


Kuva 14. Käännösympyräkoe. X = etenemä, Y1 = sivuttaissiirtymä, Y2 = taktinen halkaisija, D = vakiintunut halkaisija

PULLOUTKOE alkaa käännösympyräkokeen lopusta. Peräsin siirretään käännösympyrän jälkeen takaisin keskelle ja aluksen kääntymisnopeus alkaa pienentyä. Koetta jatketaan kunnes suuntavakaan aluksen kääntyminen pysähtyy tai suuntaepävakaan aluksen kääntymisnopeus tasoittuu. Koe antaa indikaation aluksen suuntavakavuudesta ja antaa tarkan tuloksen vain, jos tuulen nopeus on kokeen aikana alhainen.

MUTKAILU- eli Z-KOE toteutetaan kääntelemällä peräsinä puolelta toiselle. Koe aloitetaan kuten käännösympyräkoe kulkemalla suoraan. Koe alkaa peräsinkomennolla, tavallisimmin käytetyt peräsinkulmat ovat 10 ja 20 astetta. Kun alus on kääntynyt alkuperäiseltä suunnaltaan ennalta päätetyn kulman, käännetään peräsin vastakkaiselle puolelle. Tällöin kääntyminen hidastuu ja alus alkaa kääntyä vastakkaiseen suuntaan. Alus ohittaa kokeen aloitussuunnan ja peräsin pidetään poikkeutettuna kunnes aluksen suunta on poikennut alkuperäisestä suunnasta jälleen valitun kulman. Tämän jälkeen peräsin käännetään jälleen vastakkaiselle puolelle ja koetta jatketaan vähintään siihen asti, kun alus toisen kerran ohittaa alkuperäisen suunnan. Normaalisti ennalta päätetty suunnanmuutoksen kulma vastaa peräsinkulmaa, esimerkiksi 10/10-mutkailukoe tarkoittaa koetta, jossa sekä peräsinkulma että alkuperäiseltä suunnalta poikkeava ohjailutapah-

tuman suuntakulma ovat 10 astetta. Tämän kokeen avulla selvitetään aluksen alkukääntymiskyky sekä käännöksestä oikaiseminen. Aluksen ohjailuominaisuuksia kuvaavia suureita ovat esimerkiksi kokeen alusta ensimmäiseen vastaruorikomentoon kuluva aika (kuva 15, t_1), ylityskulma (kuva 15, a_1 ja a_2), eli kuinka monta astetta alus jatkaa vanhaan kääntymissuuntaan sen jälkeen kun vastaruorikomento on annettu. Tämän kokeen tulokset antavat käännösympyräkoetta paremman kuvan aluksen ohjailuominaisuuksista saaristoväylällä. Mutkailukokeessa 10 asteen peräsinkulma vastaa ehkä parhaiten normaalia luotsaus työn peräsimen käyttöä. Aiemmin kokeita tehtiin 20 asteen peräsinkulmilla ja koetta käytetään edelleenkin ohjailuominaisuuksia arvioitaessa kattavan vertailuaineiston vuoksi. IMO:n mukaan 10/10-mutkailukokeen ylityskulmaksi voidaan sallia alustyyppistä riippuen jopa 40 astetta (kuva 15, a_1 ja a_2), mikä on aivan liikaa kapeilla väylillä kuljettaessa.

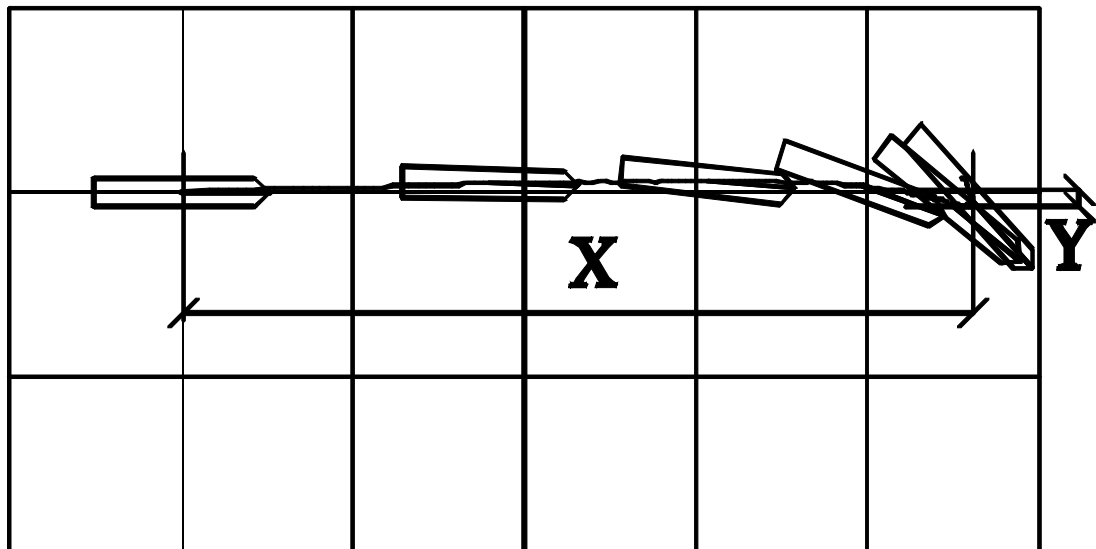


Kuva 15. Mutkailu- eli Z-koe. a_1 = ensimmäinen ylityskulma, t_1 = alkukääntymisaika, t_2 = aika ensimmäiseen ylityskulmaan, r = kääntymisnopeus, a_2 = toinen ylityskulma, t_3 = aika toiseen ylityskulmaan, t_4 = täyden jakson aika

SPIRAALIKOE on kuin sarja käännösympyröitä ja pull-out -koe. Se alkaa 35 asteen peräsinkulmalla suoritetusta käännösympyrästä, jota jatketaan kunnes kääntymisnopeus on vakiintunut. Yleensä tämä tapahtuu keskimäärin silloin, kun runsaat puolet käännösympyrästä on ajettu. Toteutunut kulkunopeus ja kääntymisnopeus kirjataan ylös. Tämän jälkeen peräsinkulmaa pienennetään esimerkiksi viisi astetta ja taas jatketaan kunnes liiketila vakiintuu. Kun peräsinkulmaa on jäljellä viisi astetta, voidaan peräsinkulmamuutokset pienentää vaikkapa yhteen asteeseen. Näin saadaan tarkkaa tietoa aluksen suuntavakavuudesta, eli

siitä, alkaako alus kulkea suoraan kun peräsin on keskellä, vai vaatiiko kääntymisen pysähtyminen vastaruoria. Kun kokeessa on päästy peräsinkulmissa nollakohdan yli viiteen asteeseen vastakkaiselle puolelle, voidaan peräsinkulmaa suurentaa taas esimerkiksi viiden asteen portain. Spiraalikoetta voidaan jatkaa, kunnes riittävä määrä mittaustietoa on kerätty peräsinkulman, kulkunopeuden ja kääntymisnopeuden suhteesta tietyllä pääkoneasetuksella. Yleensä spiraalikokeessa peräsinkulmia käytetään molemmista suunnista nollakohdan yli. Tämä on erityisen tärkeää yksipotkurialuksille, joiden suoraan kulkeminen vaatii nollasta poikkeavan ruorikulman. Kuten pull-out -kokeessa, mittaustulokset ovat herkkiä sääolosuhteille ja tuulen nopeuden tulisi kokeen aikana olla alhainen.

CRASH STOP eli pysäytyskoe aloitetaan kuten käännösympyräkoje ajamalla suoraan risteilynopeudella. Pääpotkurit asetetaan täydelle peruutusteholle ja peräsin pidetään keskellä. Koe päättyy, kun alus on täysin pysähtynyt. IMO:n mukaan aluksen tulisi pysähtyä 15 alusmitan matkalla (kuva 16, etenemä X), poikkeustilanteissa suurille aluksille voidaan sallia 20 alusmitan matka. Pysäytyskoe on laivan pääkoneistoja raskaasti kuormittava koe, jonka suorittamista pyritään välttämään. Todellisessa hätätilanteessa käännösympyrän tekeminen johtaa yleensä lyhyempään etenemään alkuperäisen kurssin suunnassa kuin hätäpysäytys, mutta vaatii toisaalta sivusuunnassa niin paljon vapaata tilaa, ettei kääntäminen saaristossa ole välttämättä mahdollista.



Kuva 16. Crash Stop - eli pysäytyskoe. X = etenemä, Y = sivuttaissiirtymä

4.2 Väylä

Kahdeksan Onnettomuustutkintakeskuksen julkaisemaa tutkintaselostusta sisältää huomioita väylälinjauksista, -alueista tai -merkinnöistä, joiden on havaittu olleen vaikuttamassa onnettomuuden syntyyn.

4.2.1 Väylän syvyys ja linjaus

Vanhoissa merikartoissa ei ollut minkäänlaista väylien syvyysluokitusta, vaan päälliköiden piti arvioida väylän käyttökelpoisuutta merikarttaan painettujen syvyyslukemien perusteella. Suomessa tilanne muuttui 1800-luvun puolivälissä, kun ensimmäiset väylän syvyysmerkinnät tulivat karttoihin. Väylien suunnittelu-perusteita kehitettiin, kun Tie- ja Vesirakennushallitus (TVH) alkoi ottaa osaa meriväylien suunnitteluun Saimaan kanavan valmistumisen jälkeen vuodesta 1968 alkaen. TVHn Vesitieosasto toteaa eräässä artikkelissa vuonna 1975, että TVH on käsitellyt väylien suunnitteluperusteita jo kolme vuotta¹⁰⁵ ja työ on kesken. TVHn Laivaväylien suunnitteluohjeet¹⁰⁶ julkaistiin vuonna 1979.

Matalan veden vaikutus eli Squat tuli merenkulkijoiden yleiseen tietoisuuteen vuonna 1976, kun TVH julkaisi kenttäkokeet autolauttojen nopeuspainumista Ahvenanmaalla¹⁰⁷. Samana vuonna Teknillinen Korkeakoulu julkaisi tutkimuksen nopeuden aiheuttamasta aluksen painumasta matalassa vedessä¹⁰⁸.

Squatia on selvitetty merenkululaitoksen väyläsuunnitteluohjeessa¹⁰⁹. Squatin suuruutta voidaan helposti arvioida merenkululaitoksen kotisivulta. Sivulla oleva taulukkolaskentaohjelma käyttää Huuska-Icorels laskentamenetelmää.

Taulukon keltaisiin kenttiin täytetään:

- aluksen vesiviivan pituus (Lpp) m,
- aluksen leveys (B) m,
- aluksen täyteläisyyskerroin (Cb),
- aluksen syväys (t) m,
- väylän harausyvyys (hs) m,
- kartan vesisyvyys (keskimääräinen, vaikuttava vesisyvyys h m),
- kansainvälisesti vaadittu kölivara (0,5 m) ja
- aluksen kallistuksen tai aallokon vaatima lisä,

¹⁰⁵ Kimmo Mannola, Uutta tekniikkaa meriväylien suunnittelussa, NAVIGATOR 2-3/1975.

¹⁰⁶ Laivaväylien suunnitteluohjeet, Tie- ja Vesirakennushallitus, Vesitieosasto, Helsinki 1979, TVH 752159

¹⁰⁷ Aimo Heiskanen, Timo Rekonen, Aluksen nopeuspainuma, Navigator 3/1976, s. 32.

¹⁰⁸ Olavi Huuska, On the Evaluation of underkeel Clearances in Finnish Waterways. ISBN 951-750-768-2. Otaniemi 1976.

¹⁰⁹ Laivaväylien suunnitteluohje, Merenkululaitos 2001, ISSN 4156-9442. s. 26-31

Taulukko 6. Esimerkki squat -laskentaohjelman lähtöarvoista. Ohjelma laskee kuinka paljon varavettä jää aluksen pohjan alle. Tässä esimerkissä vettä jää 0,9 m.

LÄHTÖARVOT		
Aluksen leveys B =	22,0m	Käyttäjän antama arvo
Aluksen pituus L _{pp} =	138,0m	Käyttäjän antama arvo
Uppouman täyt.aste ¹¹⁰ C _B =	0,525	Käyttäjän antama arvo
B / L _{pp} =	0,16	Ohjelman laskema arvo
Aluksen syväys T =	5,7m	Käyttäjän antama arvo
Haraussyvyys h _s =	7,30m	Käyttäjän antama arvo
Vesisyvyys h =	7,5m	Käyttäjän antama arvo
Varavesi	1,6m	Ohjelman laskema arvo
- kölivara *	0,5m	Käyttäjän antama arvo
- muu liikevara **	0,2m	Käyttäjän antama arvo
- painuma(squat)vara	0,9m	Ohjelman laskema arvo

* Kölivara on meriväylillä yleensä 0,5 m

** Muu liikevara sisältää mm. aallokosta ja aluksen kallistumista aiheutuvat liikkeet, nämä tekijät on arvioitava tapauskohtaisesti olosuhteiden mukaan.

Matalan veden vaikutuksen laskemiseen Huuska-lcoreis-laskentamenetelmän kaava on seuraava.

$$\frac{\Delta t_{\max}}{t} = C_0 \frac{C_B b}{l_{pp}} \frac{F_{nh}^2}{\sqrt{1 - F_{nh}^2}}$$

Frouden luku, $F_{nh} = V / \sqrt{gh}$

Nopeus; $V = (m / s)$

Normaaliputoamiskiihtyvyys; $g = 9.80665 m / s^2$

Vesisyvyys; $h(m)$

Squat: $\Delta t_{\max}$

syväys: t

vesiviivan pituus: l_{pp} ,

¹¹⁰ Suhdeluku Block Coefficient C_B on rungon vedenalaisen osan tilavuuden eli uppouman tilavuuden suhde kuusitahokkaaseen, jonka tilavuus on vesiviivan pituus kertaa syväys kertaa leveys.

kerroin C_0 vaihtelee välillä 1,7–2,4. Tulokset ilmoitetaan kolmena eri arvona aluksen täyteläisyyskertoimen mukaan:

- $C_0 = 1,7$, kun rungon täyteläisyyskerroin C_B on alle 0,7 (virtaviivaiset alukset)
- $C_0 = 2,0$, kun C_B on 0,7–0,8 (normaalit alukset)
- $C_0 = 2,4$, kun C_B on yli 0,8 (täyteläiset alukset)

Laskennassa voidaan kulkunopeudeksi valita aluksi esimerkiksi alhainen nopeus. Taulukosta nähdään, että esimerkkitapauksessamme suurinta sallittua matalikkoimua 0,9 m vastaa noin 13,5 solmua. Laskennallista nopeutta on helppo muuttaa. Esimerkkitalauksessa suurin sallittu nopeus on 13,4 solmua, jolloin squat on 0,88 m.

Ohjelma näyttää Frouden luvun muutoksen, kun nopeus kasvaa. Frouden luku 1,0 kuvaa kriittistä aallonmuodostusta matalassa vedessä.

Taulukko 7. Valittu nopeus 12 solmua asetetaan keltaiseen kenttään.

Aluksen nopeus v (kn)	12,0	13,0	14,0
Aluksen nopeus v (m/s)	6,2	6,7	7,2
Frouden luku F_{nh}	0,72	0,78	0,84
SQUAT ($C_0 = 1.7$)	0,61	0,79	1,05
SQUAT ($C_0 = 2.0$)	0,71	0,93	1,24
SQUAT ($C_0 = 2.4$)	0,85	1,11	1,49

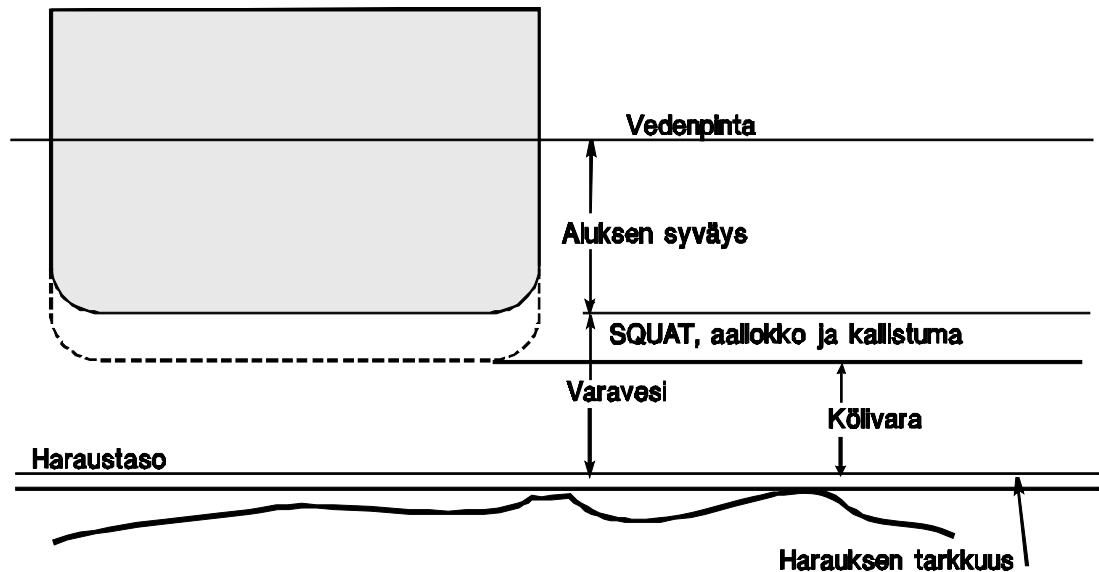
Aallokon vaikutus kulkusyväykseen arvioidaan aallonpohjan ja etenkin kallistelun mukaan. Sisäväylällä aaltovaraa on 0,6 m ja ulkovaylillä 1,0 m.

Vanha väyläsyväyskäytäntö¹¹¹ otettiin tarkasteluun vuonna 1995. Se, että kulkusyvyys oli tarkoittanut liikkumattoman laivan syväystä, oli epäkäytännöllistä. Vanha määrittely muutettiin lopulta vuonna 2005 ja muutos julkaistiin merenkulkulaitoksen tiedotuslehdessä¹¹². Uuden käytännön mukaan päällikkö voi alhaisella nopeudella ajaa karttaan merkittyä arvoa suuremmalla syväyksellä. Päällikön täytyy vain tuntea harausyvyys ja vaadittava kölivara sopivan nopeuden määrittelemiseksi. Harausyvyys on ilmoitettu merikartassa tai väyläkortilla. Väyläkortit löytyvät merenkulkulaitoksen kotisivuilta. Merenkulkulaitoksen väyläsuunnitteluohjeen mukaan harausyvyyden ja aluksen pohjan väliin tulee meriväylillä jäädä puoli metriä vettä¹¹³.

¹¹¹ Timo Rekonen, MKH Väyläosasto, Kulkusyvyiden vahvistaminen väylälle: byrokraattinen ja epätaloudellinen käytäntö. MEGAFONI 6/1995.

¹¹² Väyliä kulkusyvyyskäytäntö, Merenkulkulaitoksen tiedotuslehti, 8/12.7.2005

¹¹³ Laivaväyliä suunnitteluohje, Merenkulkulaitos 2001, ISSN 4156-9442. S. 32.



Kuva 17. Väylän syvyyden määräytyminen.

Uudessa kulkusyvyysskäytännössä nopeuspainuma otetaan huomioon¹¹⁴. Kysymyksessä on työtapojen muuttaminen siten, että miehistö laskee aluksen nopeuspainuman ja suurin sallittu nopeus merkitään reittisuunnitelmaan. Uusi kulkusyvyysskäytäntö on tätä kirjoitettaessa voimassa osassa sisääntuloväyliä ja se on edelleen laajenemassa kattamaan kaikki rannikon väylät.

Suomalainen väyläsuunnitteluohje perustuu kansainväliseen PIANC-järjestön (Permanent International Association of Navigation Congresses) suositukseen. Sen mukaan yksikaistaisen väylän leveyden tulisi ihanneolosuhteissa olla vähintään 3–4 alusleveyttä ja kaksikaistaisen väylän 6–7 alusleveyttä¹¹⁵. Väylän kokonaisleveys muodostuu mitoitusaluksen omasta leveydestä, johon lisätään muun muassa tahattomasta mutkailusta, paikannuksen epätarkkuudesta, tuulen ja virran sekä ympäröivän maaston epätasaisuudesta aiheutuva väyläalueen tarve. Kaiken kaikkiaan 3–4 alusleveyttä on niin ahdas väylätila, että ohjailuvastuussa olevan merenkulkijan väsyminen vaikuttaa luotsauksen turvallisuuteen. Väyläsuunnitteluohje ei anna suosituksia kapean väyläosuuden enimmäispituudelle, mutta on selvää, että tarkkaavaisuutta vaativan väyläosuuden ollessa pitkä, on lyhennettyjen vahtivuorojen käyttö turvallisuusmielessä kannattavaa.

IMO ei ole ottanut tehtäväkseen julkaista minkäänlaista väyläsuunnitteluohjetta.

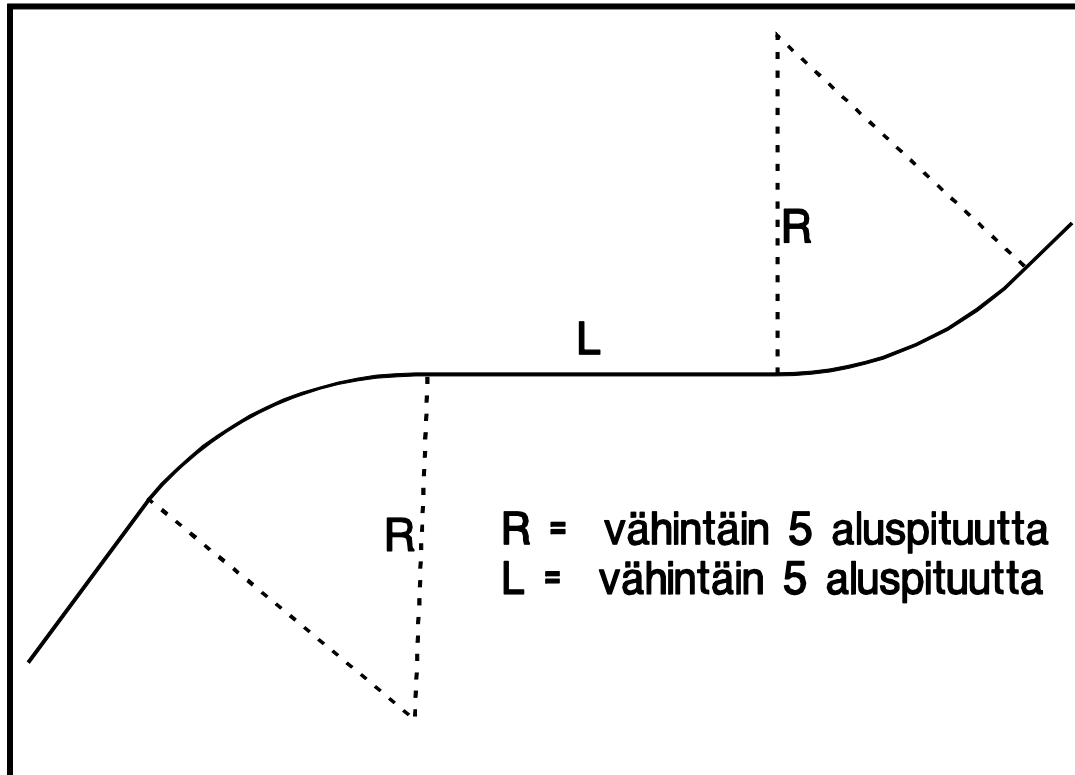
Suomalaisen suunnitteluohjeen mukaan kaarteiden säteen tulisi olla yli viisi aluspituutta ja käännöksen lopussa tulisi olla vähintään viisi aluspituutta suoraa väylälinjaa, jotta käännöksestä johtuva tahaton mutkailu ehdittäisiin saada loppumaan. Käännös ei saisi loppua siten, että aluksen on heti sen jälkeen kuljettava

¹¹⁴ Risto Lång, Väyliä kulkusyvyysskäytäntö, Suomen Merenkulku 09/2005.

¹¹⁵ Laivaväylien suunnitteluohjeet, kohta 4.3, Merenkululaitos, Helsinki 2001, ISSN 1456-9442.

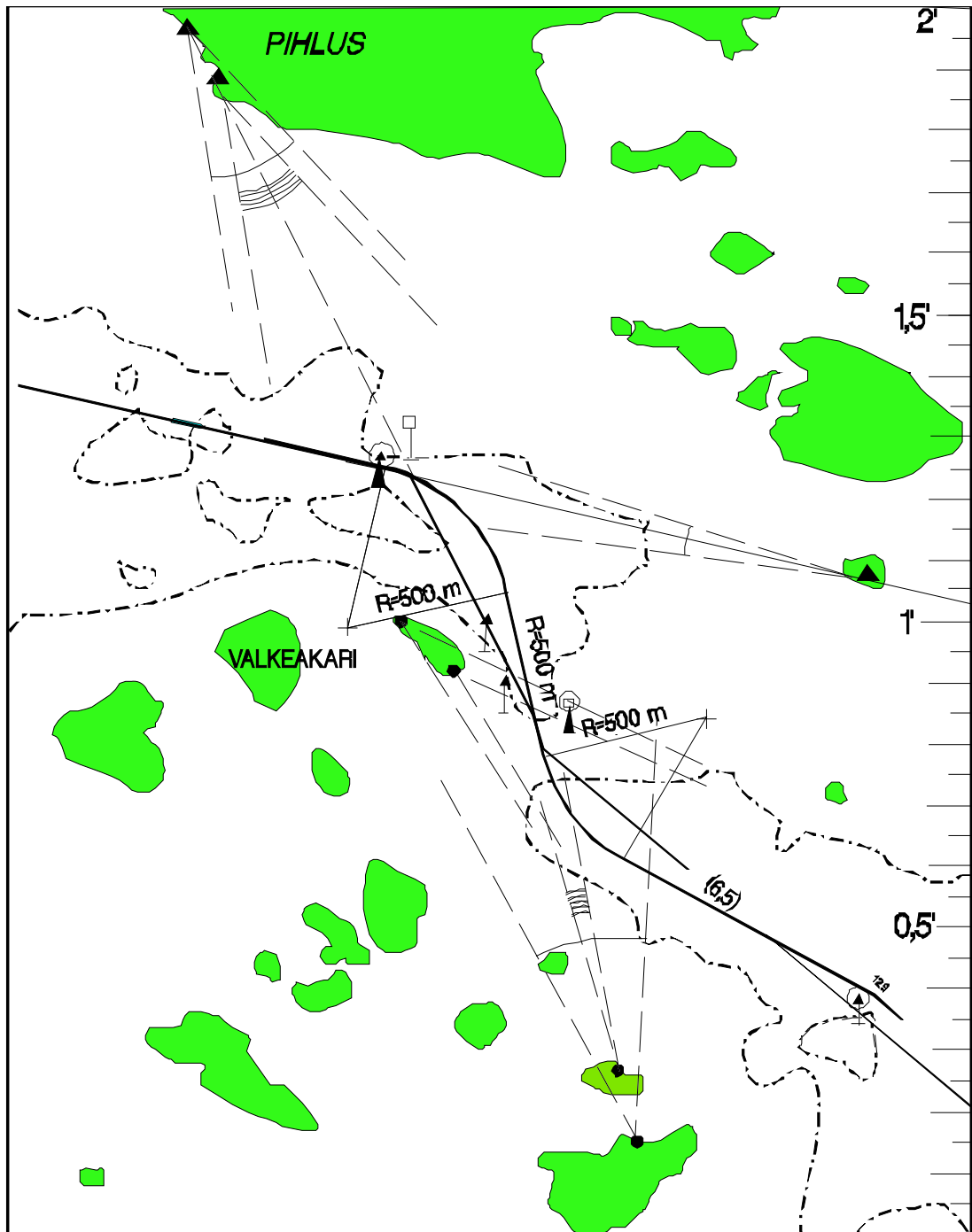
va kapean portin läpi. Ohjeiden mukaan ennen jokaista vaativaa ohjailutoimenpidettä tarvitaan viisi aluspituutta suoraa ajolinjaa¹¹⁶.

Suorien väylälinjojen tulisi olla tarpeeksi pitkiä, jotta aluksella on käännöksen jälkeen aikaa rauhoittua suoralle suunnalle. Kahden käännöksen välisen osuuden ollessa lyhyempi kuin viisi aluspituutta, on kysymyksessä S-mutka.



Kuva 18. Kaksi peräkkäistä käännöstä väyläsuunnitteluohjeen mukaan. Kaarteiden säteen R on oltava mielellään viisi aluspituutta, jotta peräsinkulma ei olisi liian suuri. Suoran osuuden (L) kaarteiden välillä tulee olla vähintään viisi aluspituutta, jotta ensimmäisen käännöksen tahaton mutkailu saadaan pysäytettyä.

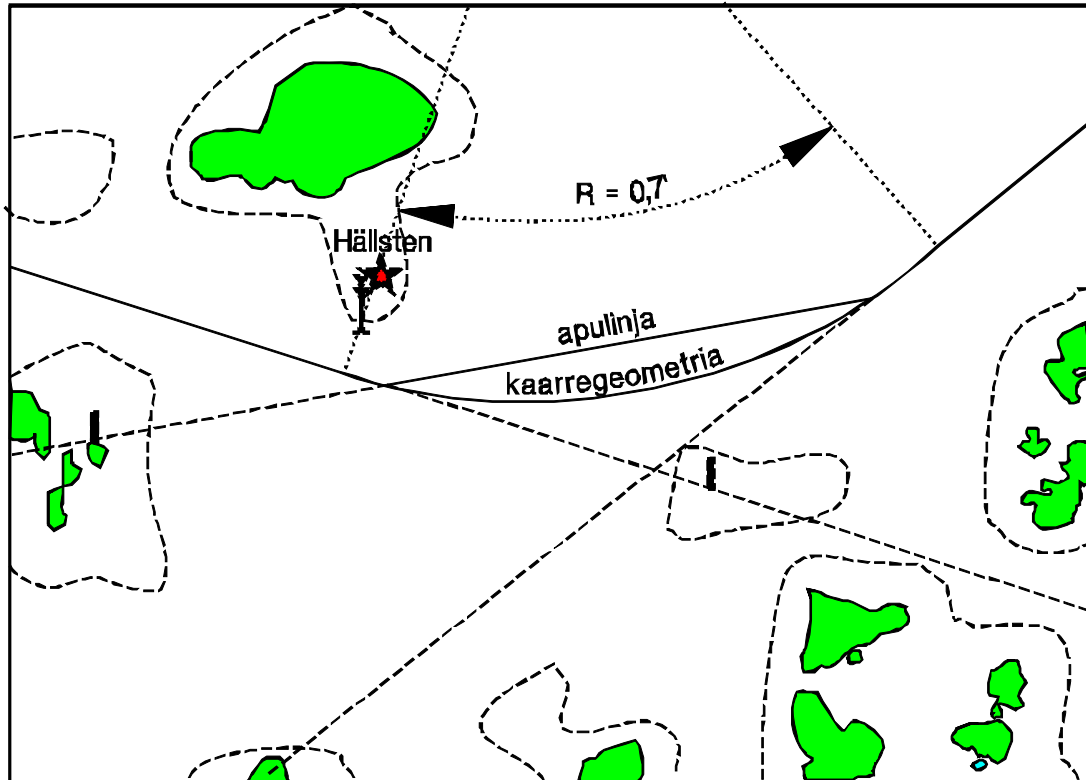
¹¹⁶ Laivaväylien suunnitteluohjeet, kohta 3.1, Merenkululaitos, Helsinki 2001, ISSN 1456-9442.



Kuva 19. Kuvassa on piirretty merikartalle Merenkulutuslaitoksen suunnitteluohjeiden mukainen väylägeometria 100 metriä pitkälle alukselle. Vanhan väylälinjauksen geometria ei vastaa nykyaikaisen väyläsuunnitteluohjeen periaatteita. Esimerkki on Rauman Valkeakarin väylästä.

Suomen rannikon väylien linjaukset eivät aina vastaa väyläsuunnitteluohjeen vaatimuksia, sillä useimmat väylät on suunniteltu ennen vuotta 1979. Kuva 19 esittää Rauman Valkeakarin väylää, jossa voitaisiin nykyisin hyvin soveltaa väyläsuunnitteluohjeen periaatteita.

läsuunnitteluohjeen mukaista kaarregeometriaa, mutta linjataulut on asetettu paikoilleen ennen vuotta 1979.



Kuva 20. Nykyinen väyläsuunnittelun kaarregeometria verrattuna merikartan linjaukseen. Linjojen väliin on tehty linjatauluilla merkitty apulinja. Kuva on läheltä Rosalan kylää.

4.2.2 Väyläalue

Aikoinaan väylän merkintä merikartassa rajoittui pelkkään väyläviivaan. Sitten merimerkit alkoivat rajata navigoitavia väyläalueita. Merenkulkukirjallisuudessa käytettiin satoja vuosia vain käsitettä väylä. Vasta lähihistoriassa on alettu käyttämään käsitettä väyläalue.

Nykyisin kartoille merkitään ainakin sisääntuloväylien haratut alueet. Haratun alueen ulkopuolelle jäävä alue on vain luodattu, mutta se saattaa silti olla syvä ja käyttökelpoista tilaa. Alueen haraus takaa karttaan merkityn minimisyvyyden, mutta navigoitava alue voi siis olla laajempi kuin harattu alue. Harattujen alueiden rajoja merkitään merimerkeillä, joten liikennöitävä alue saattaa näiden turvamerkkien vuoksi kaventua.

Joissain tapauksissa väyliä on merkitty 'porteilla', jolloin toisella puolen väylää merimerkki osoittaa matalikkoa, mutta vastakkaisella puolella samalla etäisyydellä väyläviivasta merimerkki on syvässä vedessä. Merkin takana voi silti olla vanhaa perinteistä väyläaluetta. Miehistön paikallistuntemuksen vuoksi saattaa syntyä tilanne, jossa alus ajetaan 'tarpeettoman' merimerkin 'väärältä' puolelta.

Koska meriteiden säännöissä on erikseen määritelty virallisella väyläalueella ja sen ulkopuolella kulkevien alusten väistämisvelvollisuuksia, voi uusi portteihin perustuva merkintätapa aiheuttanut sekaannusta väistämissääntöjen tulkinnassa.

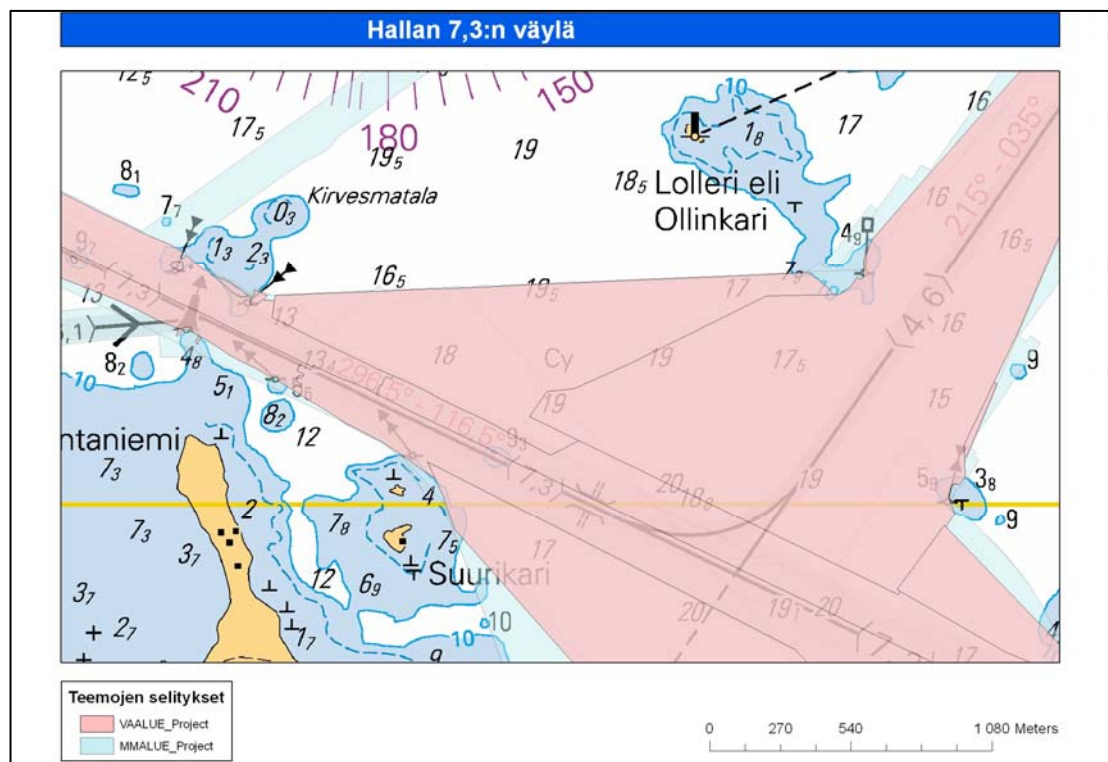
MKL on antanut päätöksen vuonna 2005 väyliin liittyvistä käsitteistä¹¹⁷. Tiedotteen etulehdellä ilmoitetaan, että

'...tarkoituksena on selkeyttää väyliin liittyvien käsitteiden merkitystä ja tulkintaa sekä väylänpitäjän vastuuta.'

Poikkeuksena vanhasta käytännöstä tämä tiedote esittää, että

'Maastossa väyläalueen reunat osoitetaan tarvittaessa reunamerkeillä (viitat, pojut, reunamerkit). Väyliin kaikkia taitepisteitä ei välttämättä merkitä maastoon.'

Koska samaan aikaan vain osa väyläalueista on merkitty merikartoille rasteroinnilla, voi väyläalueen todellinen rajautuminen olla epäselvää.



Kuva 21. Esimerkki lisäalueesta Ruotsinsalmen itäpuolella (Merenkululaitos)

Korkein oikeus on nojannut vanhaan väylän merkintätapaan päättäessään kalastajan oikeudesta laskea pyydykset. Päätöksen mukaan kalastaja voi määritellä linjan merimerkiltä toiselle ja hän voi laskea pyydykset tältä linjalta 50 metriä matalan veden suuntaan. Korkeimman oikeuden päätös on selkeä. Jos esimer-

¹¹⁷ Väyliin liittyviä käsitteitä, Merenkululaitoksen tiedotuslehti 7/2005.

kiksi väyläkaarten ulkoreunan taitepistettä ei ole merkitty maastoon, voi kalastaja Korkeimman oikeuden päätöksen mukaan laskea pyydykset merenkulkulaitoksen hahmotteleman väyläalueen sisään. Vielä todennäköisempää on, että kalastajat laskevat verkkoja väyläalueiden viereen, lisäalueiden sisään, koska lisäalueita ei ole merkitty tavallisiin kalastajien käyttämiin merikarttoihin eikä maastoon.

5 ALUKSEN OHJAILU VÄYLILLÄ JA SATAMISSA

IMOn STCW-koodi edellyttää, että päälliköt ja yliperämiehet yli 500 GT¹¹⁸ aluksissa hallitsevat alusten ohjailun väylillä ja satamissa kaikissa tilanteissa¹¹⁹. Tämä vaatimus kuuluu sanatarkasti seuraavasti:

'Manoeuvre and handle a ship in all conditions... in rivers, estuaries and restricted waters, berthing and unberthing under various condition of wind, tide and current with or without tugs ...'

Merenkulun koulutuksessa ei tätä IMOn vaatimusta voi käytännössä toteuttaa. Sananmuoto *'in all conditions'* kuulostaa harkitsemattomalta, eikä sitä voida todellisuudessa edellyttää. Aluksilla on teknisinä laitteina myös tekniset olosuhterajat, jotka merenkulkijoiden ja varustamoiden on selvitettävä ja jotka rajoittavat operointia esimerkiksi kovassa tuulessa. Tuuli saattaa asettaa aluksen nopeudelle alarajan, sillä sortokulma ei kapealla väylällä voi kasvaa liian suureksi. Jos väylän syvyys on myös rajoittunut, voi matala vesi asettaa aluksen nopeudelle ylärajan. STCW-koodi vaatii seuraavaa:

"... manoeuvring in shallow waters, including the reduction in under keel clearance caused by squat, rolling and pitching".

Näin ollen voi syntyä tilanne, jossa voimakkaan tuulen takia aluksen olisi kuljetettava suurempaa nopeutta, kuin squatin kannalta on mahdollista.

Merenkulun koulutusohjelmiin ei voida kirjata aluksen käsittelyn hallintaa kaikissa olosuhteissa. Vaatimus onkin pakko tulkita siten, että merenkulkijan on tunnettava turvallisen aluksen käsittelyn olosuhterajat. Sanamuodon *'in all conditions'* sijaan olisi siis järkevää soveltaa periaatetta *'within operational limits required by SOLAS'*.

Koska IMO ei ole maininnut olosuhterajoja, on tämä johtanut siihen, että koulutus oppilaitoksissa keskittyy aluksen ohjailun teoriaan. Alukseen vaikuttavia voimia ja ohjailun teoriaa selvitetään merenkulkuopistoissa kiitettävästi¹²⁰, mutta olosuhterajojen määrittäminen ei kuulu opistoille, joten IMOn suosituksen tai määräyksen täyttäminen jää varustamoiden tehtäväksi.

Kolmessakymmenessä onnettomuustutkintatapauksessa ongelmat aluksen ohjailussa väylillä ja satamissa ovat olleet vaikuttamassa onnettomuuden syntyyn. Näistä 20 tapausta liittyy väyläajoon ja käännöksen aloitukseen, seitsemän sa-

¹¹⁸ Gross tonnage, bruttovetoisuus.

¹¹⁹ IMO, International Maritime Organization, London 1996. STCW CODE, Table A-II/2.

¹²⁰ Tässä tutkinnassa on pidetty esimerkillisenä ohjeena Turun merenkulkuopiston monistetta "MANÖVRERING AV FARTYG I BEGRÄNSADE FARVATTEN" Martin Forsén, 153 sivua, 20 lähdettä.

tamaohjailuun ja kolme miehistöön kuulumattoman luotsin työskentelyolosuhteisiin.

5.1 Luotsaustyöhön valmistautuminen

IMO edellyttää laivayhtiöiltä alusten päällystöjen ohjeistamista kaikkien vaaratilanteiden varalle¹²¹. ISM-koodin kohta 2.2.1.3 esittää tavoitteen luoda ja jatkuvasti kehittää turvallista työympäristöä ja työskentelytapoja. Käytännön toimet tavoitteiden saavuttamiseksi jäävät koodissa määrittelemättä.

Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei varustamo voisi turvallisuusjohtamisjärjestelmässään (SMS, Safety Management System) vaatia konkreettisia toimia komentosiltayhteistyön luomiseksi. Vaarana voi kuitenkin olla, että varustamon ohjeistus jää vain tavoitteiden tasolle. On luonnollista, että viranomaisten kirjaa-maa terminologiaa käytetään SMS-ohjeistuksessa. Merenkulkuviranomainen hyväksyy varustamoiden ohjeistukset, jos ne noudattavat säädösten sanamuotoja ja merenkulun perinteitä. Jotta SMS-ohjeistus ei jäisi ylimalkaiseksi, tulisi konkreettisten toimenpiteiden kuvaaminen syntyä aluksilla, siten että viranomaisen ja varustamoiden asettama tavoite täyttyy. Esimerkiksi vahtipäällikön on säädösten mukaan ryhdyttävä kaikkiin tarpeellisiin toimenpiteisiin, ellei hän saa luotsilta selvitystä tämän aikeista¹²². Mitä vahtipäällikön tulee silloin tehdä? Vahtipäällikkö toimii komentosillalla päällikön sijaisena tämän poissa ollessa¹²³. Vahtipäällikkö ei voi tietää, miten eri tilanteissa olisi tarkoituksenmukaista toimia, ellei näitä toimintamalleja ole etukäteen sovittu ja kirjattu. Puuttuva yhteistyö on lisättävä ohjastukseen päällystön toimesta - yhteistyössä sekin.

Yhteistyö vaatii komentosiltahenkilöstöltä viikoittaisia kokouksia, joissa käsitellään työnjakoa, koulutusta ja vakiorutiineita. Tavoitteena on, että jokainen komentosiltahenkilöstöstä yltää navigoinnissa ja luotsauksessa yhtenäiseen suoritustasoon. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi henkilöstön työtehtäviä on hyvä vaihdella.

Seuraavassa on esitelty eräitä luotsaustyöhön liittyviä komentosiltayhteistyötä kehittäviä toimenpiteitä, joita etenkin integroitujen navigointijärjestelmien kanssa työskentelevien miehistöjen on hyvä ottaa huomioon.

- Aluksen käyttämät reitit voidaan jakaa osiin. Toiminnallisesti ne jakautuvat esimerkiksi satama-, väylä- ja avovesialueisiin. Päätetään eri alueilla sovellettavasta komentosiltamiehityksestä, laitteiden toimintatiloista ja vakiorutiineista. Aluejaon selkeyttämiseksi kartat, toimintaohjeet jne. voidaan määritellä tunnusväreillä, jotka erottuvat tarkistus- ja työlistojen väritunnuksista.

¹²¹ IMO Res. A.913 (22) 2001. Revised Guidelines on Implementation of the International Safety Management (ISM) Code by Administrations.

¹²² IMO, STCW CODE, 1995, Chapter VIII, paragraph 50.

¹²³ IMO, STCW CODE, 1995, Chapter VIII, paragraph 12.

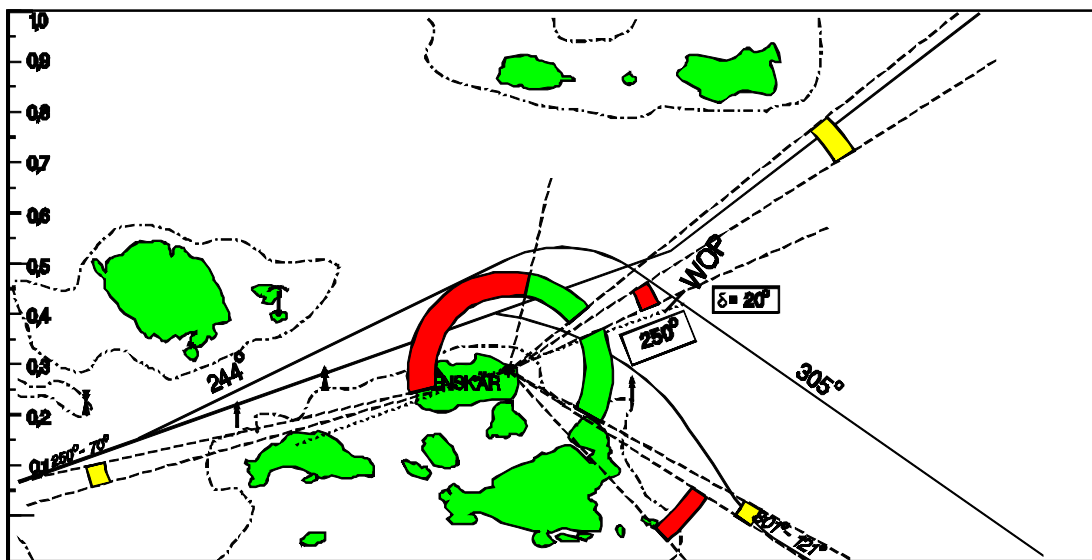
- Reittisuunnitelmien yksityiskohdista päätetään yhteisesti. Sovittavia asioita ovat esimerkiksi ajolinjat, kaarresäteet, reittipisteiden paikat, suurimmat ajonopeudet ja automatiikan toimintatilat reitin eri kohdissa. Kaikkien tulee sitoutua käyttämään samaa yhteisesti sovittua reittisuunnitelmaa.
- Jotta luotsaustyön tehokas monitorointi voi käytännössä toteutua, on koko kansipäällystön hallittava aluksen käsittely kaikilla käytettävien väylien osilla. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi on luotsaus- ja monitorointitehtävää vaihdettava vahdin aikana siten, että kaikki väyläalueet ja tehtävät tulevat kullekin kansipäällystön jäsenelle tutuksi.
- Käydään läpi automaattiohjauksen toimintaan vaikuttavat käyttöasetukset ja sovitaan niiden asetusarvot.
- Navigointilaitteiden ohjekirjoista tehdään tiivistelmiä tärkeistä laitteiden käyttöön liittyvistä asioista.
- Laitteistoissa havaitut viat tai epäloogisuudet kirjataan vahdin aikana. Löydökset käsitellään viikoittaisissa kokouksissa.
- Uudet navigointilaitteet asetetaan aluksi koekäyttöön. Ne otetaan varsinaiseen käyttöön vasta vaiheistettujen koeajojen jälkeen. Laitteiden käyttämiseksi luodaan vakiorutiineja.
- Käsitellään uudet säädökset sekä muutokset toimintaympäristössä ja menettelyt muutetaan vaatimusten mukaiseksi.
- Monitoroinnin tarkoitus on valvoa annettujen ohjailutoimenpiteiden toteutumista ja automatiikkajärjestelmien toimintaa. Miehistö tulee kouluttaa toimimaan siten, että erityistilanteissa monitorointityötä tekevän on kyettävä puuttumaan tilanteeseen ja tarvittaessa ottamaan ohjailuvastuu.
- Perehdytetään miehistö aluksen erityispiirteisiin ja ympäristötekijöiden vaikutukseen ohjailussa ja automaattijärjestelmien suorituskvyssä. Tällaisia aluksen erityispiirteitä voivat olla suuri tuulipinta-ala, heikko ohjattavuus alhaisilla nopeuksilla tai aluksen vaikea hallinta matalassa vedessä. Simulaattoritekniikka on osoittautunut tehokkaaksi työkaluksi yllä kuvattujen ilmiöiden havainnollistamisessa.
- Otetaan huomioon työskentely aluksen ulkopuolisen luotsin kanssa. Suunnitellaan ennalta luotsin tehtävät komentosiltaorganisaatiossa ja oleellisten tietojen vaihto luotsin ja päällikön välillä.
- Poikkeamat ja vaaratilanteet kirjataan ja nämä dokumentit käsitellään yhteisesti ja raportoidaan edelleen varustamolle.

Kaikki pöytäkirjat ja yhteisesti tehdyt toimenpiteet dokumentoidaan. Kirjallinen materiaali on tärkeä informaatiolähde miehistövuoron vaihtuessa ja uusien miehistönjäsenten työhön perehdyttämisessä.

5.2 Väyläajo ja käännöksen aloitus

Kahdessakymmenessä onnettomuustutkinnassa osatekijäksi on havaittu virheelinen käännöksen aloitushetken määrittäminen. Seuraavassa käsitellään eri tapoja määritellä käännöksen aloitushetki.

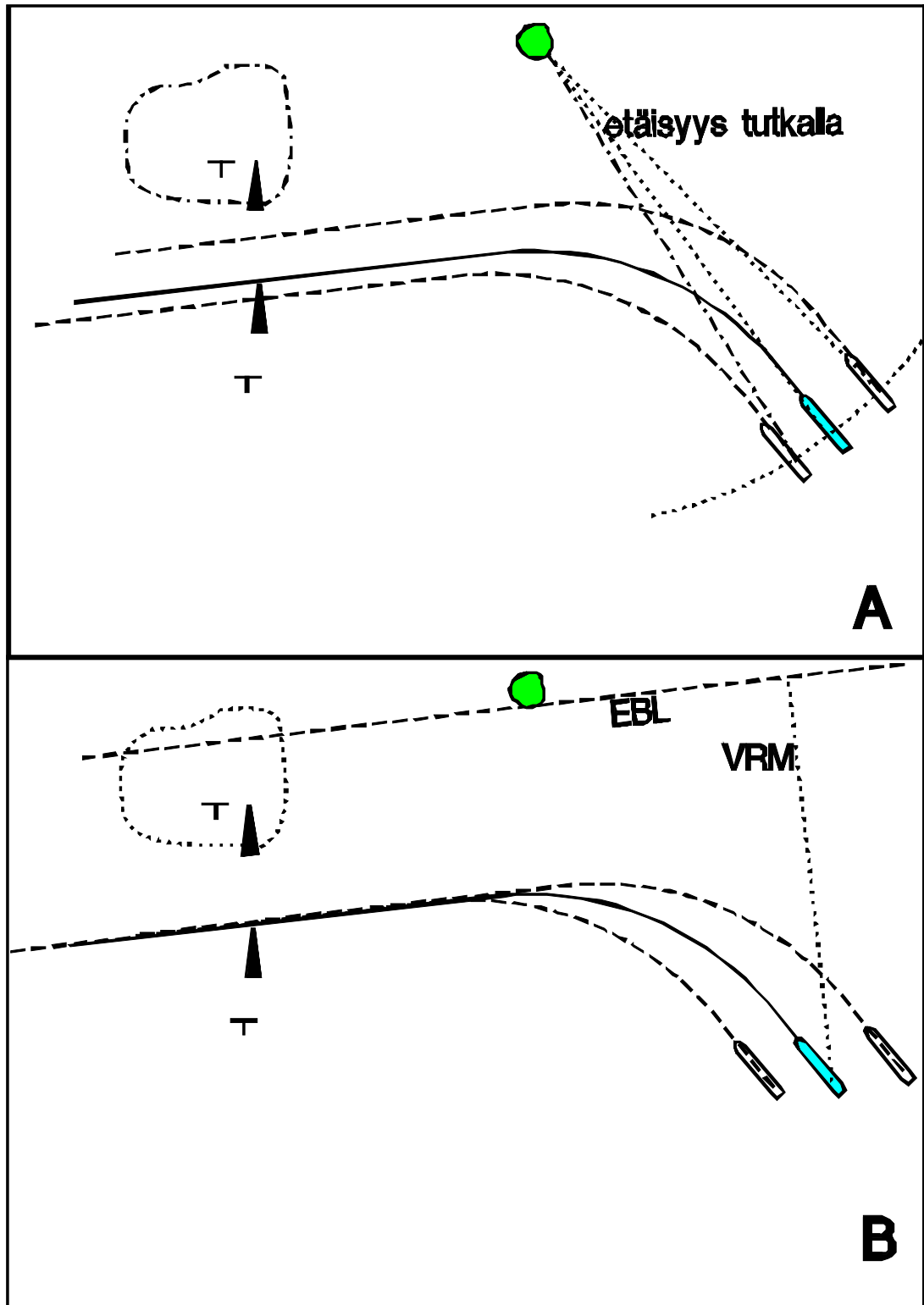
Perinteisesti käännös on suoritettu peräsinkulmakomentona ennalta määritellyssä käännöspisteessä. Kuva 22 esittää perinteisellä tavalla toteutettua käännöstä Ahvenanmaan saaristosta Sottungan lähellä. Tässä kuvattu käännösmetodi pysyi samankaltaisena 1940-luvulta aina 1970-luvun alkuun asti. Käännöksen aloituskohdan määrittely oli geometrisesti vaikeaa 1970-luvun alkuun saakka, koska tutkan siirrettävää elektronista suuntimaa ei ollut käytettävissä. Alusten suurentuessa käännöksen aloituskohta siirtyi 30 vuoden aikana 90 metriä aikaisemmaksi. Muuten ajolinjat olivat pysyneet lähes samoina. Karttaan merkityt viralliset ajosuunnat perustuivat 1930-luvun tavan mukaan ohjailuun sektoriloiston valkoiselta sektorilta toiselle. Kuvan 22 esimerkissä käännös aloitettiin peräsinkulmalla 20° vasemmalle, kun suuntima Enskärin majakkaan oli 250° . Käännöksen puolivälissä ruori palautettiin keskelle. Käännös on jyrkkä ja lopussa vastaruoria jouduttiin ottamaan jopa 30° .



Kuva 22. Peräsinkulmaan perustuva käännös suunnalta 305° suunnalle 244° komennolla 20° vasemmalle' pisteessä WOP (Wheel Over Point).

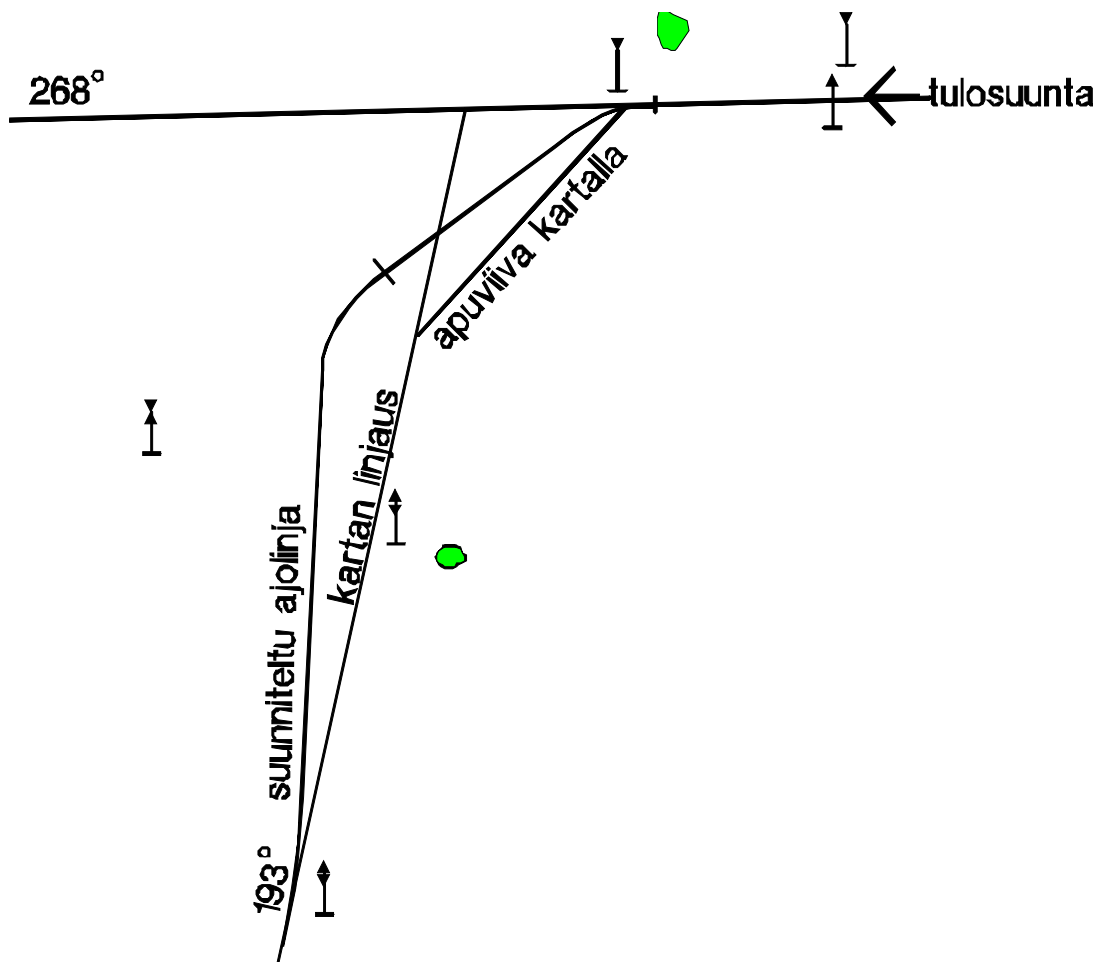
Ennen peräsinkulmakomennolla tapahtuvaa käännöstä oli tarkistettava että;

- Lähtösuunta on suunnitelman mukainen (305°)
- Käännösmerkkiä osoittava suuntima on suunnitelman mukainen (250°)
- Ruorimiehelle on sanottava aloitusruorikulma 20° vasemmalle

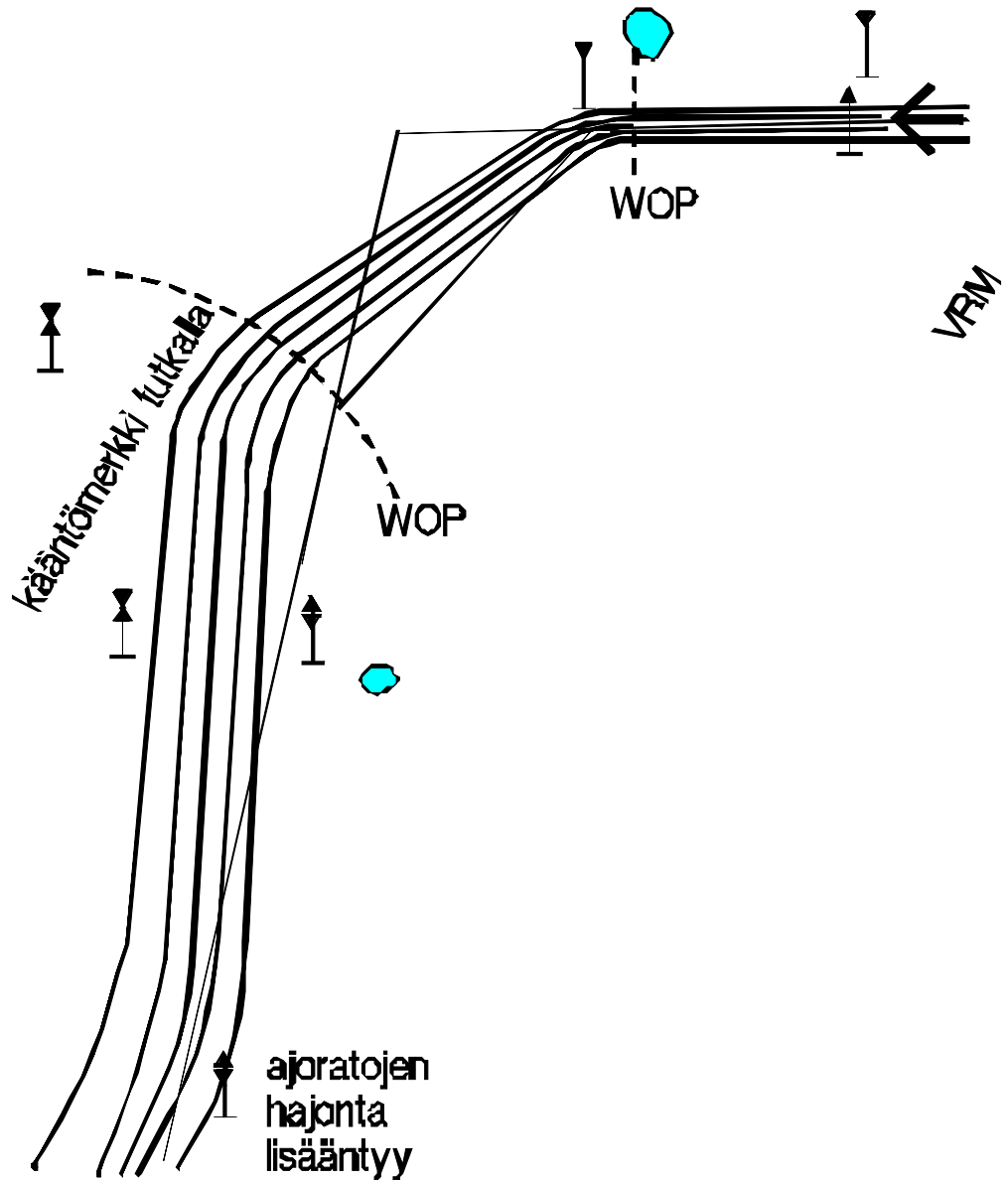


Kuva 23. Kuva A esittää perinteistä käännöstä tutkanavigointiin sovellettuna. Kuva B esittää menetelmää, jonka avulla ennen käännöstä syntynyt sivuttaispoikkeama korjautuu. Mittaamisessa tarvitaan tutkan siirrettävää EBL suuntimaa ja siirrettävää VRM etäisyysrengasta.

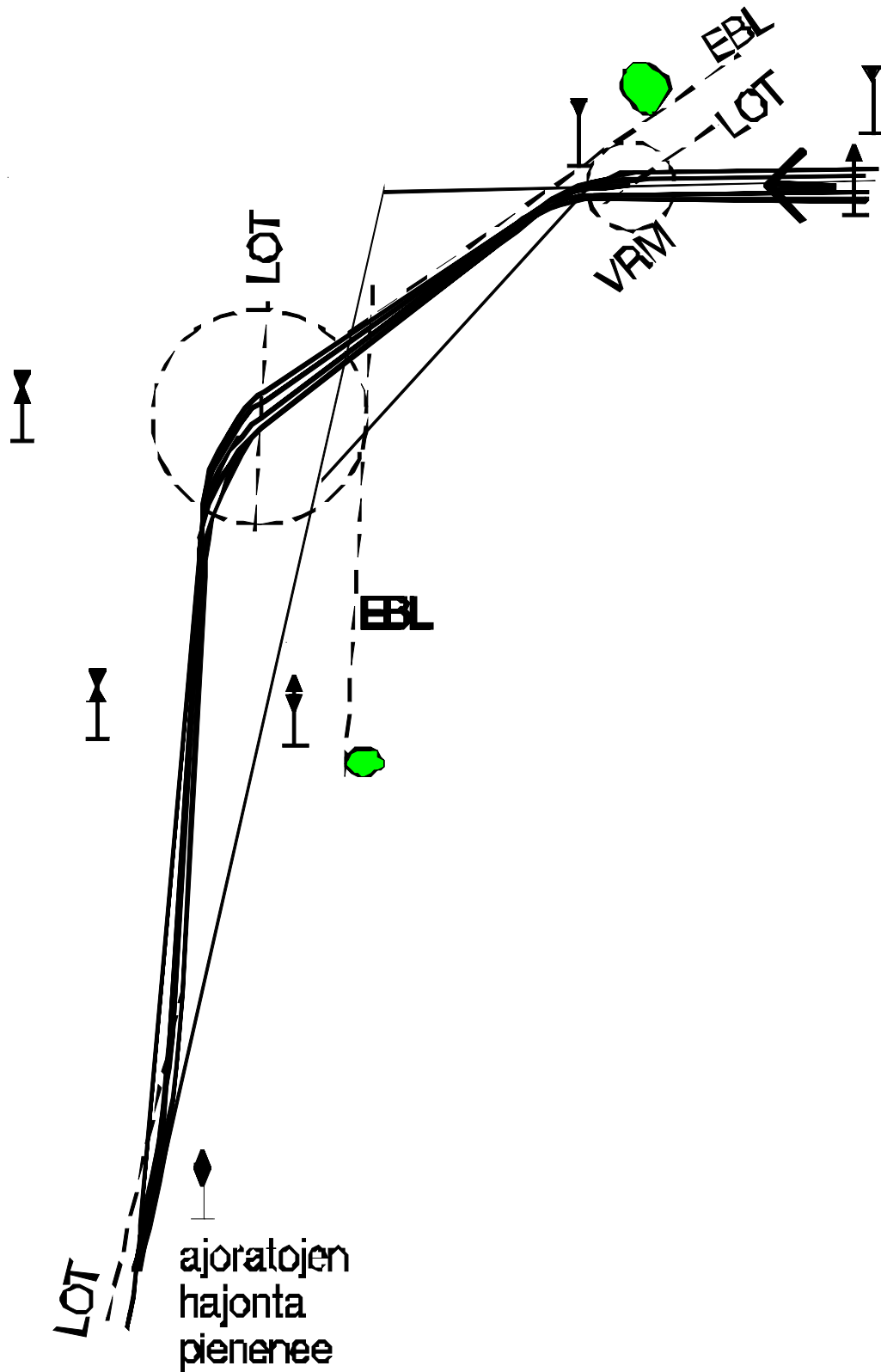
Käännöksen aloituskohta oli perinteisesti määritetty sijoittajalla, joka oli koh-tisuorassa ajorataa vasten. Tutkanavigoinnin alkuaikana tähän määritystapaan ei tullut muutoksia (kuva 23 A), vaan käännöksen aloituspaikka määritettiin etäi-syysrenkaan avulla. Siirrettävä suuntimaviiva yhdessä etäisyysrenkaan kanssa (23 B) tekee mahdolliseksi käännöspaikan määrittämisen oikealle etäisyydelle uuden suunnan suhteen. Ennen käännöksen alkua syntynyt sivuttainen poik-keama korjautuu näin automaattisesti.



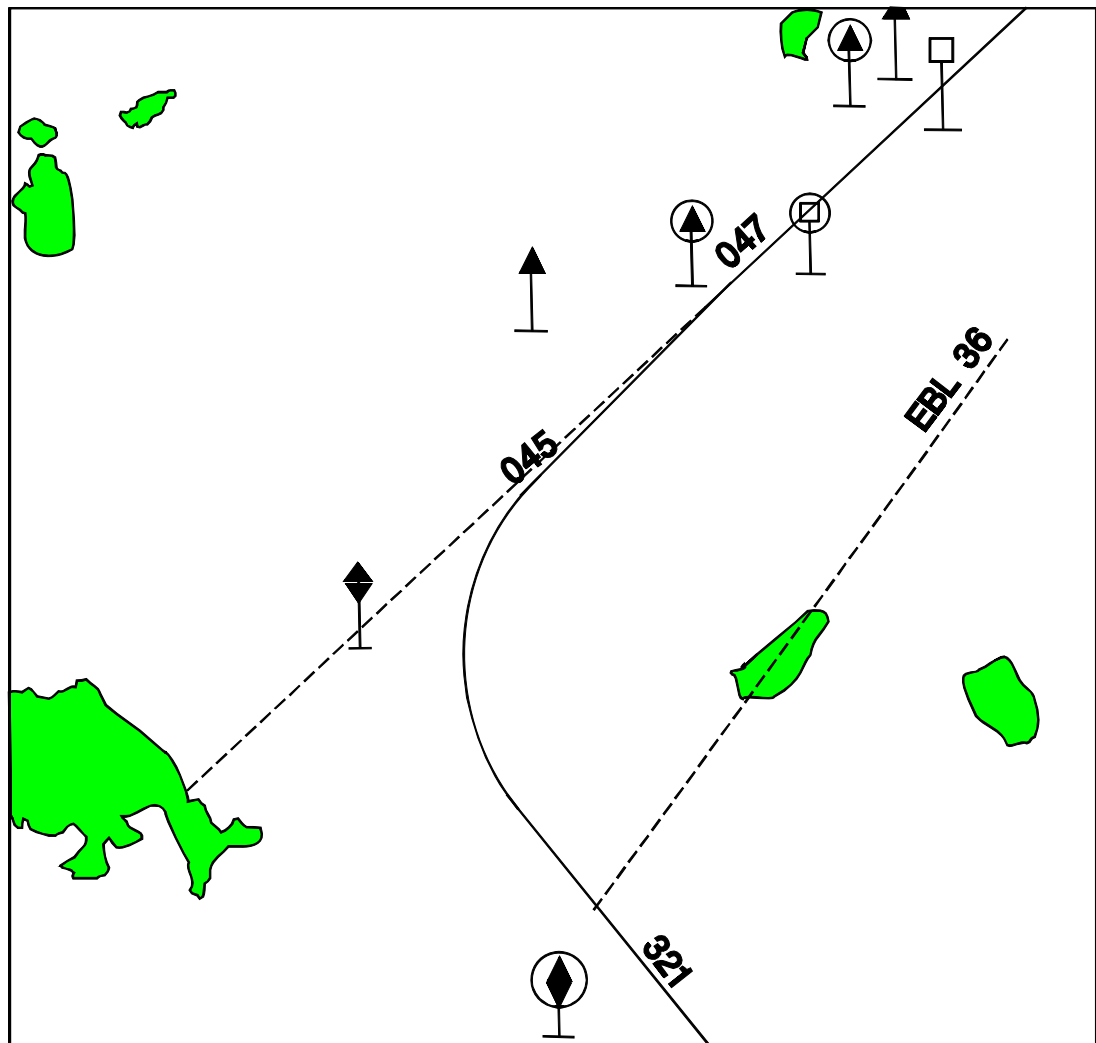
Kuva 24. Suuri suunnanmuutos on jaettu kartalla yleensä kahteen osaan. Luotsaussuunnitelma eroaa hieman kartan linjauksesta, jotta ajolinjat sijoittuvat kauemmaksi merimerkeistä.



Kuva 25. Kun käännoispisteet valitaan siten, että sijoittaja on kohtisuoraan sivulla, hajoavat ajoradat käännoksen jälkeen (WOP = Wheel Over Point). Ensimmäisessä käännoksessä kääntömerkki on suoraan sivulla ja toisessa on otettu tutkaetäisyys suoraan eteenpäin. Jokainen käänno lisä poikkeamaa reittiviivasta.

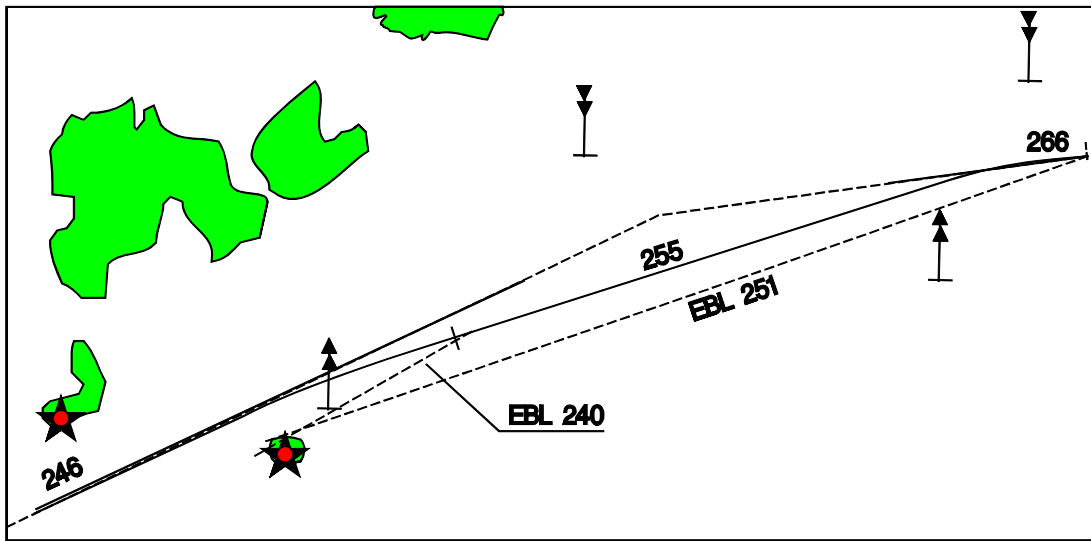


Kuva 26. Ajoratojen hajonta pienenee kun käännösmerkki LOT (Line Of Turn) on uuden käännöksen jälkeisen suunnan mukainen.



Kuva 27. Tarkkuutta vaativissa suunnanmuutoksissa uusi suunta voidaan jättää varmuuden vuoksi hieman vajaaksi, jotta käänös ei menisi pitkäksi. Esimerkki on Hangon edustalta.

Mikäli käänös alkaa liian myöhään, virheen korjaaminen voi olla vaikeaa. Siksi tarkkuutta vaativat käänökset suunnitellaan aloitettavaksi hieman aikaisemmin, jolloin korjaus on helppo tehdä käänöksen lopussa. Käänös pysäytetään hetkeksi 2°-10° ennen lopullista suuntaa. Kun turvallinen suunta on varmistettu, käännetään lopulliselle ajolinjalle.

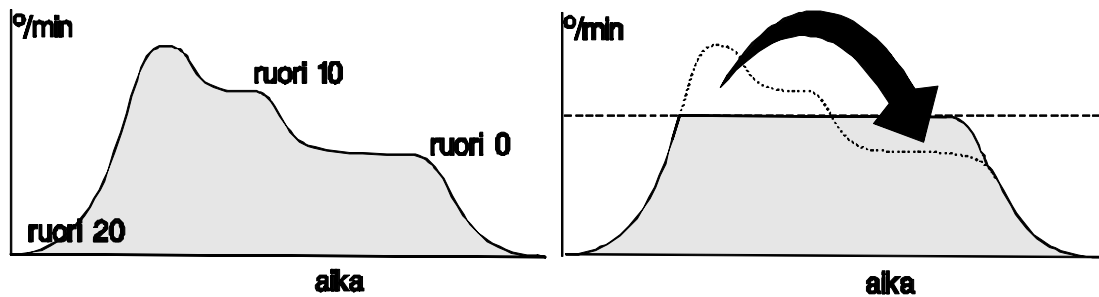


Kuva 28. Kartan käänнос on yhtenäinen, mutta käytännössä käänнос kapeikkoon tehdään kahtena erillisenä suunnanmuutoksena, jotta viimeinen korjaus olisi mahdollisimman tarkka.

Nykytekniikalla aluksen liiketila kaarteissa voitaisiin hallita tarkasti kulmanopeushyrrän avulla. Ne ovat kuitenkin kauppa-aluksilla harvinaisia. Kulmanopeushyrrä vaaditaan vain yli 50.000 tonnin aluksilta¹²⁴ ja sekin on tarkoitettu automaattiohjauslaitteen tueksi tahattoman mutkailun poistamiseksi suoralla suunnalla. Luotsaustyön suorittamista varten kulmanopeushyrrää ei vaadita. Se on kuitenkin tärkeä instrumentti, jonka avulla käännökset voitaisiin toteuttaa turvallisesti väyläsuunnittelun edellyttämällä tavalla. Nykyiset IMO:n vaatimukset alusten pakollisista varusteista eivät vastaa väyläsuunnittelun periaatteita.

Jos merenkulkija on epävarma aluksen liiketilasta käännöksen aikana, hän pyrkii mahdollisimman nopeasti uudelle kurssille. Tämä johtaa usein suuriin peräsinkulmakomentoihin ja suunniteltua jyrkempiin käännöksiin. Sata metriä pitkällä aluksella (MS NORDIA) 20° peräsinkulma nosti reittiajossa kulmanopeuden 80 asteeseen minuutissa. Tällöin alus kallistui epämiellyttävästi. Jos alus kallistuu liikaa, peräsinkulmaa täytyy pienentää. Lopputuloksena kulmanopeus vaihtelee käännöksen aikana, aluksen kallistelu vaihtelee ja kaarteiden liikeradasta tulee epätasainen. Kuvassa 29 on esitetty esimerkkikäännöksen aikahistoria. Vasemmanpuoleinen käyrä esittää käännöksen toteutunutta kulmanopeutta, kun käänнос suoritetaan ruorikomentojen avulla. Kääntymisnopeuden vaihtelut tekevät käännöksestä epätarkan. Kulmanopeus- tai kaarresädeautomaattiohjausta käyttämällä tai käsiohjauksessa kulmanopeusindikaattoria seuraamalla kaarregeometria tasoittuu. Jos kulmanopeuskäyrän huippua leikataan ja se siirretään käännöksen loppuun (kuva 29) kulmanopeudenaikahistoriakäyrän ja akselin väliin jäävä pinta-ala pysyy samana, joten käännöksen aloitus- ja lopetuskohdat eivät muutu.

¹²⁴ SOLAS amendment 2000, Chapter V, Safety of Navigation, Regulation 19, Gyro-compass paragraph.2.5. Rate-Of-Turn Indicator paragraph 2.9.



Kuva 29. Pelkillä peräsinkulmakomennoilla käännöksestä tulee helposti jyrkkä. Kulmanopeuskomento leikkaa käännöksestä huipun ja siirtää leikatun alan käännöksen loppuun. Kokonaissuunnanmuutos on kulmanopeuden integraali ajan suhteen, kuvassa käyrän ja x-akselin väliin jäävä pinta-ala kuvaa suunnan muutosta.

Kaarresäde R metreinä voidaan laskea kaavalla;

$$R = \frac{V}{\omega}, \text{ missä}$$

V = nopeus

ω = kulmanopeus

Tässä kaavassa kulmanopeuden yksikkö on SI-yksiköiden mukaisesti radiaani/sekunti ja nopeuden m/s.

Koska radiaani on asteina:

$$\varphi(\text{rad}) = \frac{\alpha(\text{asteet}) \times 2\pi}{360}$$

On kulmanopeus ω radiaania/sekunnissa:

$$\omega(1/\text{rad}) = \frac{\alpha \times 2\pi}{\text{min} \times 360} = \frac{\omega_0 \times 2\pi}{60 \times 360} (\text{ast} / \text{min})$$

,jossa mittariarvo ω_0 on astetta/minuutissa. Tällöin;

$$R(\text{mpk}) = \frac{v}{\omega} = \frac{v_0 \times \frac{1}{3600\text{s}}}{\omega_0 \times \frac{2\pi}{360 \times 60} (1/h)} = \frac{3 \times v_0}{\pi \times \omega_0} (\text{mpk})$$

$$R \approx 0,955 \frac{v_0}{\omega_0} (\text{mpk})$$

$$R \approx \frac{v_0}{\omega_0} (\text{mpk});$$

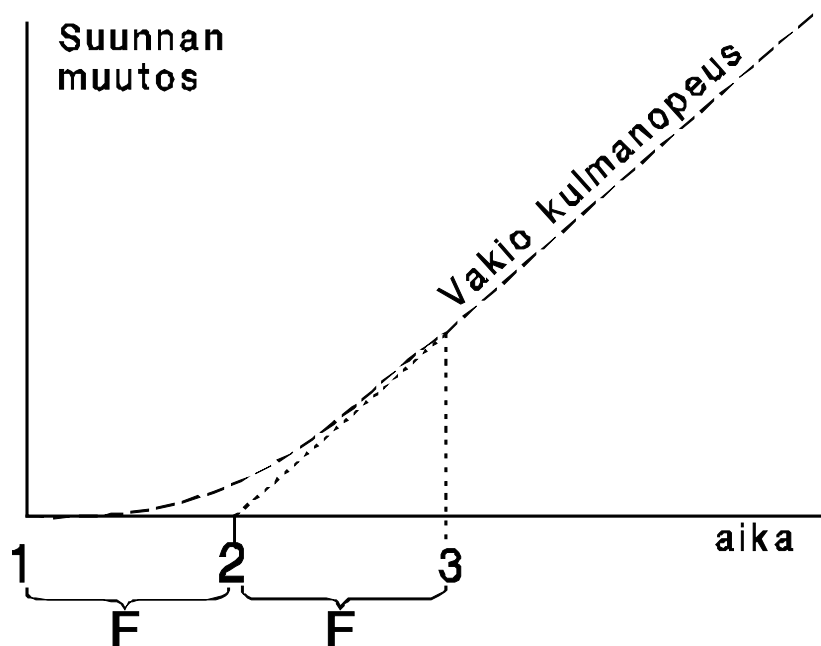
v_0 = nopeus solmuissa (mpk/h) lokista,

ω_0 = kulmanopeus (astetta/minuutissa) mittarista,

R = kaarresäde maileissa (mpk). Tämä likiarvo on riittävä käytännön ohjailussa.

Käännöksen suunnittelu aloitetaan päättämällä ensimmäiseksi aluksen kulkunopeus käännöksessä ottamalla huomioon squat. Tämän jälkeen mitataan kartalta sopiva kaarresäde. Nämä arvot määräävät käännöksessä noudatettavan kulmanopeuden. Esimerkiksi kuvassa 20 sopiva nopeus on 15 solmua ja kaarresäde 0,7' (mpk). Kulmanopeus on silloin $15/0,7 = 22^\circ/\text{min}$.

Käännöksen alussa, kun peräsin poikkeutetaan, alus liikkuu hetken aikaa käytännössä suoraan. Tämän jälkeen käännös tiukkenee ja aluksen liikerata vakiintuu tasaiselle ympyrän kaarelle. Suurten suunnanmuutosten aloitus suunnitelmaan yleensä 15° - 20° peräsinkulmille.



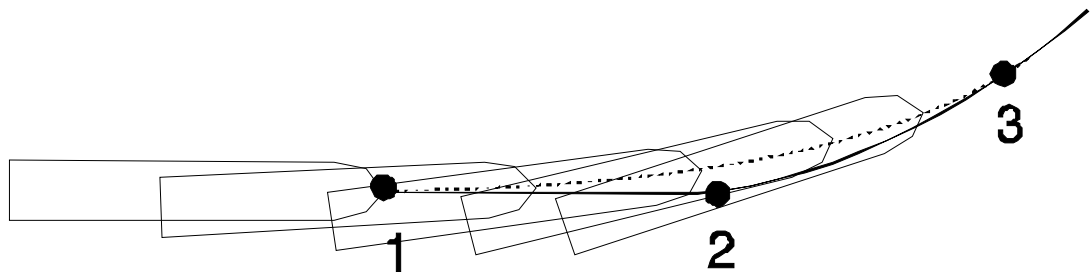
Esimerkki 200 m pitkän autolautan F arvoja

Kaarresäde R mpk	käännöksen suora osuus F kaapelimittaa
2.0'	0.67
1.5'	0.67
1.0'	0.54
0.8'	0.54
0.6'	0.54
0.5'	0.54

Kuva 30. F kuvaa kuviteltua käännöksen suoraa osaa käännöksen alussa heti käännöskomennon jälkeen. $2 \times F$ mitataan sekuntikellolla ja F-etäisyys piirretään kartalle käännöksen alkuun.

Aluksen kulmanopeus vakiintuu peräsinkulmaa vastaavaan arvoon ajan $t = 3$ kulussa (kuva 30). Aikavälin 1-3 voi mitata sekuntikellolla. Kulmanopeuden kiinteää arvoa esittää kuvan katkoviiva. Kun viivaa jatketaan alaspäin, leikkaa se aika-akselin pisteessä 2. Pistettä 2 ei käänöksessä voi havaita. Janat 1-2 ja 2-3 ovat suunnilleen yhtä pitkiä. Tasaisen kaarteeseen alkuun piirretään kartalle jana 1-2 eli F^{125} .

Todellista liikerataa ei kartalle kannata piirtää, koska kaarteeseen säde pienenee pisteeseen 3 saakka. Piste 2 puolittaa etäisyyden 1-3 ja käänöksen alku voidaan kuvata kartalle suorana viivana välillä 1-2. Pisteestä 2 piirretään tasainen käänöksessä noudatettava ympyrän kaari. Aluksen todellinen liike ja kartalle piirretty yksinkertaistettu liikerata eroavat hieman toisistaan. Virhe on yleensä aluksen leveyden sisällä, joten sillä ei ole käytännön merkitystä.

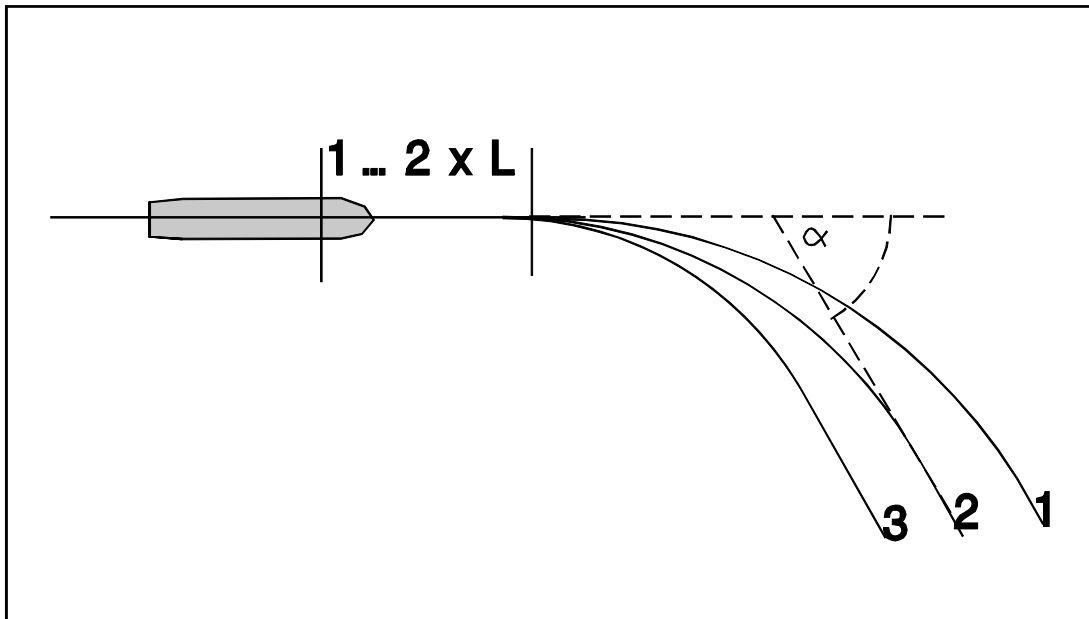


..... Aluksen todellinen liikerata

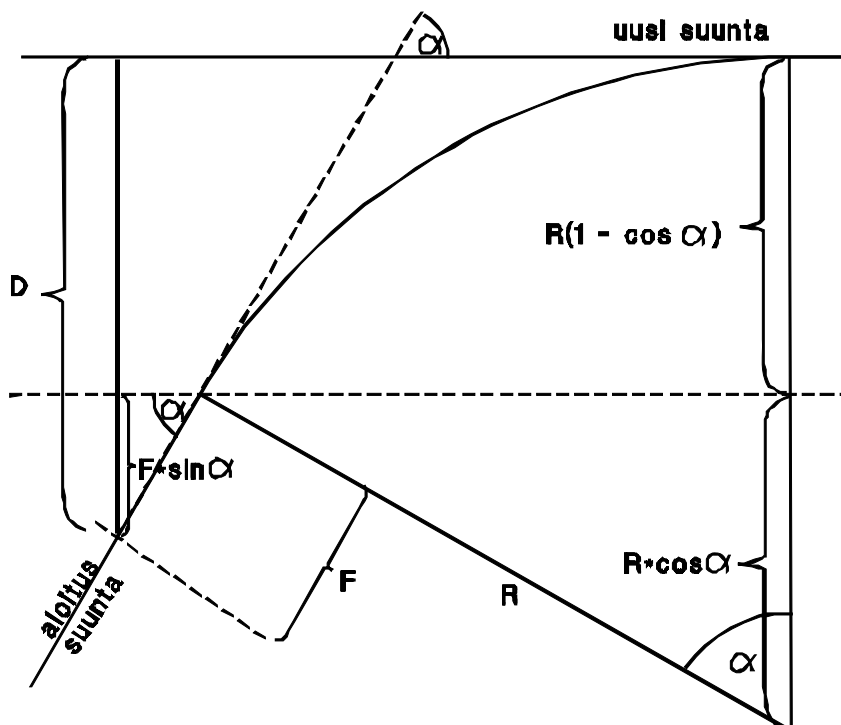
————— Kartalle piirrettävä suunnitelma

Kuva 31. Alus saavuttaa tasaisen kulmanopeuden pisteessä 3, mutta kaarre piirretään kartalle pisteestä 2 alkaen suoran osuuden jälkeen. Alus liikkuu todellisuudessa kuvan katkoviivaa pitkin.

¹²⁵ 'Framfösträcka' ruotsalaisessa oppikirjassa NAVIGATION 3, Navigering med telekniska hjälpmedel, 1984, kohta 39,46.



Kuva 32. Käännöksen aloitus¹²⁶ 1. Pieni ruorikulma eli käännös menee pitkäksi. 2. Sopiva ruorikulma. 3. Ruorikulma on liian suuri ja alus leikkaa sisään. Jälkimmäinen virhe on helpompi korjata.



Kuva 33. Käännöksen suunnittelu.

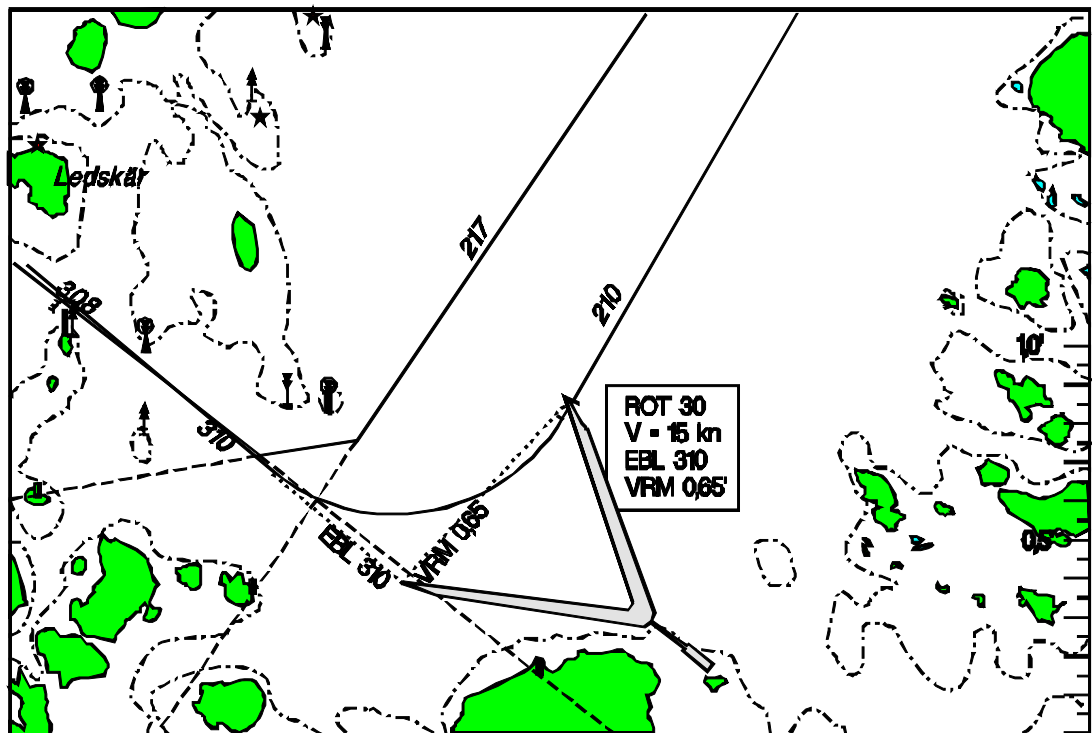
¹²⁶ Laivaväylien suunnitteluohjeet, Merenkululaitos, Helsinki 2001, ISSN 1456-9442. kohta 3.2.

Käännöksen suunnittelussa kartalle piirretään ensin aloituslinja ja linja jolle halutaan kääntyä. Kaarre mitataan kolmioviivoittimen avulla aloitus linjalta uudelle suunnalle. F-etäisyys sijoitetaan tasaisen kaarteet alkuun (kuva 33).

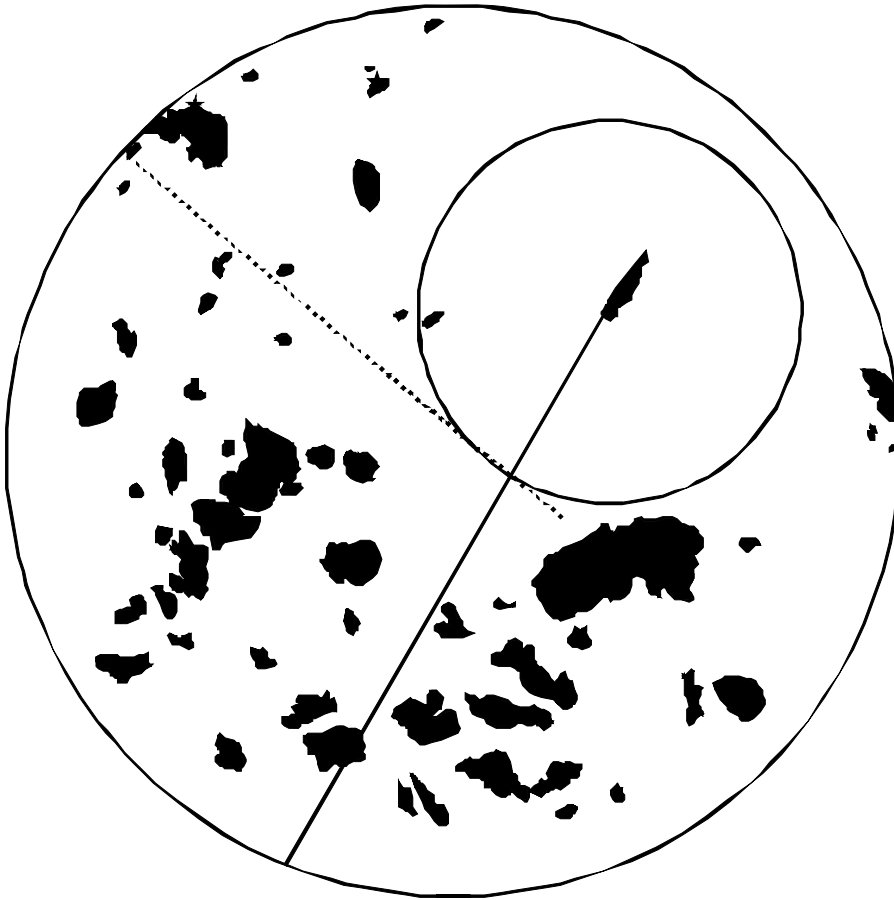
Etäisyys D kuvaa kohtisuoraan etäisyyttä käännöksen aloituspisteestä uudelle linjalle. Se voidaan laskea kaavalla:

$$D = R(1 - \cos \alpha) + (F \times \sin \alpha)$$

Kaarre piirretään merikartalle lähtösuunnan, tulosuunnan sekä arvojen D ja R mukaan.



Kuva 34. Käännöksen suunnittelu merikartalle. Kartalla oleva väylän linjaus ei ota tässä tapauksessa huomioon alusten ohjailuominaisuuksia tai nykyisen väyläsuunnittelun periaatteita. Kartan käännös suunnalta 217° suunnalle 308° on suunniteltava väylälinjauksesta poiketen. Esimerkissä kaarresäde suunnalta 210° suunnalle 310° on 0,5 (mpk)', johon lisätään F-etäisyys 0,15'.



Kuva 35. Tutkan VRM-renkaalle asetetaan etäisyys $D = 0,65'$ (kaarresäde + F-etäisyys). EBL-suuntimaviiva on asetettu uudelle suunnalle 310° . sivuamaan VRM-rengasta. Alus on käännöksen aloituskohdassa kun EBL osoittaa käännöksen jälkeiseen väylätilaan.

Kuva 34 esittää Turku–Nyhamn väylän linjausta Ledsundin luona Ahvenanmaalla. Kartalla väylälinjaus on syvän vesialueen reunassa vaikka vesialue on laaja. Lisäksi karttaan on merkitty apulinja, jota ei voi kuitenkaan käyttää ohjailuun. Käytännössä ajolinjat kannattaa suunnitella siten, että kapeikkoa lähestytään mahdollisimman suoraan. Tässä tapauksessa ajolinja täytyy määritellä väylän vasemmalle eli väärälle puolelle. Tämä tarkoittaa sitä, että tässä väyläkohdassa kahden aluksen kohtaamistilanteen väistäminen täytyy sopia radiopuhelimella.

5.3 Satamaohjailu

Satamaohjailussa tapahtuneet erheet ovat onnettomuustutkintalautakuntien mukaan olleet vaikuttamassa kahdeksassa tapauksessa onnettomuuden syntyyn. Tämä kappale käsittelee tuulen vaikutusta satamaohjailuun.

IMO on asettanut satamaohjailulle korkeat vaatimukset. Päälliköiden ja yliperämiesten on yli 500 tonnin aluksissa hallittava satamaohjailu kaikissa olosuhteissa (in all conditions)¹²⁷. Tämä vaatimus koskee Suomessa myös aluksen miehistöön kuulumattomia luotseja, koska täällä heiltä vaaditaan päällikön pätevyys. Uusimman suomalaisen luotsausohjeen mukaan luotsaus päättyy vasta kun alus on kiinnittynyt laituriin¹²⁸.

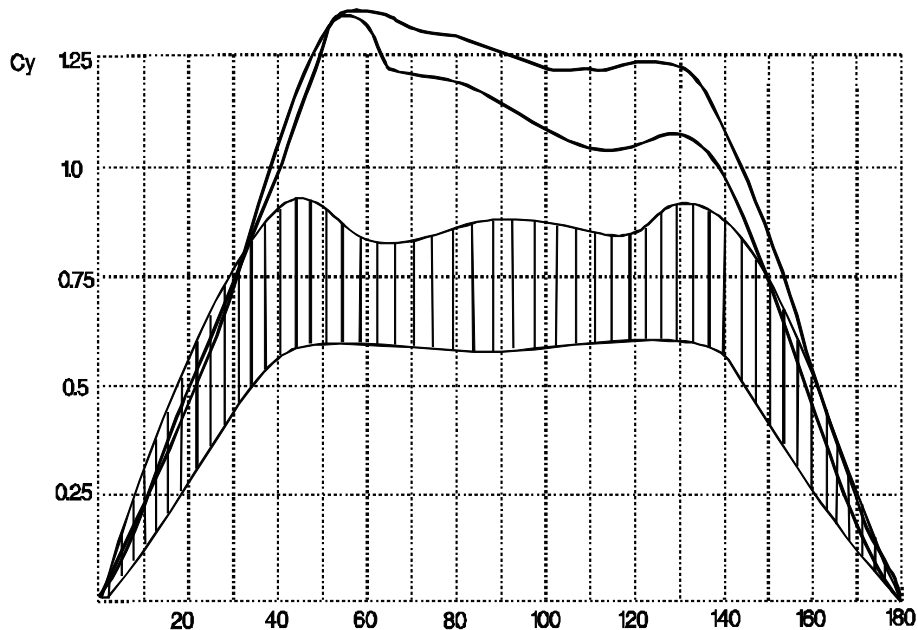
Seuraavassa käydään läpi nykyaikaisen matkustaja- ja ro-ro-aluksen satamaoperointi-esimerkkejä. Koska aluksen käyttäytyminen kovassa tuulella on ohjauslaitteiden ominaisuuksien lisäksi voimakkaasti riippuvainen kansirakenteiden muodosta ja lastitilanteesta, voi optimaalinen ajotapa poiketa huomattavasti seuraavassa esitetystä.

Useat modernit alukset ovat kansirakenteiltaan virtaviivaisia. Tämä heikentää niiden ohjailukykyä kovalla tuulella. Keulapotkureiden tehoa on jouduttu tämän takia nostamaan. Matkustaja-alusten tapauksessa tuulen suhteellisen suunnan ollessa 30°-60° keulasta on sivuvoima suurimmillaan, kun tuuli kiertyy keulan ympäri virtaviivaisen kansirakennelman ohi laivan suojanpuolelle. Alhaisella nopeudella sortokulma muodostuu kovassa tuulella suureksi. Mikäli aluksen hallintalaitteina ovat peräsinten ja potkurilaitteiden erilliset ohjausvivut, ei kaikkia ohjaimia satamaoperoinnissa ehdi käyttämään tehokkaasti. Tästä syystä aluksen kulkunopeutta yleensä nostetaan, jotta rungon sivuvoima korvaisi osan ohjauslaitteilta vaadittavasta voimasta. Jos kahdella peräsimellä varustetun aluksen peräsimiä voidaan ohjata toisistaan riippumatta, molemmat peräsimet käänetään jonkun verran 'sisään' satamaohjailun ajaksi tai käytetään ruorimiestä, jolloin peräsimiä ohjataan synkronoidusti. Alusta ohjataan käyttämällä pääpotkureita ristiin, kuitenkin pitämällä kulkunopeus suurena. Jos tällaisessa tilanteessa ohjailtavuutta yritetään parantaa käyttämällä keulapotkureita, niin suuri nopeus vie niiden tehon. Seurauksena satamaohjailusta tulee vaikeaa ja vauhdin hidastaminen laituria lähestyttäessä voi tapahtua liian myöhään.

Mikäli alus on varustettu joystick-ohjauksella (kohta 6.4.5), on tilanne hallitumpi. Lähestyttäessä satama-aluetta yli 4 solmun nopeudella laitteen kääntökeskiö valitaan keulaan, jolloin joystick painottaa perän ohjailulaitteiden käyttöä. Keulapotkureita ei tarvitse tässä vaiheessa käyttää. Joystick-ohjain asetetaan työntämään hiljaa eteen. Suunnanpito tehdään yksinomaan laitteen momenttisäädöllä, jolloin potkureiden nousut säätyvät itsenäisesti ja toinen peräsin kääntyy sisäänpäin peruuttavan potkurin takana olevan peräsimen pysyessä keskellä. Jos alus on varustettu perän ohjailupotkurilla, toimii se momenttisäädön osoittamaan suuntaan (kuva 59).

¹²⁷ STCW CODE-95, Table A-II/2, page 47. 'Manoeuvre and handle a ship in all conditions.'

¹²⁸ Luotsauslaki (940/2003) ja luotsausasetus (982/2003) eivät mainitse missä luotsaus päättyy. Luotsausohje (MKLn tiedotuslehti 10/2000) kuitenkin määrää, että luotsaus päättyy kun alus on kiinnitetty tai merellepäin ajettaessa luotsipaikalla

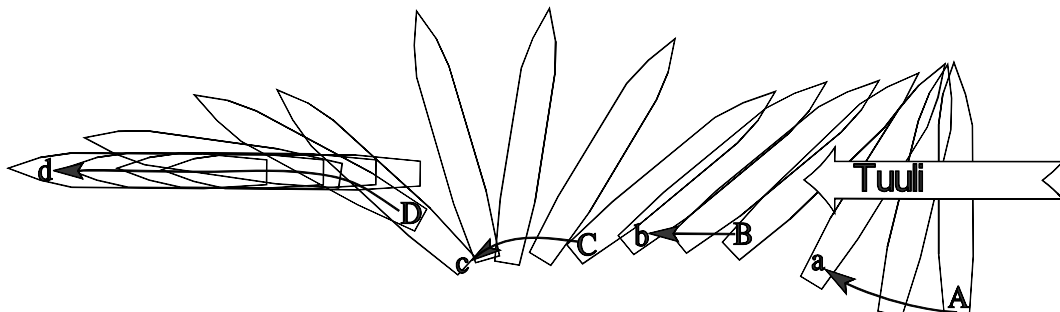


Tummennettu alue kuvaa autolauttoja ja risteilyalukssia (Martin 1980).

— Kaksi modernia autolauttaa (1990 and 1993)

Kuva 36. Tuulen kansirakenteisiin synnyttämä sivuvoima (C_y) tuulen suhteellisen suunnan mukaan¹²⁹.

Matkustaja-alusten tapauksessa tuulen suhteellisen suunnan ollessa 30° – 60° keulasta on sivuvoima suurimmillaan. Tuuli kiertyy keulan ympäri virtaviivaisen kansirakennelman ohi laivan suojanpuolelle. Aluksen keulan puolelle syntyy nostetta, joka sortaa alusta ja usein myös jarruttaa kääntymistä ja saattaa pysäyttää sen kokonaan. Aluksen perä voidaan pääpotkureiden avulla tuotetun suuren ohjailuvoiman ansiosta lähes aina kääntää tuuleen. Keulan kääntäminen tuulen on tarkkaan laskettava eri tuuliolosuhteissa, jotta manööveri tositilanteessa varmasti onnistuu.

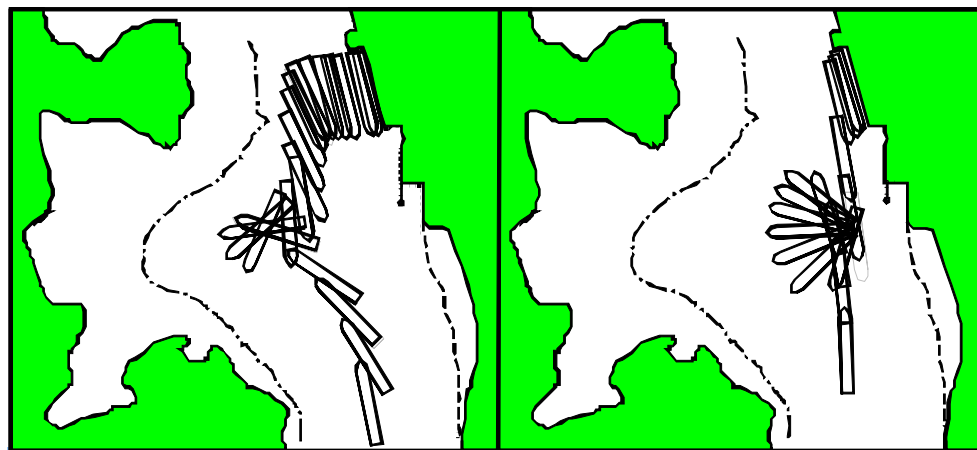


Kuva 37 Yritys kääntää keula tuuleen, kun tuulivoimat ylittävät aluksen käytävissä olevat ohjailuvoimat.

¹²⁹ L.L. Martin, Ship Manoeuvring in Wind, Annual Meeting, WTC, NY, Nov, 1980. SNAME Trans, Vol. 88,

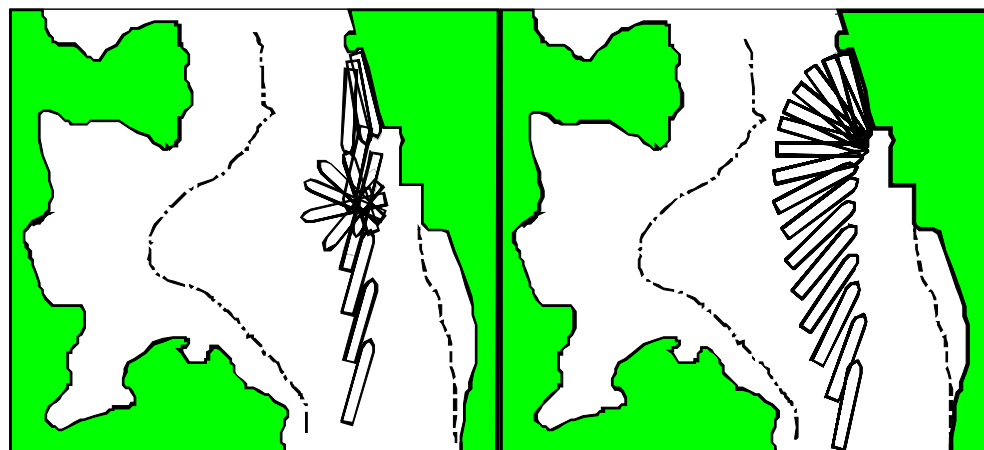
Kuvassa 37 alus yritetään kääntää keula kohti tuulta. Välillä A - a laivaa yritetään kääntää ajamalla keulapotkureilla oikealle ja peräpotkureilla vasemmalle. Tässä esimerkissä aluksen kääntyminen pysähtyy, kun suhteellisen tuulen suunta on yli 30° keulasta. Välillä B - b alus sortuu tuulen mukana kääntymättä. Alussymbolien C - c välillä keulapotkureita ajetaan vasemmalle ja peräpotkureilla yritetään pysäyttää perän sortuminen. Perä voidaan kääntää helpommin kohti tuulta. Alussymbolien D - d välillä alus käännetään tuulen suunnalle, pysäytetään ja peruutetaan tuulta päin.

Kuvissa 38 ja 39 esitetään muutamia ajolinjoja ahtaassa satamassa eri tuulen suunnilla ottaen huomioon tuulen vaikutus ja käytettävissä olevat ohjailuvoimat.



Luoteistuuli (North West)

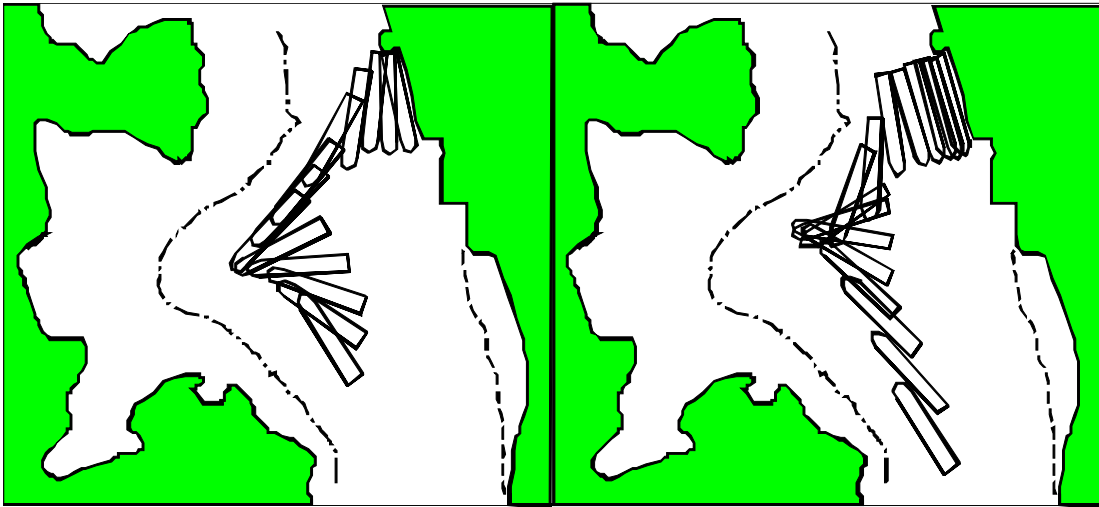
Pohjoistuuli (North)



Koillistuuli (NE)

Kaakkoistuuli (SE)

Kuva 38. Alus lähestyy satamaa etelästä. Luoteistuuli on yllä olevista tuulista vaativin.



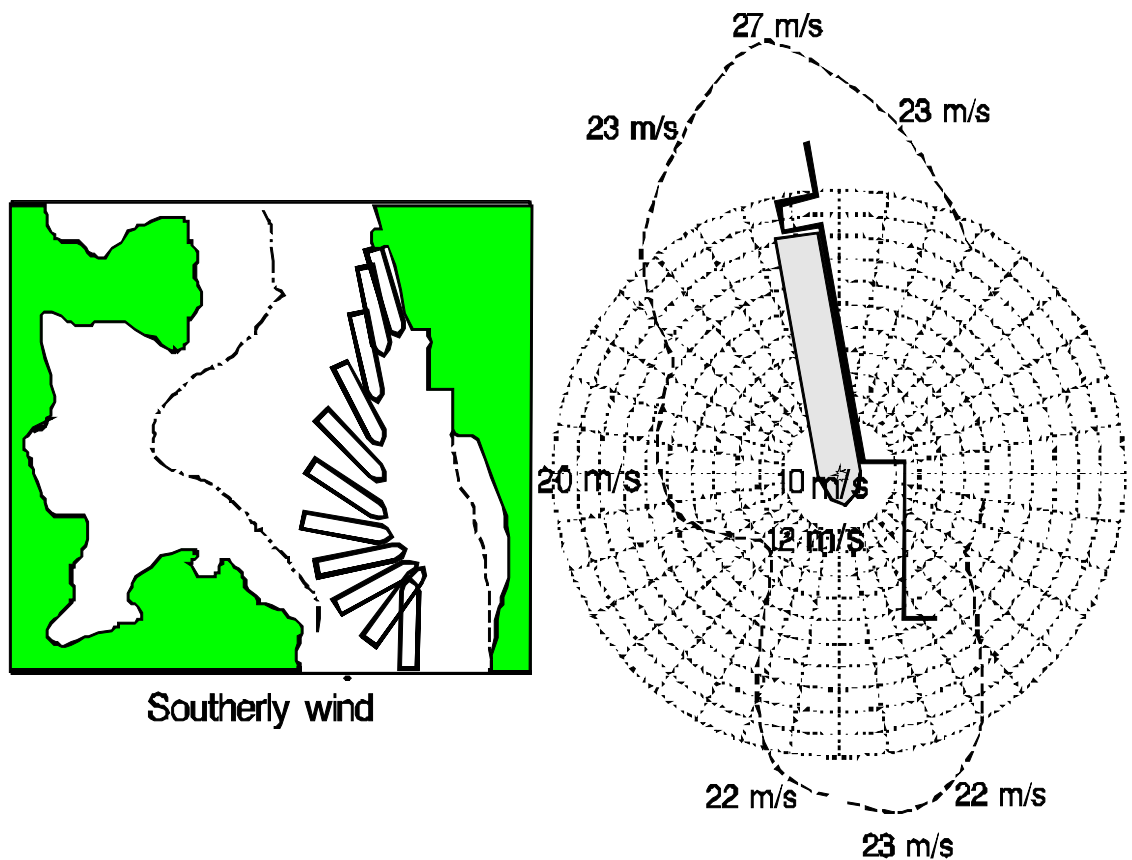
Luounaistuuli (SW)

Länsituuli (W)

Kuva 39. Alus lähestyy satamaa etelästä. Lounais- ja länsituli ovat yllä ovista tuulista vaativimmat.

Kuvan 38 ensimmäisessä ruudussa (luoteistuulen ajolinja) on aluksen perä pyritty pitämään mahdollisimman pitkään tuulta kohti. Laituria on lähestytty hitaasti kylki edellä. Työntölaitteiden kehittämän poikittaisvoiman on oltava tuulen voimaa suurempi, sillä muuten aluksen sortumista sivuttaisiin ei voi pysäyttää. Aluksen sivuttaisen nopeuden on oltava riittävän alhainen ja mitä suurempi alus on, sitä hiljaisemmalla nopeudella laituria täytyy lähestyä. Pohjois- ja koillistuulilla ei esimerkkitatamassa ole mainittavia ohjailuvaikeuksia.

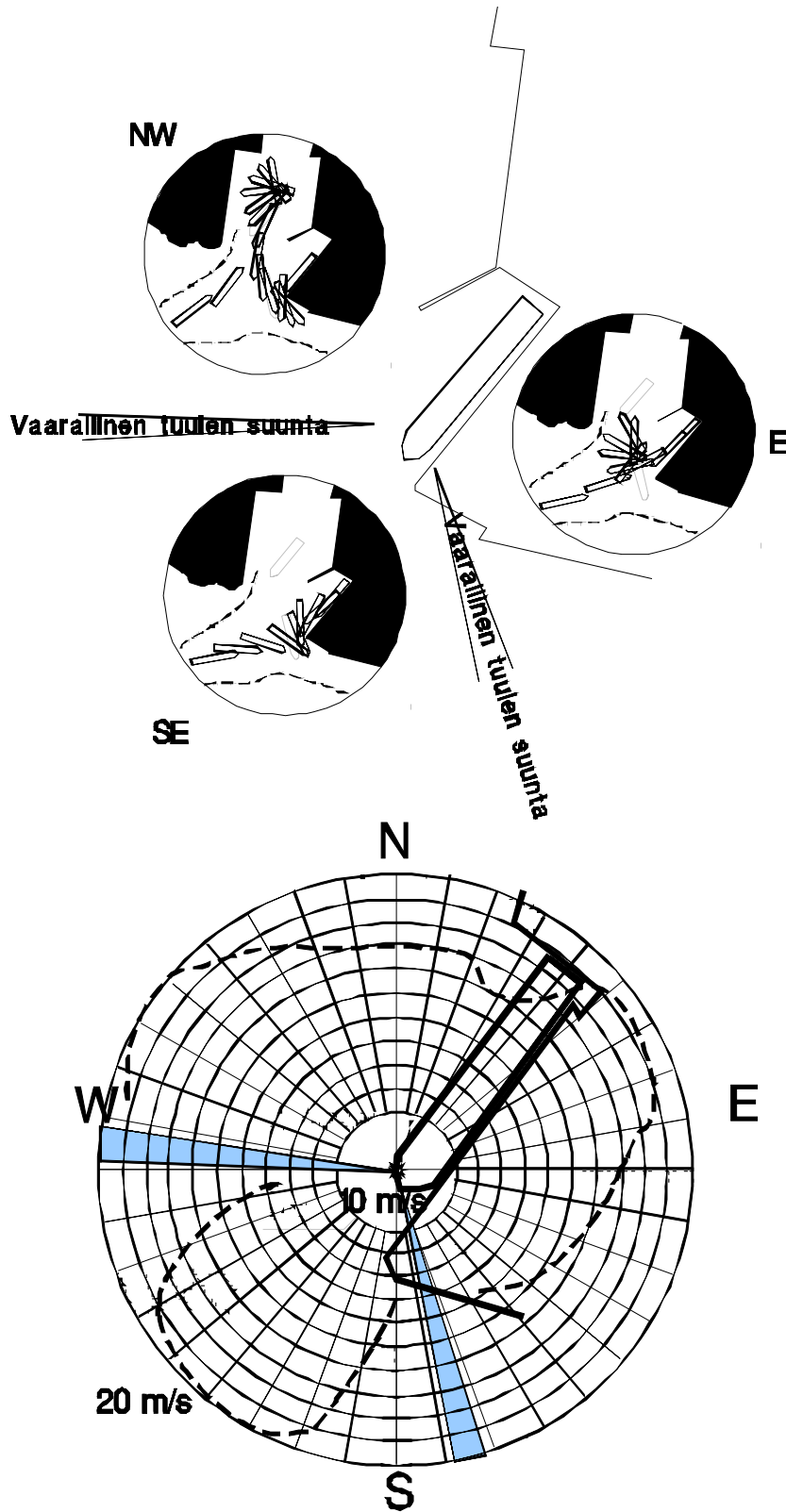
Lounaistuulella tuuli osuu keulaan epäedullisesta suunnasta samalla hetkellä, kun alus käännetään laiturin suuntaiseksi. Tuuli kiertyy rungon taakse ja aiheuttaa voimakkaan nosteen (kuva 39). Tässä tilanteessa operoinnin teknistä tuulirajaa ei saa ylittää.



Kuva 40. Etelätuuli ja laskettu tuulirajakäyrä.

Etelätuulella käänнос aloitetaan ajoissa, jotta ehditään varmistua siitä, että alus jaksaa kääntyä.

Kuva 40 esittää modernin matkustaja-aluksen tuulirajakäyrää esimerkialuksemme satamassa. Kuvasta on nähtävissä, että tuuliraja on alhaisin lounaistuulella, jolloin alus kestää vain 12 m/s tuulta. Rajakäyrä kuvaa tuulen nopeutta kymmenen metrin korkeudessa, joka on säätiedotuksissa käytetty mittauskorkeus.



Kuva 41. Esimerkki ahtaasta satamasta.

Ahdaskin satama voi antaa mahdollisuuden vaihtoehtoisin ajolinjoihin eri olosuhteissa. Kuvan 41 esimerkissä edullisin tuulen suunta on itä. Lounastuulella (SW) alus voidaan kääntää nojaamalla laiturin kulman varassa. Luoteistuulella (NW) alus käännetään laiturin pohjoispuolella, ajetaan sen jälkeen laiturin kummalle ja käännetään kulman varassa laiturin suuntaiseksi.

5.4 Aluksen käsittelysimulaattoreista

Aluksen käsittely- eli ohjailusimulaattoreiden kehitystyö alkoi jo 1960-luvulla, mutta merenkulkijoiden tietoisuuteen simulaattoritekniikan hyödyntäminen tuli vasta 1970-luvun puolella. Hollannissa oli tuolloin kolme tunnettua simulaattoria. TNO:n simulaattori oli toiminnassa Delftissä jo vuonna 1970 ja Shosterbergissä¹³⁰ vuonna 1971. Tutkimuslaitos NSMBllä¹³¹ oli ohjailusimulaattori Wageningenissä vuonna 1971. Ruotsissa SSPAn ohjailusimulaattori valmistui vuonna 1974. USAn merenkulkulaitoksen ja kauppaministeriön simulaattori¹³² aloitti toimintansa 1976. Se oli teknisesti aikansa kehittynein ohjailusimulaattori.

Suomen ensimmäinen koulutussimulaattori¹³³ aloitti toimintansa vuonna 1985, joten Suomi ei ollut paljoakaan suuria merenkulkumaita jäljessä.

Simulaattorikoulutuksen luonnetta kuvaa hyvin esimerkki siitä, miten ruotsalainen tankkialusyhtiö suhtautui simulaattoreihin. He lähettivät 70-luvulla päällystää Hollantiin koulutettaviksi teknisesti rajoittuneimpaan hollantilaiseen simulaattoriin. Kun varustamolta kysyttiin, mistä valinta johtui, he vastasivat, että kyseisessä simulaattorissa oli parhaimmat kouluttajat. Vastaus kuvaa hyvin koulutushenkilöstön merkitystä. Jos simulaattoriharjoitteluun suhtaudutaan kuin videopelamiseen, niin tavoite epäonnistuu. Teknisesti rajoittunut simulaattori voi olla tehokas, jos sitä osataan käyttää oikein.

Nykyaikainen tietotekniikka antaa hyvät mahdollisuudet kaikenlaanaisen aluksen käsittelyn harjoitteluun. Ohjailusimulointeja voidaan teknisesti toteuttaa monella eri tasolla ja näin toimien päästään hyvään ja kustannustehokkaaseen lopputulokseen. Esimerkiksi turvallisen operoinnin tuuli- ja muita olosuhderajoja voidaan tutkia periaatteessa neljällä eri tasolla;

- kokemuseräisesti
- voimatasapainolaskelmin
- työasemasimuloinnein
- ohjailusimulaattorilla

¹³⁰ TNO, Instituut voor Zintuigfysiologie, Holland

¹³¹ NSMB, Netherlands Ship Model Basin, P.O. Box 28, Wageningen. The Netherlands.

¹³² Computer Aided Operations Research facility (CAORF), U.S. Department of Commerce, Maritime Administration. Kings Point, New York. U.S.A.

¹³³ Rauman merenkulkuopisto. Simulaattori oli VTT:n tiloissa Otaniemessä Espoossa.

Kokemukseen liittyvässä selvityksessä ei simulaatiotekniikkaa välttämättä lainkaan tarvita. Kokemuseräisen selvityksen etuna on miehistön, aluksen ja ympäristöolosuhteiden muodostaman kokonaisuuden huomiointi. Tämä selvitys olisi aina hyödyllistä tehdä. Varjopuolina on tietty subjektiivisuus ja ääriolosuhteiden alhainen esiintymistiheys, jolloin kokemuspohja voi jäädä ohueksi.

Voimatasapainolaskelmat selvittävät nopeasti turvallisen operointirajan suuruusluokan. Nämä laskelmat eivät vaadi varsinaista simulaatiojärjestelmää eivätkä ne ota huomioon ohjailutilanteen dynamiikkaa tai miehistön ohjailutoimia. Tämä voi johtaa tarkasteltavasta tilanteesta riippuen joko yli- tai aliarviointiin operointirajoissa.

Työasemasimuloinnilla tarkoitetaan aluksen dynaamista liiketilan laskentaa digitaalisella karttapohjalla. Karttana voidaan käyttää myös tutkan näyttöä varten muodostettua symbolikarttaa (user chart). Tällä simulointimenetelmällä on mahdollista, miehistön reagointia lukuun ottamatta, ottaa laskennallisesti huomioon kaikki ohjailuun vaikuttavat ilmiöt. Tuulirajoja määritettäessä työ tavallisesti aloitetaan työasemasimulaattorilla ja miehistön jatkokoulutus suoritetaan ohjailusimulaattorissa.

Miehistöä voidaan aluksi tutustuttaa sekä yleisemmällä tasolla tietyn alustyyppin että yksilöidymmin oman aluksen ohjailukäyttäytymiseen työasemasimulaattoria hyväksikäyttäen.

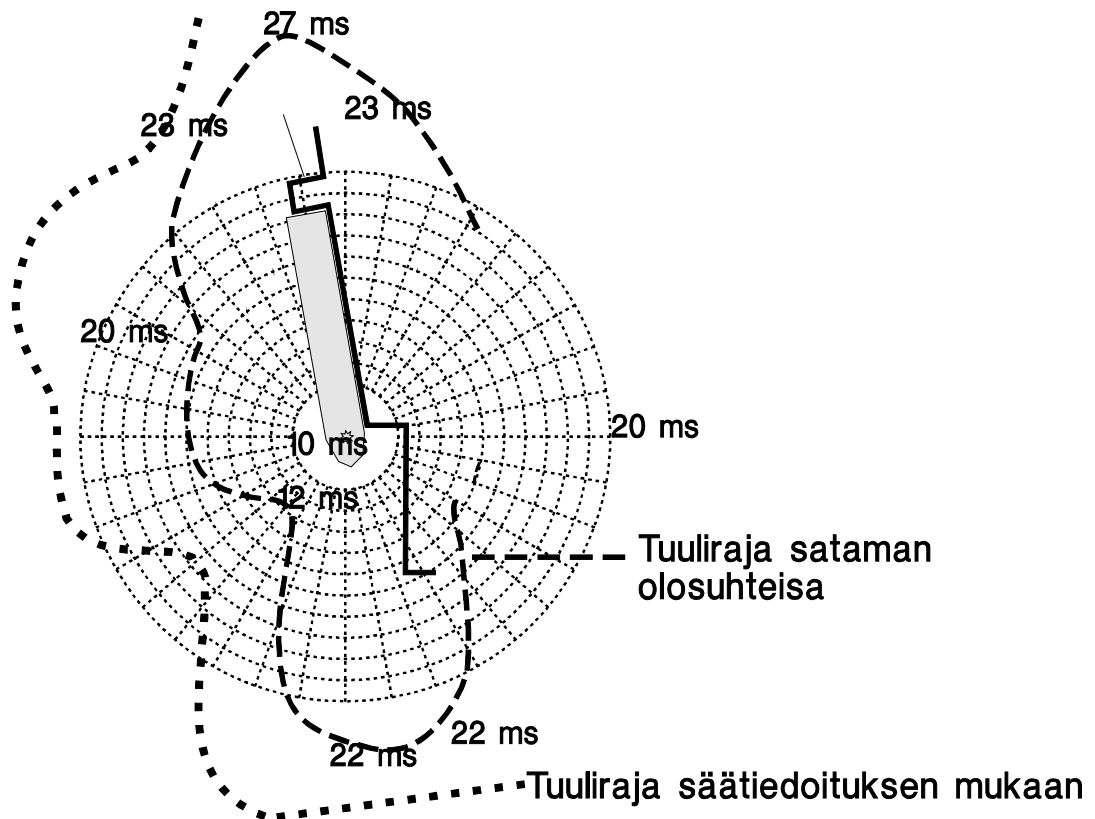
Teknisesti edistyksellisten kontrollijärjestelmien kehitys asettaa koulutukselle erityisvaatimuksia ja simulaatiotekniikan käyttö on perusteltua. Uudet navigointi- ja ohjailulaitteet kuten joystick, dynamic positioning ja atsimuuttipotkurijärjestelmät vaativat käyttäjiltään simulaattorikoulutuksen läpikäyntiä. Simulaattorin avulla voidaan ongelmat selvittää nopeammin ja havainnollisemmin kuin teoriaopetuksessa.

Laitekoulutuksen tehoa voidaan simulaattorissa kasvattaa vähentämällä visuaalijärjestelmän antamaa informaatiota. Kun näkyvyyttä virtuaalisessa maisemassa vähennetään tai maisema poistetaan kokonaan, on ohjailupäätökset tehtävä teknisten laitteiden antaman informaation perusteella.

Varustamot kouluttavat merenkulkijoitaan ISM-koodin mukaisesti hätätilanteiden hallintaan. Varustamot laativat tavallisesti koulutusohjelmat itse ja koulutus perustuu koettujen vaaratilanteiden rekonstruointiin.

Ohjailusimulointien avulla voidaan saada järjestelmällisesti tietoa ääriolosuhteista, kun vain koejärjestelyt tehdään siten, että tutkimukseen osallistuvien merenkulkijoiden tuloksiin vaikuttava oppimisprosessi voidaan tutkimuksen aikana eritellä.

Simulointiharjoittelun dokumentointiin ja tulosten analysointiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Ennen harjoittelusuoritusta tapahtuvan tutustumistilaisuuden (briefing) lisäksi on tärkeää heti harjoituksen jälkeen käydä läpi toteutunut ajosuorite jälkipuinnissa (debriefing). Ajosuoritteet on hyvä dokumentoida karttakuvina sekä numeerisina listauksina. Operoinnin tuulirajat kuvataan yleensä myös polaaridiagrammeina, jossa on esitetty tosiuuden maksimiarvo eri tosiuuden suunnille ja eri väylän osille. Kokemus on osoittanut, että alusten päällystöt kokevat simulaatioajojen dokumentaation hyödyllisemmäksi kuin ohjailukoetulos- teet, joiden esittämiä tuloksia on vaikeampi soveltaa käytännön operointiin.



Kuva 42. Laskennallinen tuuliraja ilman maastovaikutusta sekä maastomallin avulla korjattuna. Käyrien väli kuvaa maaston antamaa suojaa.

Kuvassa 42 on esitetty simulointien avulla laskettu tuulen rajakäyrä, joka esittää tutkittavalle alukselle määritettyä tuulen nopeuden ylärajaa 10 metrin korkeudessa sataman alueella. Aluksen operoinnissa suunnitelma satamaohjailun yksityiskohdista tai ylipäätään päätöksestä satama-alueelle ohjaamisesta joudutaan tekemään säätiedotuksen perusteella.

Tuuliolosuhteiden määrittelyä satama-alueesta voidaan tehdä maaston pienoismalli, joka asetetaan tuulitunneliin. Tunnelissa mallia kierretään esimerkiksi 10 astetta kerrallaan ja mitataan, miten maasto muuttaa perustuulen suuntaa, nopeutta ja puuskaisuutta. Tällaisen selvityksen tekeminen voisi luontevasti kuulua satamaoperaattorille, mutta satamalaitokset katsovat ongelman kuuluvan

alusten päälliköille¹³⁴. Helsingin Satama on teettänyt Eteläsataman tuuliselvityksen. Myös jotkut varustamot ovat tilanneet satamien tuulitutkimuksia¹³⁵. Sataman tuulimalli voi paljastaa aluksille vaarallisimman tuulen suunnan, mikä voi muuten jäädä tunnistamatta. Esimerkiksi Kustaanmiekasta tehty tuulitutkimus paljasti yllättäen satamaan saapuvalla ro-ro-alukselle luoteistuulen (NW) vaarallisimmaksi tuulen suunnaksi. Tällöin aluksen lähestyessä salmea on tuulen suhteellisesta suunnasta johtuen aluksen sortokulma suuri. Kun alus etenee lähemmäs salmea ja saapuu Suomenlinnan muodostamaan tyveneeseen, häviää tuulen kansirakenteeseen muodostama sivuvoima ja aluksen sortuminen lakkaa. Miehistöllä on ennen salmea vain lyhyt aika reagoida aluksen nopeasti muuttuneeseen suuntaan pohjan suhteen.

Simuloinneilla voidaan hakea sopivat ajolinjat eri tuulensuunnille ja samalla nähdään, miten paljon sortovaraa alus tarvitsee. Simuloinneilla voidaan tehokkaasti havainnollistaa, miten tarpeettoman suuri nopeus haittaa ohjailua kovalla tuulella. Siirtyessään aluksesta toiseen merenkulkija helposti tiedostamattaan siirtää tottumuksensa pienemmästä aluksesta suurempaan. Kun aluskoko kasvaa, olisi satamassa ohjailunopeutta laskettava. Alus voi riistäytyä käsistä, jos sitä operoidaan liian suurilla konetehoilla. Simuloinnin avulla voidaan opetella ohjailua hiljaisella nopeudella ja suurella sortokulmalla. Tällöin alus on parhaiten hallittavissa.

Monimutkaistenkin satamamanööverien tekniset olosuhderajat voidaan selvittää työasemasimulaattorin avulla. Jos simulointiajoja ei toteuteta täysautomaattisesti ohjattuina, vaan merenkulkijan kontrollissa, niin ajosuoritteiden aikana syntyy oppimista, jota merenkulkijan ei muuten kentällä ole mahdollista saada. Jokaisen simulointiajon yhteydessä hän oppii aluksen käytöksestä uutta ja tämä oppi on sovellettavissa seuraavaan ajoon.

Luotettava turvallisen operoinnin tuuliraja voidaan selvittää myös nopeutetuilla 'fast time' -simuloinneilla. Menetelmässä määritellään ensin aluksen optimaalinen ajolinja ja sen jälkeen simulointiohjelmisto voi suorittaa suuren määrän nopeutettuja simulointiajoja automaattiohjauksessa, joka pyrkii seuraamaan määritettyä ajolinjaa. Järjestelmässä automaattiohjauksen tulee pystyä käsittelemään myös aluksen ohjailupotkureita joystick- tai DP-tilassa. Tuulennopeutta muutetaan esimerkiksi 1 m/s välein, kunnes ajolinjan seuraaminen ei enää onnistu. Tämän jälkeen järjestelmä muuttaa tuulen suuntaa esimerkiksi 10° ja toistaa tuulennopeuden varioinnin, kunnes täysi suuntaympyrä on laskettu. Järjestelmä voi suoriutua koko tehtävästä muutamassa tunnissa, huomattavasti merenkulkijan ohjaukseen perustuvaa reaaliaikaisimulointia nopeammin.

¹³⁴ Esimerkkinä Onnettomuustutkintaselostus MS CITY OF SUNDERLAND, karilleajo Hangossa 1.1.2002 (2/2002 M). Hangon sataman lausunto.

¹³⁵ Esimerkiksi Silja Line ja Royal Caribbean International.

Vaikka simulaatiojärjestelmien olisi hyvä ottaa huomioon matalan veden vaikutus ohjailuun, niin saarten reunavaikutuksia on usein vaikea mallintaa, joten ne voivat käytännössä monesti jäädä määrittelemättä. Näin voidaan toki toimia, mutta tällöin on kuitenkin tärkeää ymmärtää ja arvioida puutteen vaikutusta simulointituloksiin. Varsinaisen sataman alueella ohjailunopeudet ovat yleensä pieniä ja siten reunavaikutukset saattavat jäädä myös pieniksi. Järjestelmän on kuitenkin lähes välttämättä käsiteltävä tuulen puuskaisuutta, sillä juuri puuskaisuus madaltaa turvallisen operoinnin tuulirajaa.

Ohjailusimulaattoria voidaan monipuolisesti käyttää tutkimukseen päätettäessä uusista näyttölaitteista, näyttötavoista, hallintalaitteista, satamaohjailun ajolinjoista, tuulirajoista, väylien linjauksista, satamista ja alustyypeistä. Simulaattoriteknikan hyödyntäminen on siten olennainen osa merenkulkua.

Onnettomuustutkinnassa joudutaan monesti turvautumaan simulointiin. Vaikka aluksilla on VDR-rekisteröintilaitteet, tutkijat eivät aina saa VDR-tallenteita aluksilta. Silloin voidaan todistajalausuntojen yhteneväisyyttä tarkastella simulointitulosten avulla. Joissain tapauksissa on todistajia käytetty ohjailusimulaattorissa.

Toisen aluksen ohittaminen kapealla väylällä on vaativa toimenpide. Ohittaminen pakottaa ohittavan aluksen vähentämään nopeuttaan runkojen vuorovaikutusvoimien pienentämiseksi ja sen vuoksi toimenpide voi olla niin pitkäkestoinen, että sen aikana väylätila saattaakin loppua kesken. Ohitustilanteen vaaroja voidaan esitellä simulaattorissa ja havainnollistaa eri toimenpiteiden vaikutusta alusten käyttäytymiseen.

Simulaattorikoulutuksessa reitti- eli luotsaussuunnitelma toimii myös koulutusohjelmassa. Kartan ulkoaopettelu korvataan kattavalla dokumentoinnilla. Ajoharjoittelussa käännösparemetrit tarkistetaan reittisuunnitelmasta ja kullakin aluksella olisi hyvä olla väylästä vain yksi yhteinen reittisuunnitelma. Ellei simulaattorikoulutuksen alkaessa valmiita reittisuunnitelmia ole olemassa, tulisi simulaattorikouluttajan tehdä koulutuksessa käytettävä reittisuunnitelma. Jos tämäkään ei toteudu, vaan oppilaan on tehtävä se itse, niin silloin on palattu vanhaan menettelyyn, jossa luotsaustyötä harjoitteleva kouluttaa itse itsensä.

Simulaattorin käyttö on aluksella tehtyä harjoittelua tehokkaampaa, koska ympäristöolosuhteita voidaan kontrolloidusti muuttaa. Ajoja voi tarvittaessa helposti uusua. Niillä väylillä, joissa liikennöidään harvoin, ei riittävää harjoittelukokemusta saa muuten kuin simulaattorikoulutuksella. Luotsikirjaan vaadittava väyläajoharjoittelu ja varsinainen luotsauskoe olisi täysin mahdollista toteuttaa simulaatiotekniikan avulla. Simulaattoriajo Kustaanmiekan salmen läpi on jo vuosikaudia sisällynyt Helsingin väylän koeluotsaukseen.

5.5 Luotsaustyön rytmittäminen

Onnettomuustutkintakeskuksen turvallisuusselvityksessä S3/2004 M *'Väsymyksen syyt ja yleisyys komentosiltatyöskentelyssä'* on laajemmin käsitelty työn rytmittämistä ja vireystilaan vaikuttavia tekijöitä ja vaikka selvitys ei erikseen käsittelekään luotsaustyötä, liittyvät raportissa mainitut asiat myös siihen. Kolmessa luotsaukseen liittyvässä tutkintaselostuksessa on havaittu pitkien työaikojen vaikuttaneen tilanteen kehittymiseen.

Luotsaustyö vaatii oikea-aikaista ja tarkkaa havainnointia ja ennakkointia, tilanteen tulkintaa ja ymmärtämistä sekä kykyä ryhtyä asian vaatimiin toimenpiteisiin oikeaan osuneen päätöksenteon pohjalta. Väsymyksen aiheuttama vireystilan lasku vaikuttaa kaikkiin näihin suorituksen osatekijöihin.

5.6 Komentosiltayhteistyö

Säädösten mukaan luotsaustyötä tekevä merenkulkija ei saa koskaan olla komentosillalla yksin. Vaikka henkilö itse olisi aluksen vahtipäällikkö, säädösten kautta on varmistettu, että komentosillalla on läsnä muitakin, jotta luotsaustyön tekijä voi keskittyä tehtäväänsä.

Navigoinnin turvallisuuden parantamiseksi on tarkoituksenmukaista, että myös toinen komentosillalla olevista miehistön jäsenistä seuraa luotsaustyötä ja varmistaa oikeiden ohjailutoimenpiteiden toteutumisen. Tämän mahdollistamiseksi tarvitaan komentosiltayhteistyötä (BRM, Bridge Resource Management).

Ihannetilanteessa molemmat aluksen ohjailuun osallistuvat pystyvät samaan suoritustasoon. Tällöin luotsaustyön valvonta toimii tehokkaasti. Valvonta toimii parhaimmillaan silloin, kun valvontavastuullinen antaa ohjailuvastuullisen toimista palautteen, jonka ohjailuvastuullinen ottaa toiminnassaan huomioon.

Komentosiltayhteistyö toteutuu esimerkiksi siten, että aluksen edetessä väylällä luotsaustyötä tekevä merenkulkija ilmoittaa käännöksen lähestymisen ja aloituksen. Valvontavastuullinen tarkistaa luotsaustyön tekijän aikeet ja kuittaa aiotun toimenpiteen ymmärretyksi. Jotta valvonta olisi mahdollista, ohjailukäskyjen tulee noudattaa tehtyä reittisuunnitelmaa, joka on molempien tiedossa. Reittisuunnitelman avulla myös tarkastetaan, että annettava ohjailukäsky on oikea. Sama menettelytapa koskee myös propulsiotehoon tehtäviä muutoksia.

5.7 Miehistöön kuulumattoman luotsin työolosuhteet

Käytännön työssä valtion luotsi soveltaa aiemmin tässä turvallisuusselvityksessä kuvattua navigoinnin teoriaa, mutta joutuu pääsääntöisesti käyttämään aluksilla sellaisia laitteita, joita ei luotsaukseen ole kehitetty. Tämän lisäksi luotsin on alukselle saavuttuaan lyhyessä ajassa omaksuttava hänelle vieraan komentosillan laitteiden sijoitus.

Valmistautuminen luotsautehtävään alkaa hyvissä ajoin ennen aluksen saapumista tai lähtöä luotsattavalle alueelle. Luotsi selvittää aluksen teknisiä ominaisuuksia, ohjailuominaisuudet ja mahdollisen hinaajan käyttötarpeen. Tulevilla sääolosuhteilla on merkittävä vaikutus myös luotsin otto- ja jättöpaikkoihin.

Työtehtävä alkaa luotsin tilauksesta. Luotsinvälitys huolehtii, että alus saa tilaamansa luotsin täsmällisesti. Aluksen lähestyessä mereltä on tärkeää, että sovietaan etukäteen, missä luotsi nousee laivaan. VTS-operaattori on olennainen osapuoli tässä yhteistyössä. Aluksen tulee voida turvallisesti saapua sovittuun paikkaan, missä luotsin on turvallista nousta alukseen.

Varsinainen luotsaustyö alkaa kun luotsi on noussut alukseen ja alus on liikkeellä väylässä tai se on irrottanut laiturista. Luotsin ja päällikön yhteinen päämäärä on navigoida alus turvallisesti läpi väylän. Nykysäädösten mukaan päällikkö on vastuussa aluksensa navigoinnista ja sen vuoksi määrittää myös työtavat komentosillalla. Luotsaustyön alussa päällikkö ja luotsi vaihtavat välttämättömät tiedot aluksesta, väylästä, reittisuunnitelmasta, satamasta ja muista olosuhteista.

Välttämättömän päällikön ja luotsin välisen tiedonvaihdon varmistamiseksi on laadittu erilaisia kirjallisia informaatiopaketteja. On selvää, että kattavan tietopaketin nopea omaksuminen monesti stressaavassa luotsauksen aloitustilanteessa ei ole luotsille mahdollista. Tosiasiallisesti luotsi vahvistaakin allekirjoituksellaan vain käsitelleensä tällaista asiakirjaa. Muutamat päällikön kertomat perustiedot aluksesta tekevät luotsauksen turvallisen aloittamisen mahdolliseksi, ja sen jälkeen luotsi voi tarkemmin tutustua aluksen tietoihin. On yhtäläillä selvää, ettei kommunikaatio navigoinnin yhteydessä voi korvautua pelkkällä dokumenttien pikaisella lukemisella ja allekirjoittamisella.

Luotsin työn luonne aluksella vaihtelee aluksen päälliköstä riippuen pelkästä tarkkailijan roolista aina kokonaisvaltaiseen navigointiin ja laitteiden käyttöön. Luotsaustyön luonne selviää usein vasta, kun luotsaus on jo alkanut. Vaikka komentosillatyöskentelyllä on vuosisataiset perinteet, nopeastikin muuttuvat ohjailutilanteet vaativat erityisiä valmiuksia toisilleen vieraiden kulttuurien ja toimijoiden kesken. Erityisen tärkeää on kommunikaation toimiminen siten, ettei erehtymisen ja väärin tulkintojen mahdollisuutta ole. Samalla tulee muistaa avoimen ja tärkeän informaation ilmaisemiseen rohkaiseva työtapana.

Aluksen henkilökunta vastaa ohjailusta. Säädökset kieltävät sen tehtävän osoittamisen luotsille. Luotsi voi kuitenkin halutessaan ohjata itse. Luotsin olisi tällöin voitava käyttää matkaohjausta (FU, Follow Up, ks. kohta 6.4.2). Luotsia ei voi kieltää ohjaamasta sellaisessa tilanteessa, jossa se lisää turvallisuutta. Tällöin luotsin on ilmoitettava vahtipäällikölle ohjailun tavoite, eli miten hän aikoo alusta ohjata. Ahtaassa väylässä luotsin on helpompaa ohjata itse, sillä ruorimiehelle olisi samassa tilanteessa annettava useita peräsinkulmakomentoja ja ohjailu olisi tällöin epätarkempaa. Ruorimiehelle annettavia suunnanmuutoskomentoja ei tulisi antaa pelkkänä kompassisuuntakäskynä, vaan komentoon olisi hyvä aina liittää peräsinkulma.

Luotsilaki määrittelee luotsin neuvonantajaksi. Voidaan olettaa, että neuvonantajan roolissa luotsi vastaisi vain neuvojensa oikeellisuudesta. Luotsin täytyy laivan tutkan avulla saada tietoa ympäristöstä voidakseen antaa neuvoja joten tutkakuvan seuraaminen on välttämätöntä neuvojen määrittelyssä. Tutkakuvan säätäminen on tutkan käyttämistä, joka puolestaan kuuluu tiukasti määriteltynä aluksen päällystölle. Käännösmerkin määrittäminen tutkan elektronisen suuntiman ja säädettävän etäisyysrenkaan avulla kuuluu luotsille, koska hänen täytyy tietää aluksen asema suhteessa käännösmerkkiin voidakseen antaa neuvoja. Neuvonantajan ja tutkan käyttäjän roolia on vaikea määritellä.

6 LUOTSAUSTYÖSSÄ TARVITTAVA TEKNIikka

Tässä osiossa kuvataan alusten navigointi- ja kontrollitekniikkaa. Aluksi käydään läpi perusjärjestelmien toimintaa ja lisäksi tutustutaan automaattiohjausten periaatteisiin sekä joystick- ja integroituihin järjestelmiin.

Kansallisissa luotsausohjeissa ei voida vaatia aluksiin asennettavaksi sellaisia laitteita, joista ei ole kansainvälisesti sovittu. Luotsaustyön ja siinä hyödynnettävän tekniikan määrittelyn puute on johtanut käytännön luotsaustapoihin, jotka poikkeavat merkittävästi väyläsuunnittelun perustana käytetyistä luotsausperiaatteista. Luotsaustyötä tekevät merenkulkijat tukeutuvat perinteisiin luotsausmenetelmiin.

Luotsaustyön suorittamiseksi tarvitaan vähimmillään konekäskynvälin, tutkalaite ja ruorimies tai luotsin itse käyttämä käsiohjauslaite. Koska luotsin suorittama optinen tähytys vaatii riittävän näkemisen takaamiseksi käytännössä aina siirtymistä komentosillalla paikasta toiseen ja koska komentosillalla voi olla useita ohjauspaikkoja, käydään tässä osiossa läpi myös kontrollin siirtoa ohjauspaikkojen välillä.

6.1 Sensoritekniikka

Navigointijärjestelmän tai yksittäisen navigointilaitteen suorituskyky on erittäin suurelta osin riippuvainen siihen kytkettyjen sensoreiden luotettavuudesta. Nykyisin jopa integroidut navigointijärjestelmät nojautuvat ulkopuolisten valmistajien paikanmääritys- ja liikesensoreihin. Näin ollen nämä laitteistot eivät vielä tänä päivänä ole täysin integroituja kokonaisuuksia. Vasta, kun sensoreiden lähettämä tietoa vertaillaan ja suodatetaan laitteiston sisällä, voidaan puhua täysin integroidusta järjestelmästä.

Seuraavassa käsitellään sensoreiden tekniikkaa sekä niitä tapoja, joiden avulla sensorit voitaisiin kytkeä aidosti integroidun järjestelmän osaksi.

6.1.1 Paikanmääritys

Satelliittipaikannus on aloittanut navigoinnin historiassa uuden teknisen kehitysvaiheen. Uusi tekniikka on sysännyt hyperbeliseen paikanmääritykseen perustuvat laitteet syrjään ja nykyiset navigointijärjestelmät kykenevät ilmaisemaan aluksen paikan muutaman metrin tarkkuudella. Myös muut liiketilätietoa ilmaisevat laitteet ovat kehittyneet entistä tarkemmiksi.

Kauppalaivojen paikanmäärittäminen perustuu nykyään käytännössä yksinomaan satelliitteihin. Alun perin sotilaskäyttöön kehitetyn GPS-järjestelmän siviilikäyttöön tarkoitetun paikannussignaalin tahallinen heikentäminen poistettiin vuonna 2000 ja tätä hetkeä voidaan käytännössä pitää uuden teknisen navigointivaiheen alkuna. Satelliittipaikannus tulee tulevaisuudessa varmentumaan kolmen eri järjestelmän avulla. Uusi venäläinen GLONASS-järjestelmä¹³⁶ valmistuu vuonna 2009. Eurooppalaisen GALILEO-järjestelmän arveltiin valmistuvan vuosien 2010-2011 välillä¹³⁷. Eräät lähteet kertovat GALILEOn myöhästävän johtamisoikeuksien takia vähintään 1,5 vuotta¹³⁸. Kiina on laukaissut jo kaksi BEIDOU-järjestelmänsä satelliittia.

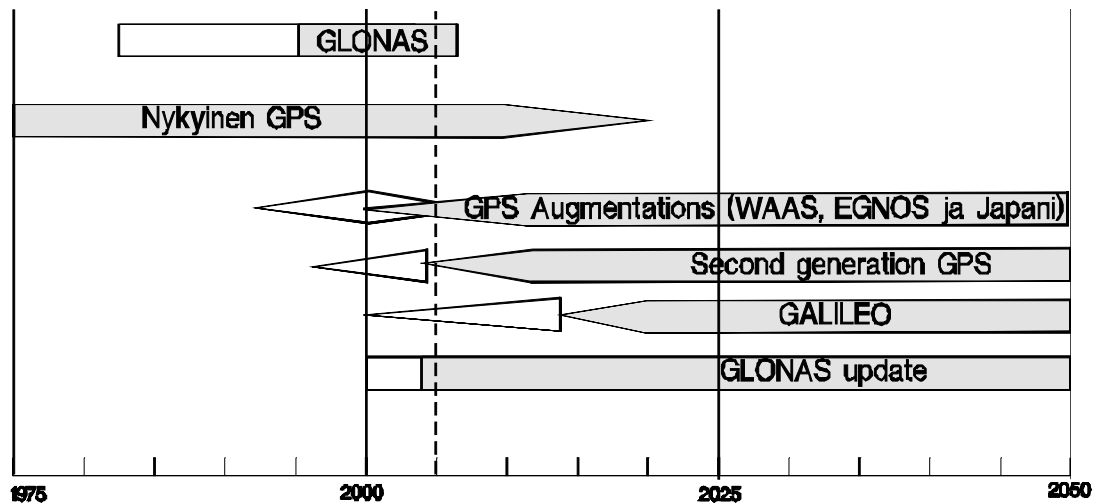
Yksi satelliittipaikannusta vaivaava virhelähde on *monitievirhe* (multipath error). Se syntyy, kun GPS-paikantimen antenni vastaanottaa signaalin suoraan satelliitista, mutta samalla myös antennin vieressä sijaitsevien rakennelmien, esimerkiksi laivan savupiipun kautta heijastuneena. Monitievirheen häiritsemä satelliittisignaali voidaan sulkea vastaanottimen laskennasta pois RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) ohjelmalla. Jotta RAIM voisi löytää virheellisen etäisyysmittauksen, se tarvitsee vähintään viiden eri satelliitin signaalin. RAIM on toistaiseksi hyvin kallis ratkaisu.

DifferentiaaliGPS (DGPS) tarkoittaa satelliittipaikannuksen korjausmenetelmää, jossa itsenäinen järjestelmä lähettää satelliiteista erillistä signaalia, oman satelliitin tai maa-aseman avulla. Alun perin differentiaali-järjestelmä luotiin korjaamaan epätarkkana lähetetyn GPS-signaalin virheitä. Merenkulun tarpeisiin kehitetyt differentiaali-järjestelmät perustuvat oman maantieteellisen paikkansa tarkasti tietäviin maa-asemiin, jotka laskevat GPS-paikkansa ja tarkan asemansa erotuksen ja lähettävät sen HF-radiotaajuudella aluksille, joiden differentiaalivastaanottimet korjaavat GPS-paikkaa maa-aseman laskemalla arvolla. Ilmailun puolella differentiaalisatelliittien välitys on ratkaistu kommunikationsatelliittien avulla. Pohjois-Amerikan järjestelmä on nimeltään WAAS (Wide Area Augmentation System). Vastaava Eurooppalainen järjestelmä on nimeltään EGNOS (European Geostationary Overlay System). WAAS- ja EGNOS-satelliitit sijaitsevat päiväntasaajan kohdalla, joten niiden signaali ei enää kuulu luotettavasti Etelä-Suomen latitudilla 60°. Tästä syystä Suomi tukeutuu jatkossakin perinteisiin differentiaalimajakoihin. Itämeren differentiaalimajakat ovat toimineet kiitettävästi jo 16 vuotta. Vaikka satelliittipaikannuksen tarkkuus on vuoden 2000 muutoksen myötä parantunut, niin differentiaalikorjaus on nykyaikaiselle luotsaukselle edelleen välttämätöntä.

¹³⁶ International Herald Tribune, 4 April 2007. Russia's Reply to GPS. An effort to end America's monopoly.

¹³⁷ The Institute of Navigation, Newsletter, Fall 2005, s. 5, U.S.A.

¹³⁸ International Herald Tribune, 19 April 2007. In satellite navigation, EU can't find its way.



Kuva 43. Englantilainen The Royal Institute of Navigation julkaisu esitti toukokuussa 2000 ennusteen satelliittinavigoinnin tulevaisuudesta. Kiinan BEIDOU-järjestelmä laajentunee vuonna 2010 maailmanlaajuiseksi. EUn GALILEO-järjestelmä¹³⁹ valmistuu vuonna 2013.

Paikkatiedon luotettavuuden parantamiseksi satelliittipaikannus olisi hyvä varmistaa kahdella vastaanottimella, jossa molemmat paikantimet kytketään suodattimeen, joka poistaa vastaanottimen vaihdosta mahdollisesti aiheutuvat paikkatiedon hyppäykset. Tämä on ensiarvoisen tärkeää esimerkiksi reittiviivaa seuraavaa automaattiohjausta varten. Paikkatieto viedään suodattimesta edelleen navigointijärjestelmälle. Samaan suodattimeen johdetaan liikeantureiden tiedot ja niiden perusteella voidaan laskea merkintäpaikka. Toisin sanoen GPS päivittää merkintäpaikkaa, eikä satelliittivastaanottimen häiriö aiheuta katkoa paikanmäärityksessä. Toinen vastaanotin jatkaa paikanmääritystä siitä hetkestä, jolloin häiriö tapahtui. Mikäli paikanmääritys katkeaa kokonaan, laitteisto jatkaa merkintälaskun avulla. Laitteen on annettava selkeä hälytys silloin, kun sen tuottama paikkatieto perustuu pelkästään merkintälaskuun.

6.1.2 Suunnanmittaus

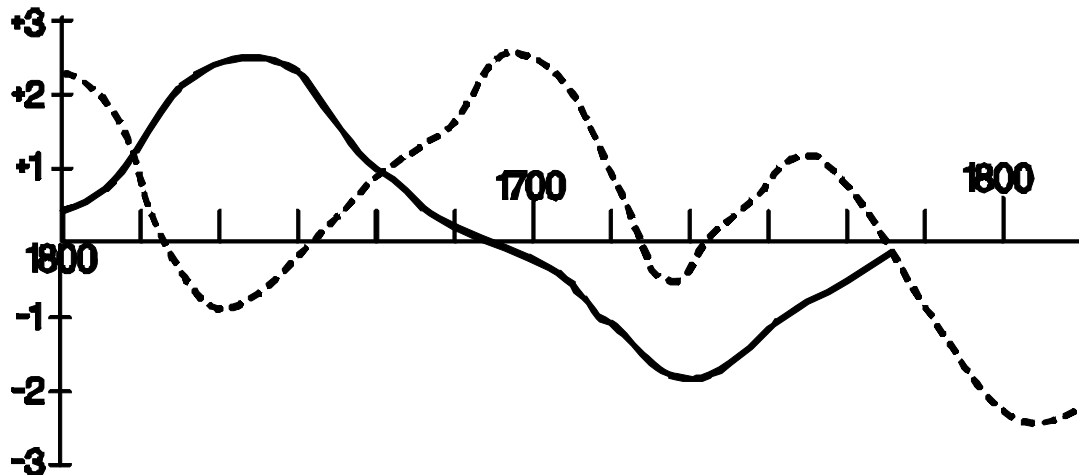
IMOn vaatimuksesta aluksilla täytyy olla hyrräkompassi. Kompassin tulee muodostaa yhtenäinen, ulkoisista järjestelmistä riippumaton kokonaisuus¹⁴⁰. Integroidut luotsausjärjestelmät asettavat hyrräkompassille normaalia tiukemmat vaatimukset. Jotta tutkakuvan esittäminen yhdessä elektronisen kartan kanssa samassa näyttölaitteessa toimisi tyydyttävästi, täytyy kompassin seurata tosisuuntaa hyvin tarkasti. IMO sallii latitudilla 60° kompassivirheeksi 2,0-2,5 astetta¹⁴¹.

¹³⁹ Navigation News Jan-Febr. 2008, s.4, ISN 0268 6317

¹⁴⁰ IMO Res. A.434 (XI) 1979. Performance Standards for Gyro-Compasses, Definitions: 'The term gyro-compass comprises the complete equipment and includes all elements of the complete design.'

¹⁴¹ IMO Res. A.434(XI) 1979. par. 5.2.

Tämä ei ole riittävä tarkkuus tutkakuvan siirtämiseksi karttakuvan päälle. Vähimmäistarkkuuden on oltava yhden asteen sisällä.



Kuva 44. Kuvassa on kahden konventionaalisen hyrräkompassin ballistinen virhekäyrä mutkittelevalla väylällä Ahvenanmaan saaristossa.

AIS-järjestelmän¹⁴² avulla voi helposti tarkistaa hyrräkompassin virheen. Jos tutkan kuvaputkella lähistöllä olevan aluksen tutkakaiku ja AIS-symboli eivät ole päällekkäin, niin ero johtuu todennäköisesti kompassivirheestä. Suuntima AIS-maaliin esittää tosisuuntimaa, kun taas suuntima saman maalin tutkakaikuun vastaa hyrräkompassilla mitattua suuntimaa. Suuntimien ero voidaan helposti mitata tutkan kuvaputkella. Tämän jälkeen korjaus voidaan tehdä hitaasti parin minuutin aikana $0,1^{\circ}$ - $0,2^{\circ}$ kerrallaan sillä automaattiohjaus ei hyväksy nopeaa tai suurta korjausta. Korjaus tehdään vain tutka- ja navigointilaitteisiin vaikuttamatta itse hyrräkompassin nollakohdan asetukseen.

Taulukko 8. IMon sallimat hyrräkompassin virheet.

Sääntö- kohta	Sallitut HYRRÄKOMPASSIN virheet. Performance Standards for Gyro Compasses Resolution A.424(XI), November 1979.	Sallitut vir- heet Latitudilla 60°
5.2.2	Settle point error on $\pm 1^{\circ}$ secant latitude.	$\pm 2^{\circ}$
5.2.3.1	Käännös ja nopeuden muutos 20 solmun nopeudessa ei saa aiheuttaa suurempaa virhettä kuin $\pm 0,25^{\circ} \times$ sekantti latitudi	$\pm 0,5^{\circ}$
5.2.3.2	20 solmun nopeuden muutos	$\pm 2^{\circ}$
5.2.3.3	180° käännös 20 solmun nopeudella	$\pm 3^{\circ}$
5.2.3.4	Marenkäynnissä virhe ei saa olla yli $\pm 1^{\circ} \times$ sekantti latitudi	$\pm 2^{\circ}$
5.2.4	Pääkompassin ja tytätkompassin sallittu ero	$\pm 0,5^{\circ}$

¹⁴² AIS, Automatic Identification System, katso kappale 6.3

SOLAS yleissopimus muuttui vuonna 2004 ratkaisevasti kompassin osalta. Viidennen luvun, *Safety of Navigation*, sääntö 19 (kohta 2.5.1) muuttui siten, että aluksella voi olla

*'Gyro compass or other means to determine and display their heading by ship borne non-magnetic means, being clearly readable by the helmsman at the main steering position. These means shall also transmit heading information for input to the equipment referred in paragraphs 2.3.2 (tutka), 2.4 (AIS) and 2.5.5 (ARPA).'*¹⁴³

Tämän perusteella kuituoptiikkakompassi voi korvata konventionaalisen hyrräkompassin. Kuituoptiikkakompassi on kolmen valokuitukäämin kokonaisuus, joka mittaa kiihtyvyyksiä avaruuskoordinaatiston kolmen akselin suhteen. Valo johdetaan kuitukäämeihin niiden molemmista päistä. Valonsäteen aallonpituus muuttuu käämiä käännettäessä, ja valon vaihe-eron muutos antaa mahdollisuuden laskea paljonko kompassia on käännetty.

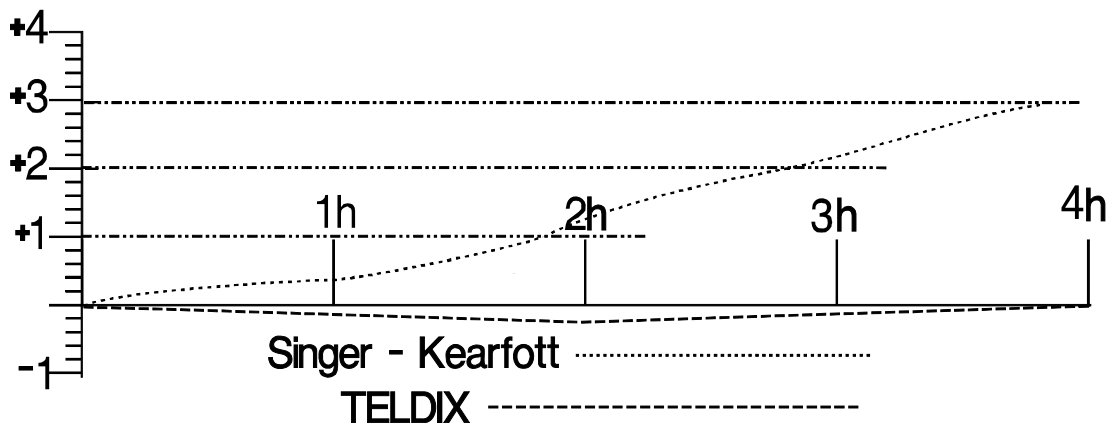
Kuituoptiikkakompassi on toistaiseksi ainoa laite, joka voi korvata konventionaalisen hyrräkompassin. Teoriassa laitteen tarkkuus 0,7° kertaa latitudin sekantti. Latitudilla 60° tarkkuus on siis 1,4°. Käytännön kokeissa kompassilla on tehty havaintoja noin asteen tarkkuudesta. Tämä tarkkuus täyttää selkeästi IMO:n vaatimukset.

Satelliittikompassi on laite, jolla voidaan mitata keulan suuntaa satelliittien lähettämästä signaalista. Siinä on kaksi antennia, jotka laskevat keulan suunnan maapallon koordinaatistossa mittaamalla antennien etäisyyseron satelliitteihin signaalien vaihe-erojen avulla. Laskettu suunta on altis mittaushäiriöille, joten tietoa on suodatettava. Suodatus voidaan tehdä esimerkiksi anturin avulla, joka mittaa käännöksen kulmakiihtyvyyttä. Kun kiihtyvyystiето integroidaan, saadaan selville käännöksen kulmanopeus ja edelleen integroimalla on tuloksena suunnan muutos. Tätä laskettua suunnan muutosta verrataan satelliitista laskettuun keulasuuntaan ja tuloksena on vakaa kompassinäyttö. Satelliittikompassia ei voi käyttää pääasiallisena kompassina, sillä se ei ole ulkoisista järjestelmistä riippumaton, vaan käyttää hyväkseen satelliittiverkostoa, jonka toimintahäiriöt vaikuttavat suoraan laitteen tarkkuuteen.

Kolmella antennilla varustetun satelliittikompassin avulla voidaan saada selville myös aluksen kallistus, jolloin antennien antama paikka voidaan korjata navigointijärjestelmässä käytettyyn referenssipisteeseen. Samoin voidaan korjata myös liike pohjan suhteen samaan referenssipisteeseen. Kallistuskompensoitu COG (Course Over Ground) on vertailukelpoinen kaksikomponenttisen doppler-lokin tuloksen kanssa. Jääolosuhteissa satelliittivastaanotin on hyvä varmistus doppler-lokille, jolloin rungon edestään työntämät jääpalat voivat häiritä lokin toimintaa.

¹⁴³ IMO, Resolution MSC. 170(79), 9 December 2004, Chapter V, Reg. 19.

Tarkan ja luotettavan keulasuuntatiedon varmistamiseksi voitaisiin useita suuntasensoreita kytkeä suodatinyksikön kautta navigointijärjestelmään. Sensoritietojen suodatuksessa voidaan käyttää esimerkiksi Kalman-suotimen¹⁴⁴ tapaista ohjelmaa, joka vertaa satelliittikompassin suuntaa hyrräkompassin ja suuntahyrrän antamiin arvoihin. Suodatus laskee kaikille sensoreille ennusteen, jota verrataan sensorin antamaan arvoon ja näin suuret virheheilahtelut voidaan poistaa. Järjestelmä arvioi sensoreiden luotettavuutta ja sen mukaan päättelee tilastollisesti todennäköisimmän tosisuunnan. Kulmanopeushyrrän avulla voidaan tarkkailla ennalta suunniteltujen käännösten toteutumista. Suuntahyrrän avulla voidaan puolestaan varmistaa kompassisuuntatiedon jatkuvuus vaikka pohjoiseen hakeutuva kompassi pysähtyisikin.

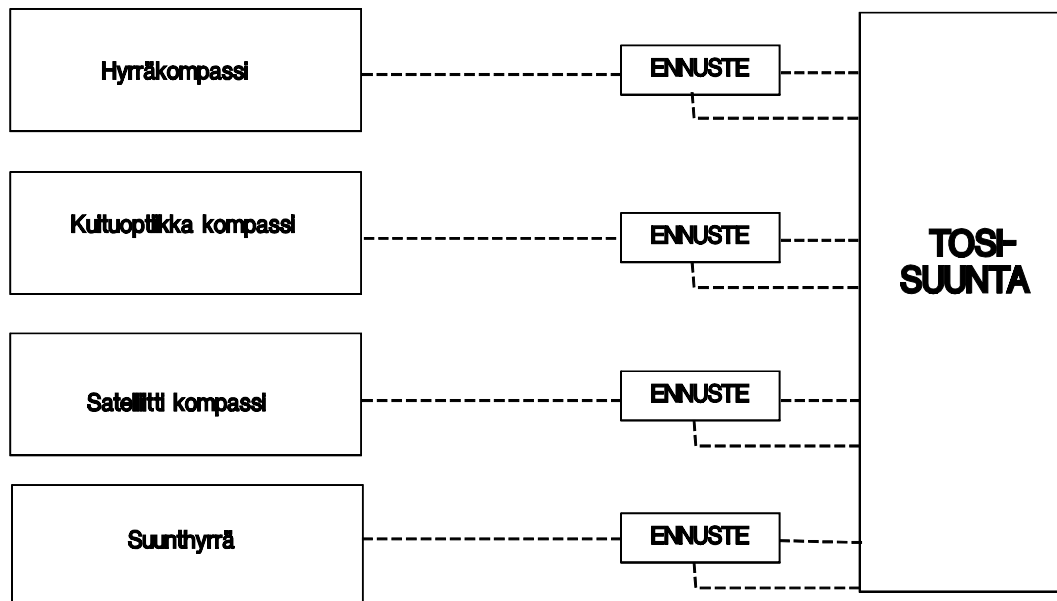


Kuva 45 Kahden mekaanisen suuntahyrrän virhe ajan funktiona aluksen ollessa satamassa.

Kuva 45 esittää kahden mekaanisen suuntahyrrän tarkkuutta. Robertsonin kompassi käyttää ilmailussa suosittua Singer-Kearfott suuntahyrrää. Se vaeltaa noin asteen kahdessa tunnissa. Jos tämä hyrrä saisi ulkoisen korjaustiedon pari kertaa tunnissa, pysyisi virhe alle puolen asteen. Teldix-panssarivaunuhyrrässä on prosessori, joka saatuaan muutaman ulkoisen korjausarvon pystyy pitämään virheen hyvin pienenä, vain $\frac{1}{4}$ astetta kahdessa tunnissa. Kun ulkoinen korjausarvo on syötetty laitteelle, korjaus tapahtuu automaattisesti kahden tunnin kuluessa. Esimerkiksi Tukholmasta Helsinkiin matkaavalla aluksella voidaan Tukholman saaristossa hyrrälle antaa kolme korjausta ja laite näyttää tarkkaa tosisuuntaa vielä Helsinkiin saavuttaessa. Tämä osoittaa, että suuntahyrrä kelpaisi tarkkuuden puolesta kompassiksi, jos korjaus tapahtuisi automaattisesti vaikka satelliiteista lasketun suuntatiedon avulla.

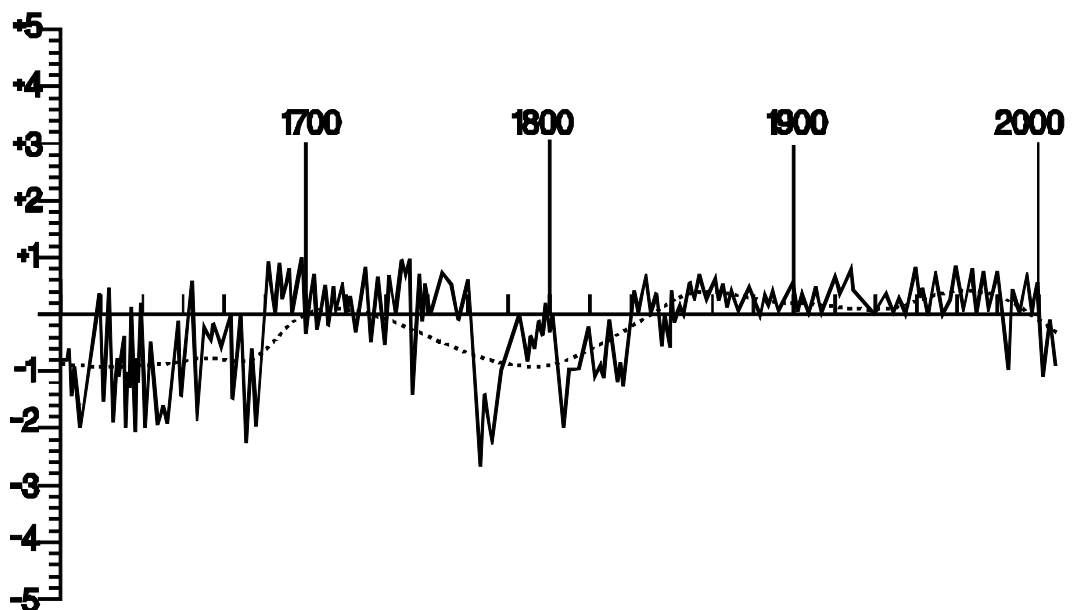
Perinteinen pohjoiseen hakeutuva hyrräkompassi voidaan kytkeä integroituun navigointijärjestelmään, mutta silloin siinä tulisi olla ballistisen virheen korjain, joka korjaa lukeman yhden asteen tarkkuuteen.

¹⁴⁴ Kalman-suodin kerää tietoa esimerkiksi laivan liiketilasta. Tästä historiatiedosta se poistaa mittaus-tuloksissa esiintyvää kohinaa ja sen perusteella ennustaa liiketilan tulevia muutoksia.



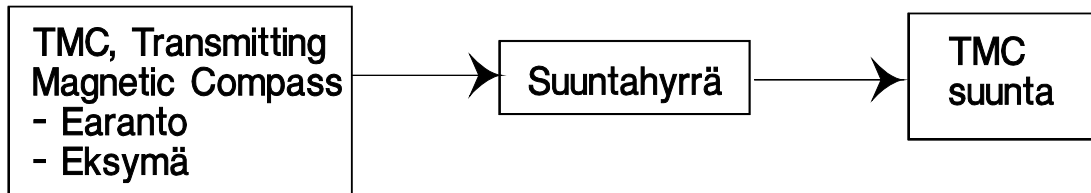
Kuva 46. Esimerkki integroidussa navigoinnissa käytettävästä suodattimesta, joka yhdistää satelliittikompassin, hyrräkompassin ja suuntahyrrän tosisuunnaksi. Magneetikompassin (TMC) on sääntöjen mukaan oltava erillinen laite, jota ei saa kytkeä integroituun navigointilaitteeseen.

SOLAS-yleissopimus kieltää magneetikompassin liittämisen tutkaan ja AIS-järjestelmään. Magneetikompassin tarkkuus on suuruusluokkaa ± 2 astetta. Ongelmana on magneetikompassin heilahtelun nopeus. Virhe voitaisiin kompensoida suuntahyrrän antaman vertailuarvon avulla.



Kuva 47. Magneetikompassin virhekäyrä mutkittelevalla väylällä. Katkoviiva havainnollistaa virheen keskiarvoa, joka on vain yksi aste.

Kuva 47 esittää MS WELLAMOn magneettikompassin virhettä Maarianhaminan ja Turun välisellä reitillä vuonna 1989. Magneettikompassin virheen keskiarvo on hyrräkompassin virhettä pienempi, mutta magneettikompassin heikkoutena on nopea heilahtelu ja käännösten jälkeen magneettikompassi jatkaa kääntymistä.



Kuva 48. Magneettikompassi on hyvä varajärjestelmä, jos se vakautetaan suuntahyrrän avulla.

Magneettikompassin heilahtelua voidaan vaimentaa suuntahyrrän avulla, näin ilmailussa tehtiin jo 1940-luvulta lähtien. Vaimennus oli toteutettu mekaanisesti siten, että magneettikompassi pyrki kääntämään suuntahyrrää osoittamaansa suuntaan. Suuntahyrrän hyrrävoima suodatti magneettikompassin heilahteluita. Magneettikompassia ei integroidussa navigoinnissa saisi suoraan käyttää. Häätätilanteessa se on varsin hyödyllinen yhdessä käsiohjauksen kanssa. Magneettikompassista saa siten varmatoimisen varakompassin.

6.1.3 Nopeuden mittaus

Aluksen nopeus voidaan mitata pohjan suhteen kaksikomponenttisellä doppler-lokilla tai GPS-vastaanottimella. Doppler on vasteeltaan nopea, mutta mittaustuloksessa on jonkin verran heilahtelua. Lisäksi lokin toimintaa häiritsevät jää ja satamassa keulapotkureiden potkurivirrat. GPS-nopeus puolestaan sisältää vastaanottimen antennin liikekomponentin aallokossa. Sen suodattaminen vaatii nopeuden vertailutiedon esimerkiksi doppler-lokista tai laivan kallistus- ja jyskintäkulmien mittauksen kompensatiolaskentaa varten. Aluksen tarkka kulkunopeustieto voidaan myös päätellä useammalta mittalaitteelta saadun nopeustiedon ja niiden suodatuksen avulla.

Karilleajon estämisen lisäksi luotsaustyön tehtävänä on välttää yhteentörmäys toisen aluksen kanssa. Väistämissäännöt perustuvat alusten navigointivalojen sektoreihin. Navigointivaloista päätettiin Englannissa asetuksella¹⁴⁵ vuonna 1846. Meriteiden säännöt uusittiin 1851 ja uudelleen 1856. Väistämissääntöjen mukaan kohtaavien alusten suuntien leikatessa on punaista valoa näyttävää alusta väistettävä (kuvan 49 vasen puoli) ja toisaalta, jos toisesta aluksesta on näkyvissä vihreä kulkuvalo, on säilytettävä oma suunta. Näistä sivuvalojen näkymissektoreista käytetään merenkulussa nimitystä aspekti. Aiemmin IMO:n ARPA-sääntö edellytti, että nopeustieto mitataan veden suhteen, sillä aspektimäärittelyn mukaan kohteen tuli näkyä tutkassa kuten visuaalisesti. Erimielisyydet nopeuden mittaustavasta kärjistyivät 1990-luvulla, kun satelliittipaikannuslait-

¹⁴⁵ J.Kemp, The COLREGS and the *Princess Alice*. The Journal of Navigation, UK. no. 2, 2008.

teet yleistyivät. Differentialikorjattu GPS muodostui vakiovarusteeksi ja se antoi tarkan suunnan ja nopeuden pohjan suhteen. Ristiriita nopeuden mittauksesta veden tai pohjan suhteen ratkesi vuonna 2004, jolloin IMO:n päätöslauselma¹⁴⁶ esitti, että AIS-tiedon tulee korvata ARPA-tieto tutkan kuvaputkella. Tämä muutos on tärkeä, joten se on esitetty alla kokonaisuudessaan:

'An automatic target association function serves to avoid the presentation of two target symbols for the same physical target. If target data from AIS and radar tracking are both available and if the AIS and radar information are both available and if the AIS and radar information are considered as one target, then as a default condition, the activated AIS target symbol and the alphanumeric AIS target data should be automatically selected and displayed. The user should have the option to change the default condition to the display tracked radar targets and should be permitted to select either radar tracking or AIS alphanumeric data.'

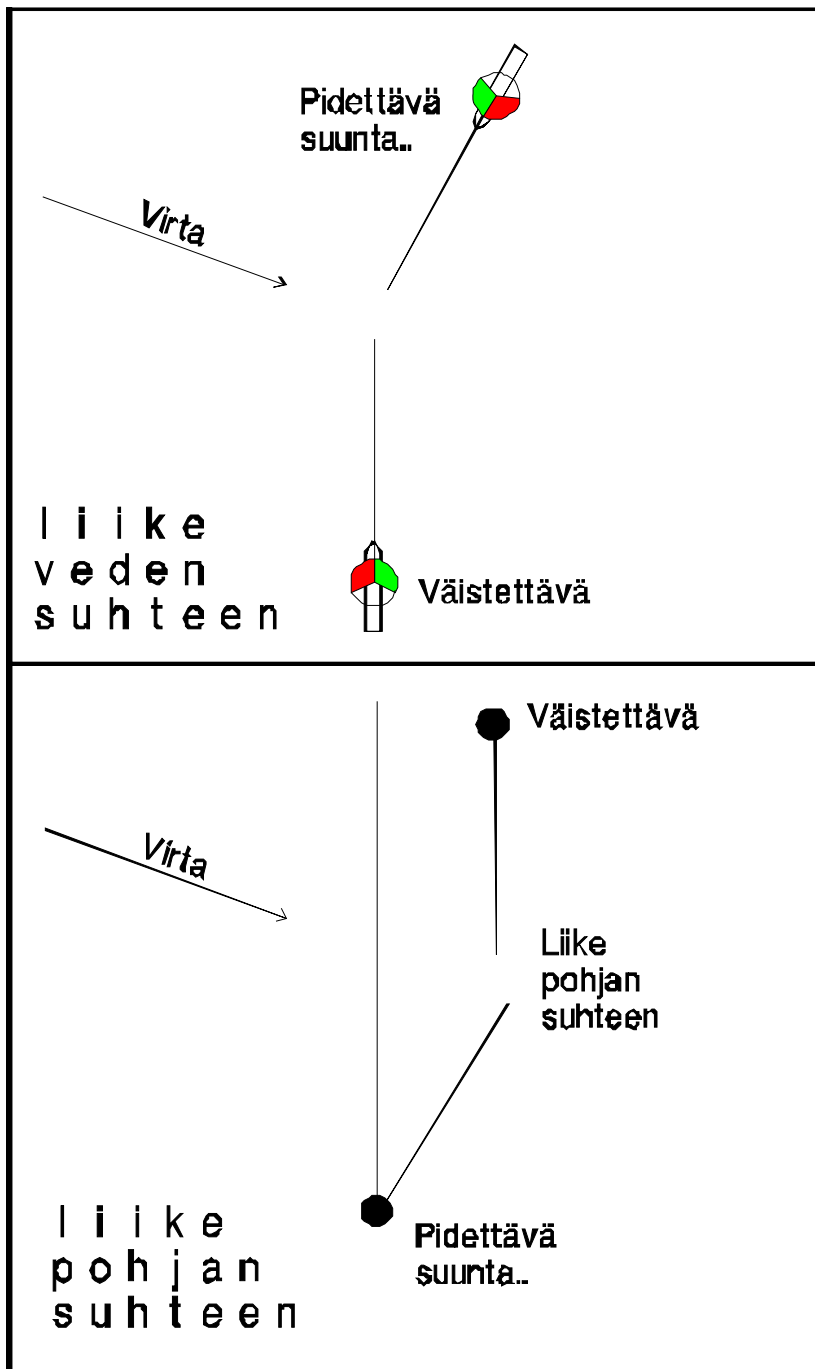
Veden suhteen mitattu nopeustieto on tarpeellinen jokisuistossa tai vuorovesivirrassa. Useat automaattiohjauslaitteet käyttävät virtausnopeutta laskentatietona määrittäessään ohjailuun tarvittavaa peräsinkulmaa. Nopeus veden suhteen voidaan mitata vedenpaine- tai elektromagneettisella lokilla. Doppler-lokeissa voi olla asetus nopeuden mittaamiseksi myös veden suhteen. Tällöin nopeustieto saadaan mittauspulssin heijastuksina planktonista tai veden lämpötilaerojen rajapinnoista. Matalassa vedessä pulssin teho on kuitenkin yleensä niin voimakas, että voimakkain heijastus palautuu meren pohjasta, eikä mittauksista veden suhteen ole mahdollista saada.

6.2 Tutkanäyttö

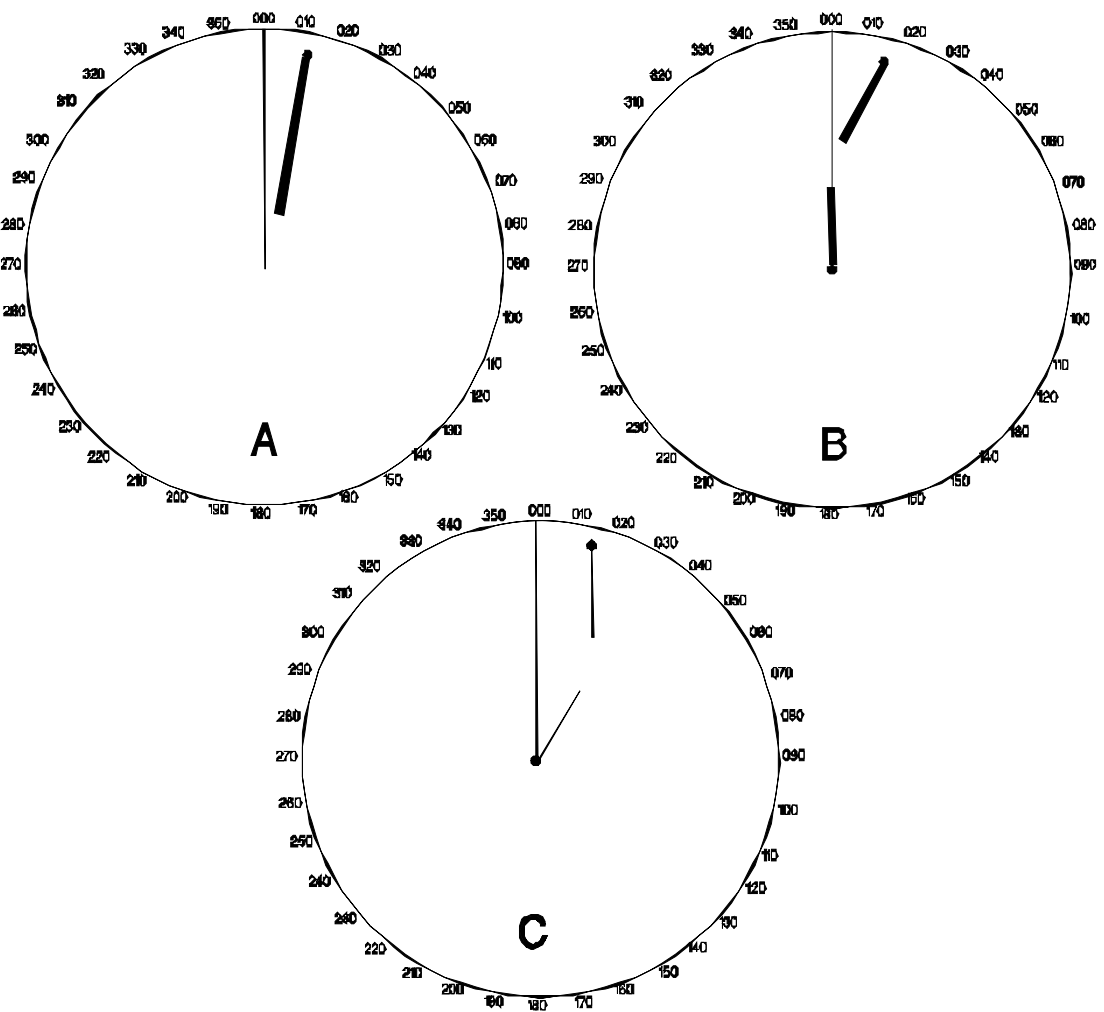
Meriteiden säännöt edellyttävät edelleenkin, että tutkamerkinnänpidossa oman aluksen nopeus on mitattava veden suhteen. Tämä vaatimus perustuu siihen, että veden suhteen mitattu nopeus antaa kohtaamistilanteissa tutkanäytölle yhteneväisen tilannekuvan kulkuvaloihin pohjautuvan visuaalisen havainnon kanssa. Tämän vuoksi ARPA-päätöslauselma vuodelta 1995 asetti veden suhteen mittaavan lokin ensisijaiseksi nopeussensoriksi.

GPS ja sitä hyödyntävä ECDIS puolestaan esittävät aluksen liikkeen pohjan suhteen. Väistämisvelvollisuus voi jäädä huomaamatta, jos ARPA-tutkan laskennassa käytetään nopeutta pohjan suhteen (kuvan 49 oikea puoli).

¹⁴⁶ Performance standard for the presentation of navigation-related information on shipborne Navigational Displays. MSC.191 (79) 2004, paragraph 6.4.8.1.



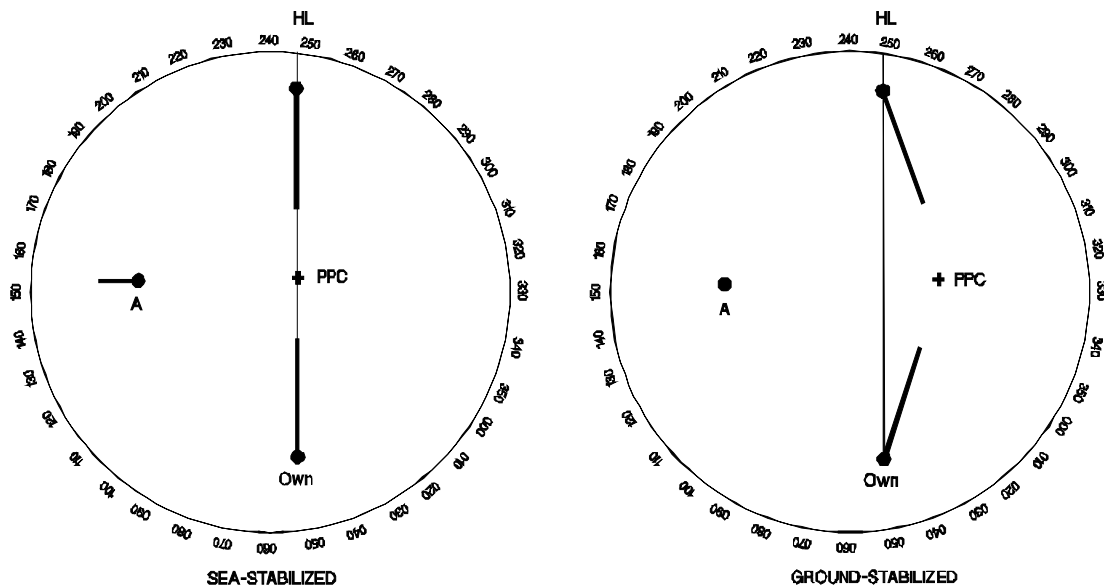
Kuva 49. Liikkeen mittaaminen pohjan suhteen voi aiheuttaa meriteiden säännön 15 virheellisen tulkinnan. Jos kuvan tilanteessa pohjoiseen päin kulkeva alus (alempi) arvioi väistämisvelvollisuutta tutkan ARPA-toiminnolla, jonka nopeustieto saadaan pohjan suhteen mittaavan lokin avulla (oikeanpuoleinen tapaus), voi syntyä tilanne jossa alus pyrkiiikin säilyttämään suuntansa ja nopeutensa sen sijaan, että väistää sääntöjen mukaan.



Kuva 50. Kuvan tutka on kompassistabiloitu ja oman aluksen suunta on pohjoiseen. Voimakas virta vie alusta itään. Näyttö A esittää maalin suhteellista liikettä. Näyttö B esittää tosiliikettä veden suhteen jolloin virran vaikutus ei käy ilmi. Näyttö C esittää tosiliikettä pohjan suhteen, jolloin sorto on nähtävissä.

Kaikissa ARPA-tutkalaitteissa on sääntöjen mukaan oltava mahdollisuus näyttää reittisuunnitelma ja matalan veden turvaraja, jotka on kuvaputkella lukittava paikalleen pohjan suhteen. Bernhard Berking ja Joachim Pfeifer¹⁴⁷ ovat esittäneet nopeuden mittauksen vaikutuksia eri liikennetilanteissa kuvissa 51-53. Kuvat esittävät COURSE UP-näyttötapaa, jossa oman aluksen keula on ylöspäin. Liike esitetään tosiliikkeenä.

¹⁴⁷ Bernhard Berking and Joachim Pfeifer, Stabilizing the Radar Picture and ARPA Data. The Journal of Navigation, UK, 1/1995, s. 18



Kuva 51. Poikittainen virta vie oikealle. A on kiinteä maali. PPC (Point of Possible Collision) on ARPAn määrittelemä törmäyspiste.

SEA-STABILIZED -näytöllä eli veden suhteen mittavalla lokilla:

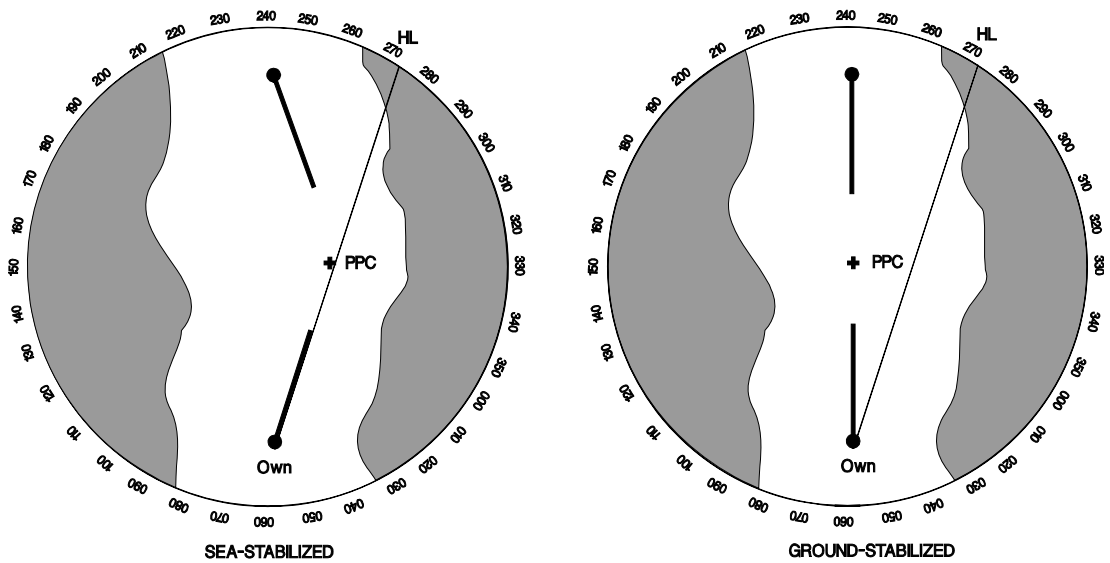
- Kiinteät maalit liikkuvat kuvaputkella vastavirtaan
- Vastaantulevan aluksen aspekti näkyy oikein
- Yhteentörmäämisen vaara on selkeä, mutta yhteentörmäyspaikka kuvaputkella on väärä

GROUND STABILIZED -näytöllä eli pohjan suhteen mittaavalla lokilla:

- Kiinteät maalit eivät liiku
- Aspekti on harhaanjohtava, mutta toisaalta näkyvyyden ollessa rajoitettu päätös ei saa perustua aspektiin¹⁴⁸. Hyvällä näkyvyydellä visuaalinen informaatio syrjäyttää tutkan aspektin. Tutkan käyttäjän on ymmärrettävä, että maalin liikevektori ei ole vastaantulevan aluksen keulasuunta.
- Yhteentörmäyspaikka on oikein.
- Karilleajon vaara käy selkeästi ilmi

Tuuli vaikuttaa tutkan kuvaan eri tavoin kuin virta.

¹⁴⁸ Meriteiden sääntö 19 koskee väistämistä näkyvyyden ollessa rajoitettu.



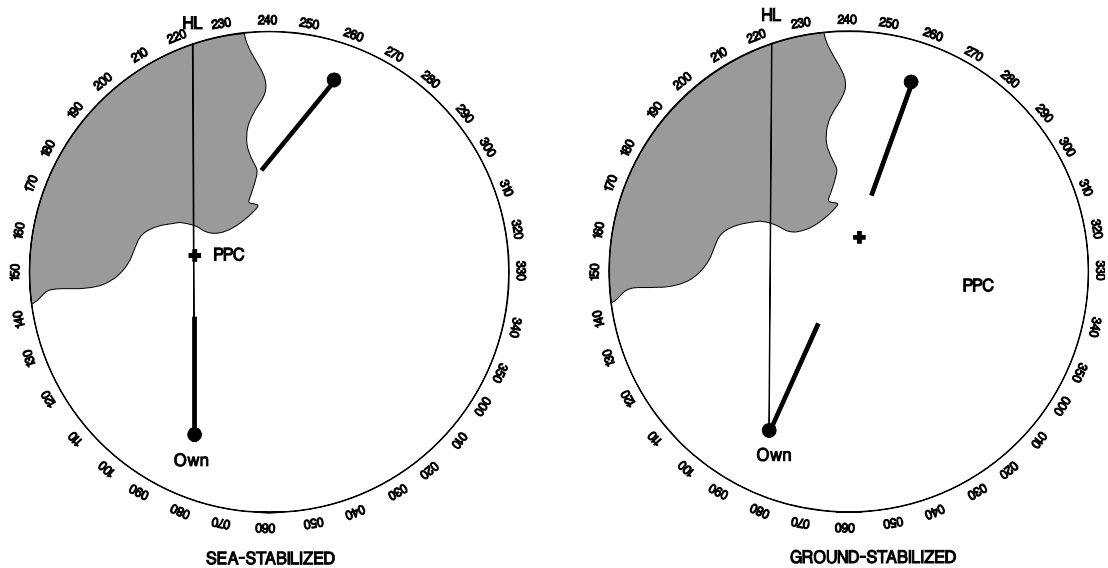
Kuva 52. Esimerkissä tuuli on oikealta. Molemmat alukset ottavat sortokulman huomioon. Virtaa ei ole.

SEA-STABILIZED -näytöllä eli veden suhteen mittaavalla lokilla:

- Oman aluksen liike on keulaviivan suuntainen. Todellinen liike veden suhteen ei ole näkyvissä
- Yhteentörmäyksen vaara käy selkeästi ilmi
- Aspekti näkyy oikein. Maalin todellinen liike veden suhteen ei näy

GROUND-STABILIZED -näytöllä eli pohjan suhteen mittaavalla lokilla:

- Alusten liike on pohjan suhteen. Oman aluksen sorto näkyy keulaviivan liikevektorin kuvaamana.
- Yhteentörmäyksen vaara näkyy selkeästi.
- Aspekti on väärin



Kuva 53. Vuorovesi vaikuttaa omaan alukseen (Own). Vastaantuleva alus on virralta suojassa. Tällainen tilanne on mahdollinen, joskin epätavallinen.

SEA-STABILIZED -näytöllä eli veden suhteen mittaavalla lokilla:

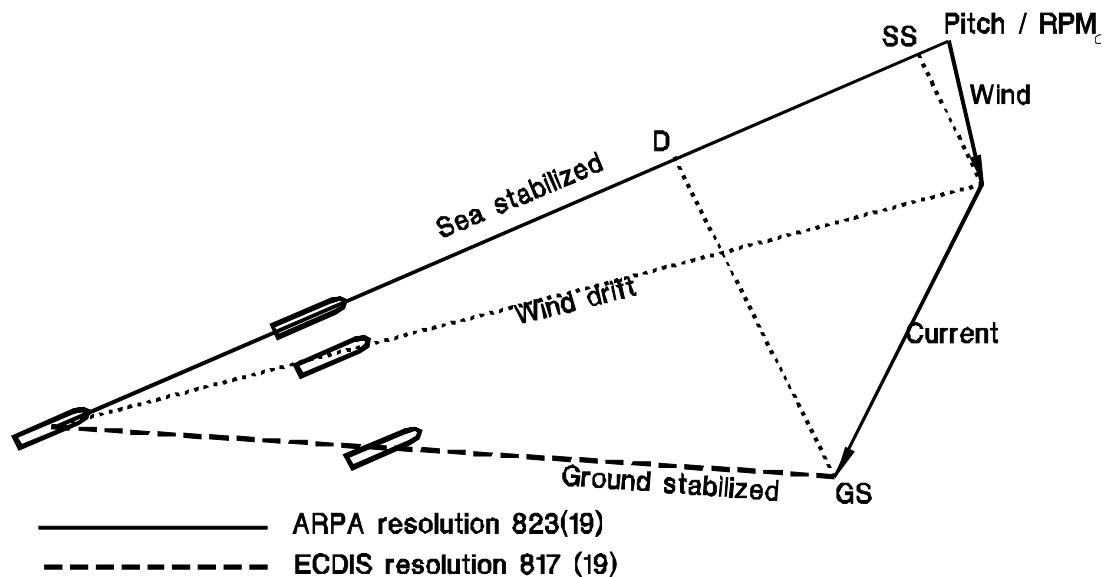
- Aspekti on väärä ja harhaanjohtava huolimatta siitä, että nopeuden mitaus tehdään veden suhteen
- Maalin vektori on väärä. Alus näyttää ohjaavan maihin, vaikka sen suunta on selkeästi irti niemestä
- Yhteentörmäyksen vaara on ilmeinen, mutta sen paikka on väärä

GROUND-STABILIZED -näytöllä eli pohjan suhteen mittaavalla lokilla:

- Aspekti on oikea
- Alusten liike osoitetaan oikein
- Yhteentörmäyksen tuleva paikka ennustetaan oikein

Edellä kuvattujen esimerkkien pohjalta voidaan todeta, että pohjan suhteen mitattu liiketila antaa realistisemman kuvan sekä yhteentörmäys- että karilleajovaarasta, kuin veden suhteen mitattu liiketila. Ristiriita meriteiden sääntöjen ja AR-PA/AIS-ohjeistuksen välillä koskee kulkuvalosektoreiden määrittelemää aspektia, joka ei pohjan suhteen mitatussa liikennetilanteessa kuvaudu oikein.

Seuraavassa tarkastellaan vielä eri nopeudenmittaustapojen merkitystä luotsaustyössä.



Kuva 54. Kuvassa on esitetty erityyppisten lokien mittaamia nopeusvektoreita.
 SS = Sea Stabilized eli nopeus veden suhteen,
 SS + wind = tuulen aiheuttama sorto eli liike veden läpi ja
 GS = Ground Stabilized eli liike pohjan suhteen
 Pitch/RPM_C = laskennallinen nopeus potkuritehon perusteella

SS-vektori (SEA STABILIZED) esittää vedenpaine-lokin elektromagneettisen lokin ja veden suhteen mittaavan yksiaksellisen doppler-lokin antamaa nopeustietoa.

SS + wind -resultanttivektori esittää todellista liikettä veden läpi. Vektori voidaan mitata kaksiaksellisella doppler-lokilla, kun se on veden suhteen mittavassa tilassa.

GS-vektori (GROUND STABILIZED) esittää liikettä pohjan suhteen. Siinä huomioidaan sekä tuulen että virran vaikutus. Se voidaan mitata esimerkiksi ARPAn Reference Target-toiminnalla lukitsemalla kiinteä maali seurantaan, jolloin ARPA laskee oman aluksen suunnan ja nopeuden. Tulos on epätarkka, eikä sen käyttö ole suositeltavaa, mutta säännöt eivät kiellä sen käyttöä.

GPS antaa suoraan COG-suunnan ja SOG-nopeuden. GPS:n heikkoutena voi olla vastaanottimen antennin sijainti mastossa. Aluksen keinuessa maston liikerata aiheuttaa COG-vektorin heilumisen. Tämän seurauksena myös GPS:n kanssa kytkettyjen tutkalaitteiden laskemat ARPA-vektorit heiluvat.

Piste D kuvassa 54 esittää yksiaksellisen doppler-lokin mittaustulosta, jonka loki on mitannut pohjan suhteen vain kolin suunnassa. Tämä ei ole todellista liikettä, ei veden, eikä pohjan suhteen, vaan sen käyttö sotkee tutkamerkinnänpidon.

Yksiakselista doppler-lokia voi käyttää vain vauhdin mittaamiseen veden suhteen esimerkiksi automaattiohjauksen tarvitsemaa nopeustietoa varten.

Nopeuden mittaaminen pohjan suhteen on merimiesten yleisen mielipiteen mukaan selkein vaihtoehto. On kuitenkin tilanteita, jolloin nopeuden mittaaminen veden suhteen on tarpeellinen lisätieto. Voimakkaassa vuorovesivirrassa automaattiohjauksen on tiedettävä veden virtausnopeus peräsimen ympärillä. Ellei veden suhteen mittaavaa lokia ole, on virtaavassa vedessä käytettävä ruorimiestä. Matallikkojen läheisyydessä tutkan on saatava nopeus pohjan suhteen.

Luotsaustyötä suorittavalle merenkulkijalle on hyödyllistä, jos oman aluksen liiketila esitetään tutkan kuvaputkella. Sen toteuttamiseksi tarvitaan vähintään pohjan suhteen mitattu nopeus ja suunta. Aluksen ääriviivojen esittäminen kuvaputkella helpottaa edelleen laivan aseman hahmottamista varsinkin ahtaissa väyläkohdissa. Tässä raportissa myöhemmin kuvattu prediktori-näyttö tukeutuu muun muassa näihin liiketietoihin.

Viranomaiset eivät vaadi reittisuunnitelman kaarresäteitä näytettäväksi tutkalla, mutta ECDIS-laitteissa informaation esitys vaaditaan. Luotsaustyössä aluksen aseman havainnointia väyläalueella helpottaa, jos tutkan kuvaputkella ovat näkyvissä reittisuunnitelma kaarresäteineen ja navigoitavan alueen rajat. Nämä näyttölaitteiden ominaisuudet ovat erittäin hyödyllisiä karilleajon estämiseksi ja näiden ominaisuuksien käytön soisikin yleistyvän laivojen komentosilloilla.

6.3 AIS

Alusten automaattinen tunnistusjärjestelmä (Automatic Identification System, AIS)¹⁴⁹ on järjestelmä, jonka avulla on mahdollista saada reaaliajassa ja laajalta alueelta tietoa aluksista ja niiden liikkeistä. AIS-järjestelmä perustuu VHF-taajuudella toimivaan radiolaitteeseen, joka lähettää automaattisesti ja jatkuvasti omaan alukseen ja sen liiketilaan liittyviä tietoja sekä vastaanottaa vastaavia, muiden alusten lähettämiä tietoja. Laitteiston kantama vastaa VHF-radiolähteyksen kantamaa ja se on immuuni esim. tutka-aallon etenemiseen vaikuttavista maasto- tai näköesteistä. Lähetystoimintaa varten on varattu maailmanlaajuisesti kaksi VHF-taajuutta¹⁵⁰, AIS1 ja AIS2.

IMO on määrännyt järjestelmän pakolliseksi¹⁵¹ kaikille kotimaan liikenteen aluksille, joiden bruttovetoisuus on yli 500 ja kansainvälisen liikenteen aluksille, joiden bruttovetoisuus on yli 300. On siis hyvä muistaa, ettei kaikilla aluksilla välttämättä ole AIS-laitetta tai se voi olla sammutettuna. AIS-lähteyksen on oltava aktiivinen, ellei viranomainen ole antanut lupaa paikkatietojen salaamiseen.

¹⁴⁹ SOLAS Consolidated edition, 2004, Chapter V, Regulation 19 (Carriage Requirements), paragraph 2.4.

¹⁵⁰ Merenkulkulaitoksen verkkosivut

¹⁵¹ A 22/Res917 Guidelines for the onboard operational use of shipborne Automatic Identification System (AIS)

AIS-laite lähettää kahden tyyppistä tietoa, staattista ja dynaamista. Staattinen tieto sisältää aluksen IMO numeron, radiokutsun, nimen, aluksen ja lastin tyytin, aluksen päämitat ja syväyksen, paikannustiedon lähteen, määräsätaman ja arvioidun saapumisajan sinne. Nämä tiedot laite lähettää kuuden minuutin välein.

Liiketilaa kuvaavan dynaamisen tiedon lähetystaajuus vaihtelee aluksen oman nopeuden mukaan laiturissa tai ankkurissa olevan aluksen kolmen minuutin lähetysvälistä asteittain lyhimmillään yli 23 solmua kulkevan aluksen kahteen sekuntiin. Dynaaminen tieto sisältää täydellisimmillään aluksen MMSI numeron, navigointitilan, position, keulan suunnan, kääntymisnopeuden, suunnan ja nopeuden pohjan suhteen sekä paikannuksen tarkkuuden.

IMOn turvallisuuskomitea MSC on julkaissut AIS-laitteen teknisen standardin¹⁵². Sen mukaan aluksen tulisi lähettää AISn kautta kulmanopeustietonsa *'where available'*. Vastaanottaja puolestaan voi valita AIS-kohteiden liikettä kuvaavan tiedon esitystavan ja on mielenkiintoista, että vastaanotettua kulmanopeustietoa ei velvoiteta käyttämään hyödyksi. IMO vaatii, että tiedot liiketilasta lähetetään AIS-järjestelmän kautta muille, mutta ei kuitenkaan sitä, että oman aluksen liiketila esitetään tutkalla.

Vastaanotettu tieto voidaan esittää havainnollisesti tutkan tai elektronisen kartan näytöillä ja käyttää näin osana integroitua navigointijärjestelmää yhteentörmäyksen estämiseksi. Käyttäjän tulee säännöllisesti tarkastaa, että etenkin oman AIS-laitteen lähettämä aluksen liiketilatieto on luotettavaa ja huolehtia matkakohtaisten tietojen oikeellisuudesta. AIS-laite voi olla kytketty erilliseen GPS-vastaanottoon, jota ei aluksella muuhun tarkoitukseen käytetä. Myös AIS-laitteen käyttämä suuntatieto voi olla peräisin gyrokompassin erillistä toistolaitteesta. Ainakin yhdessä onnettomuudessa on osatekijänä ollut kohtaavan aluksen lähettämä virheellinen suuntatieto, kun kompassin toistolaitteen suunta-ohdistus on ilmeisesti jäänyt tekemättä.

Nykyisin AIS-järjestelmästä on tullut välttämätön osa navigointia. GPS ja elektroninen kartta estävät karilleajon ja AIS ilmaisee yhteentörmäysvaaran. Tutkaa tarvitaan niiden alusten havaitsemiseen, joissa ei ole AIS-lähetintä. Joissain tapauksissa kohde ei näy tutkassa. Esimerkiksi hinauksessa oleva puutavara-proomu ei ehkä näy tutkalla, jolloin ainoa mahdollisuus onnettomuuksien välttämiseksi on varustaa tällaiset proomut AIS-lähettimillä¹⁵³.

¹⁵² IMO, MSC, 74(69) 1998, (ANNEX 3)

¹⁵³ OTK C 1/2007M, M/S KRISTINA REGINA ja proomu CARRIER 5, yhteentörmäys Tanskan aluevesillä Kadetrendenissä 29.5.2007

AIS-järjestelmä on oltava liitettyä kaikkiin uusiin tutkiin vuoden 2008 kesäkuusta lähtien¹⁵⁴. Kestää varmasti seuraavan vuosikymmenen puoliväliin ennen kuin vanhat tutkat on kauppalaivastossa uusittu. Tällä hetkellä noin neljänneksellä aluksista on elektroninen kartta, johon on liitetty AIS¹⁵⁵. Tutkan merkitys pienee tulevaisuudessa, mutta tarpeettomaksi se ei käy. Elektronisen kartan ja AIS-järjestelmän yhdistelmää ei nimittäin pidetä riittävänä yhteentörmäysten estämiseksi. Tutkan ja AIS-järjestelmän yhdistelmä on tässä tarkoituksessa tehokkain. IMO tullee määrittelemään AIS:n lähitulevaisuudessa viralliseksi yhteentörmäyksen estolaitteeksi¹⁵⁶.

6.4 Ohjauslaitteet

IMO ei ole antanut juurikaan teknisiä suosituksia ohjauslaitteista. Määräykset koskevat vain ruorikoneita ja automaattiohjauksia. Seuraavassa on esitelty hallintalaitteita jaoteltuna toimintaperiaatteidensa mukaan. Ohjaus- ja navigointilaitteiden käytettävyyttä on käsitelty Mikko Kallaksen diplomityössä *'Komentosiltilaitteiden käytettävyys luotsauksessa'* (2008).

6.4.1 Aikaohjaus

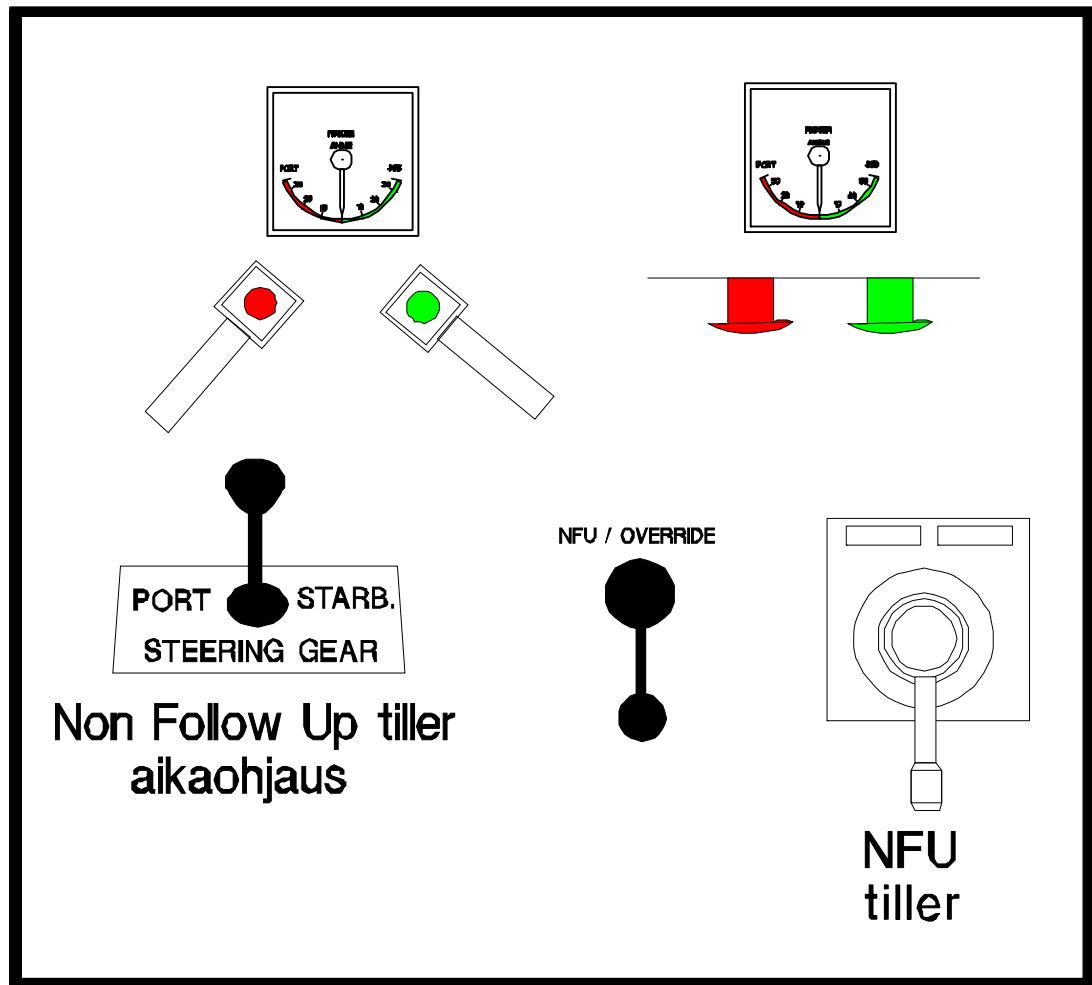
Yksinkertaisin ja halvin käsiohjauskontrolli on aikaohjaus (NFU, Non Follow Up, kuva 55). Se on kytkin, joka ohjaa sähkövirran ruoripumpulle. Vivusta tai painonapista hellitettäessä kytkin palautuu alkuasentoon, pumppu pysähtyy ja peräsin jää poikkeutettuun kulmaan. NFU-vivun tunnistaakin juuri siitä, että jousi palauttaa vivun alkuperäiseen asentoon heti, kun siitä hellittää. Painonapit ovat aina NFU-aikaohjauksia. Tätä ohjausta käytetään toimintavarmuutensa takia hätäohjauksena.

Yleensä NFU-ohjauksen tunnisteteksti on merkitty vivun tai painonappien viereen. Näin ei kuitenkaan aina ole. Huokean hintansa takia NFU-ohjaus on monessa rahtialuksessa ainoa käsiohjausmenetelmä. Komentosillan ohjauspisteet voidaan nimittäin helposti kytkeä sähköisesti sarjaan, jolloin kaikki komentosillan NFU-ohjaukset voivat olla käytettävissä ilman ohjauskontrollin erillistä siirtoa ohjauspisteestä toiseen. Sähköinen sarjaankytkentä onkin hätäohjauksessa suositeltava tapa, mutta joissakin aluksissa jokainen NFU-ohjaus on kytkettävä käyttöön erikseen. Ohjauslaite ei itse ilmaise, onko se toiminnassa vai ei, joten sen toimivuus on aina tarkistettava peräsinkulman osoittimesta. Siksi NFU-ohjauksen käyttäminen olisi aina osoitettava ruorimiehelle.

¹⁵⁴ Resolution MSC.192.(79) 2004. Adoption of the Revised Performance Standards for Radar equipment. December 2004.

¹⁵⁵ Andy Norris, Automatic For The People, Navigation News September/October 2008. © RIN. ISSN 0268 6317.

¹⁵⁶ Guidelines for the On-Board operational use of shipborne Automatic Identification Systems (AIS). Resolution A. 917(22) 2001, ANNEX, paragraph 39: *'The potential of AIS as an anti-collision device recognized and AIS may be recommended as such a device in due time.'*



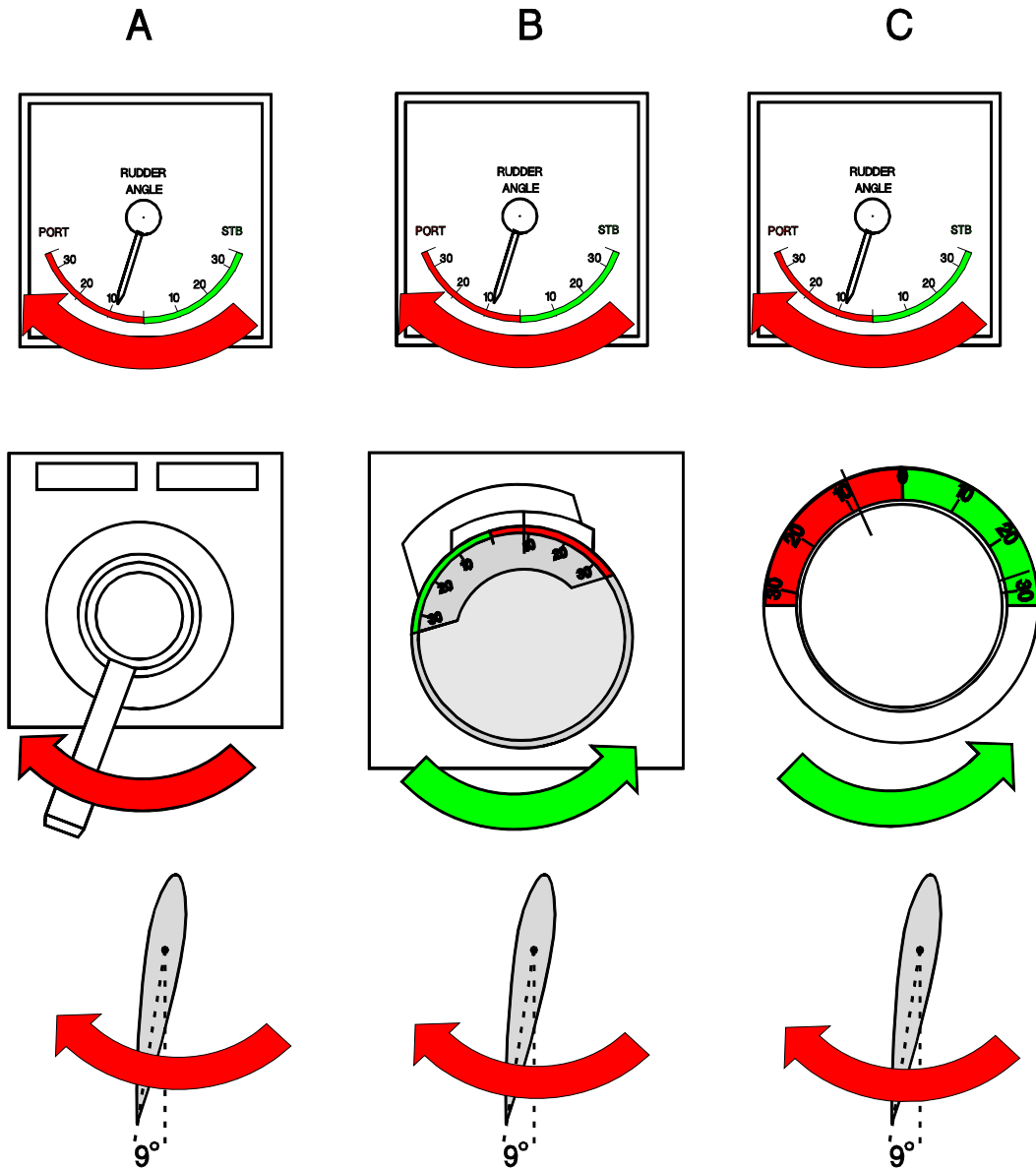
Kuva 55. Erilaisia NFU-ohjailulaitteita. Oikeanpuoleinen NFU-vipu on harhaanjohtavasti samanlainen kuin FU-vipu (FOLLOW UP, kohta 6.4.2).

6.4.2 Matkaohjaus

FU- (FOLLOW UP) eli matkaohjaus siirtää peräsimen ohjausvivun asentoa vastaavaan kulmaan. FU-ohjausvivun tuntee siitä, että jousi ei palauta sitä keskelle. Luotsi voi tarvittaessa itse käyttää FU-ohjausta ja samalla keskittyä tutkakuvan seuraamiseen, mutta pitkäaikainen käsiohjaus ei kuulu luotsaustyön tekijän toimenkuvaan.

FU-ohjaimen käyttö on yleensä helpompaa kuin NFU-ohjaimen, mutta täysin mutkatonta se ei kuitenkaan välttämättä ole. FU-ohjaimen käytön helppous on nimittäin riippuvainen ohjaimen ergonomiasta. Kuvassa 56 esitetään peräsinvivun kääntäminen kolmen erityyppisen FU-ohjaimen avulla. Kuvan vasemmanpuoleisessa laitteessa käden liike on myötäpäivään ja sekä peräsin että tietenkin peräsinkulman osoitin kääntyvät myös myötäpäivään. Peräsinkulman osoittimen ja ohjausvivun kulma-asteikot ovat useissa laitteissa venytetty havainnollisuuden

parantamiseksi. FU-ohjausvipu kuvaa peräsimen asentoa suoraan. Kääntämällä vipua vasemmalle, peräsin ja aluksen suunta kääntyvät vasemmalle.



Kuva 56. Kolme erilaista FU-ohjausta. Vipu A on looginen peräsimen liikkeen ymmärtämiseksi. Kieikkoja B ja C käännettäessä vastapäivään peräsimet kääntyvät myötäpäivään. Niin kauan, kun alus kulkee eteenpäin, sekaantumisen vaara on pieni. Kun alusta ohjailaan satamassa, peräsimen poikkeutussuunta ohjaimissa B ja C ei tule selvästi ilmi.

Kuvan keskimmaisessa FU-ohjauskiekoissa sekavuutta lisää peräsinkulma-asteikon väriä, joka on kiinnitetty kiekkoon. Kiekon kääntäminen vastapäivään kääntää peräsimen myötäpäivään. Kiekon vihreä kenttä on tässä tapauksessa vasemmalla.

Kuvan oikeanpuoleisen ohjaimen kulma-asteikko on kiinteä ja sen väritys kuvaa loogisesti kääntymissuuntaa, mutta peräsin kääntyy ohjaimeen nähden vastakkaiseen suuntaan.

Peräsinohjaimen komento ja peräsimen asento tulisi kuvata yhtenäisellä tavalla, jotta järjestelmä toimisi selkeän logiikan mukaan sekä reittiajossa että satamaohjailussa. Kun alus kulkee eteenpäin, niin sekaantumisen vaara on pieni, mutta peruutettaessa peräsinvoiman suunta voi jäädä käyttäjälle epäselväksi.

IMOn säännöissä ei ole vaatimusta, jonka mukaan luotsilla olisi oltava mahdollisuus käyttää FU-ohjausvipua, joka vastaa peräsimen liikesuuntaa. Kuvan 56 A ohjain toimii tämän periaatteen mukaan.

6.4.3 Konekäskyvälitin

Konekäskyvälittimen toimintatapaa ei ole tarkkaan kuvattu SOLAS-säännössä. Käytännöksi on kuitenkin muotoutunut, että konekäskyvälittimet toimivat lähes aina follow up -periaatteella. Hätäohjauslaitteet ovat kuitenkin lähes aina non follow up -laitteita.

Kiinteäsiipisellä potkurilla varustetuissa aluksissa konekäskyvälitin muuttaa pääkoneen kierroslukua. Säätsiipipotkurin tapauksessa välitin muuttaa sekä pääkoneen kierroslukua että potkurin nousua kombinaatiokäyrän mukaan. Tällä pyritään suojelemaan pääkoneita ryntäykseltä sekä parantamaan polttoainetaloutta, kun potkurin nousun ja kierrosluvun suhde vastaa potkurin optimoitua suunnittelupistettä. Samoin pääkoneen kierrosluku ja potkurin vaatima vääntömomentti ovat oikeassa suhteessa toisiinsa nähden. Joissain aluksissa on käytössä myös konekäskyvälittimiä, joissa potkurin nousua ja pääkoneen kierroslukua voidaan säätää itsenäisesti. Automaattinen kulkunopeuden säätö, SPEED PILOT, käsitellään myöhemmin tässä raportissa.

6.4.4 Automaattiohjaus

Luotsi voi työssään joutua käyttämään automaattiohjausta. Sääntöjen väljyyden vuoksi automaattiohjauslaitteiden käyttöliittymät poikkeavat huomattavasti toisistaan. Tämä vaikeuttaa ulkopuolisen luotsin työtä huomattavasti. Luotsaustyön tekijöiltä ei voida vaatia lukuisten eri automaattiohjauslaitteiden käytön hallintaa. Vaikka automaattilaitteiden käsikirjoista löytyykin useimmiten varsin kattava kuvaus kyseisen laitteen käytöstä, ei ohjausjärjestelmän suorituskkyä eri sääolosuhteissa ole niissä käsitelty.

Automaattiohjauksen alhaisin automaatiotaso on ohjaus kompassisuunnan mukaan. Yksinkertaisimmillaan ohjauslaite on tällöin sähköisesti kytketty vain kompassiin ja peräsinkoneeseen. Tätä ohjaustilaa kutsutaan yleisesti nimellä HEADING MODE. Automaatti voi myös ottaa aluksen sortokulman huomioon kaksi-komponenttilokin tai GPS-vastaanottimen antaman poikittaisnopeustiedon perusteella. Tällaista ohjaustilaa voidaan kutsua esimerkiksi nimellä AUTODRIFT

tai COURSE MODE. Muita automaattiohjausten toimintatiloja on käsitelty myöhemmin kohdassa 7.2.

Turvallisin tapa käyttää outoa automaattiohjausta on käyttää sitä suorilla väyläosuuksilla ja tehdä varsinaiset käännökset FU-käsiohjauksessa. Automaattiohjauslaitteissa on usein tarjolla useita erilaisia ohjaustiloja ja siksi luotsin olisi selvitettävä, missä ohjaustilassa automaatti seuraa pelkästään keulan suuntaa.

Avoimilla väyläosuuksilla voidaan automaattiohjaimella suorittaa käännöksiä, mutta ahtaammissa väyläkohdissa automaatin käyttö edellyttäisi jo sen asetusparametrien tuntemista. Seuraavassa on kuvattu eri säätöarvojen tyypillisiä vaikutuksia järjestelmien käyttäytymiseen, mutta on tärkeää muistaa, että varmuuden kyseiseen automaattiohjaukseen vaikuttavista säädöistä saa vain sen laitevalmistajan dokumentaatiosta.

Yleinen automaattiohjainten säätöarvo on RUDDER LIMIT eli peräsinkulman rajoitin. Automaattiohjaus ei käännä perästä tätä raja-arvoa enempää. Joissakin automaattiohjaimissa myös lokin nopeustieto rajoittaa ruorikulmaa automaattisesti siten, että nopeuden kasvaessa suurin sallittu ruorikulma pienenee.

RUDDER LIMIT asetus on sikäli ongelmallinen, että se heikentää aluksen suorituskykyä. Eräässä onnettomuudessa automaattiohjaus on ollut kykenemätön kääntämään alusta riittävän nopeasti käyttäjän asettaman alhaisen RUDDER LIMIT -arvon vuoksi. Ideaalisessa tilanteessa automaattiohjaus on suunniteltu ja säädetty siten, ettei se aiheuta alukselle liian äkkinäisiä liikkeitä, mutta tarvittaessa käyttää peräsimen koko ohjauskulma-aluetta, jos esimerkiksi matalikon imuvaikutus heikentää aluksen kääntymistä väylällä.

Automaattiohjaimien valmistajat antavat käyttäjille eri mahdollisuuksia vaikuttaa järjestelmiensä käyttäytymiseen esimerkiksi sääolosuhteiden muuttuessa. Pääasiallisesti toteutustavat voidaan jakaa kolmeen ryhmään.

Käyttäjällä voi olla täysi vapaus muuttaa kontrollijärjestelmän säätöarvoja tai valmistaja voi sallia vain tietynsuuruisen muutoksen asennus- ja koeajovaiheessa määritettyihin perusasetuksiin. Kolmantena vaihtoehtona on sallia käyttäjän valita ennalta nimettyjen säätöasetusten välillä.

Ensimmäisenä mainittu parametrien täysi muutosoikeus on kaikista vaihtoehtoista riskialtein. Asiantuntemattomasti tehdyt muutokset asetusarvoihin voivat romahduttaa automaattiohjauksen suorituskyvyn. Säädettyjen parametrien lukumäärä ja vaikutustapa vaihtelee valmistajakohtaisesti, eikä mitään yleissääntöä ole olemassa. Vakiintuneita ja tyypillisiä perussäätöjä ovat YAWING, RUDDER ja COUNTER RUDDER. Näiden asetusarvot ovat normaalisti karakteristisia arvoja välillä nollasta tai yhdestä viiteen tai kymmeneen. Arvoalue vaihtelee valmistajakohtaisesti ja on huomattava, että joissain järjestelmissä pieni lukema vastaa voimakasta ohjausta ja toisissa päinvastoin. Sääto ei myöskään ole välttämättä lineaarinen, asetuksen muuttaminen esimerkiksi arvosta kolme arvoon

seitsemän ei muuta järjestelmän ohjausta kaksi kertaa niin paljon kuin muutos arvosta kolme arvoon viisi. Kun tämän lisäksi laivan käyttäytyminen on epälineaarista, niin tietyn säätöarvon muutoksen kokonaisvaikutusta on käytännössä mahdotonta arvioida muuten, kuin kokeilemalla uusia asetuksia pienin muutoksin.

YAWING vaikuttaa järjestelmän kokonaisaktiivisuuteen suunnan tai kurssin kontrollissa. Luotsauksessa kerroin tulisi valita siten, että saavutetaan tarkka ohjaus, eikä turhaa mutkailua esiinny. Tarkka ohjausasetus esimerkiksi avomerellä voi pitkällä aikavälillä rasittaa ruorikonetta liikaa.

RUDDER vaikuttaa käännöksen aloitukseen ja koko käännöksen peräsinkulmaan. Luotsauksen soveltuva asetusarvo on suunnilleen kertoimen arvoalueen puolivälissä.

COUNTER RUDDER vaikuttaa ennen kaikkea käännöksen lopetukseen. Voimakas COUNTER RUDDER -korjaus saattaa pysäyttää käännöksen liian aikaisin. Pieni korjaus antaa käännöksen liukua uuden suunnan yli. Luotsauksessa korjauksen tulisi olla mielellään keskimääräistä voimakkaampi, ettei käännös jatku tavoitekurssin yli.

Aluksen päällystön tulisi selvittää ulkopuoliselle luotsille, mitä asetusarvoja automaattiohjaimessa tulee luotsauksessa käyttää ja muuttaa itse asetukset valmiiksi. Mikäli päällystö ei ole koskaan luotsannut alusta kapeilla väylillä, on epätodennäköistä, että luotsi saa tarvitsemaansa apua. Jos automaattijärjestelmän ohjaustarkkuus jää riittämättömäksi, on luotsilla perusteltu syy vaatia ruorimiestä paikalle.

Automaattiohjaukselle annettavan käännöskomennon olisi oltava mahdollisimman yksinkertainen. Näin ei kuitenkaan aina ole. Eräässä suositussa ohjausjärjestelmässä suunnanmuutos annetaan kolmen käskyn vakiorutiinina, jotka ovat kulmanopeuden valinta, haluttu tavoitesuunta käännöksen jälkeen ja itse käännöskomento, mutta komento on tehtävä 15 sekunnin kuluessa käännösarvojen asetuksesta tai muuten asetukset nollautuvat. Tässä on vaarana se, että käännöskomennon jälkeen alus jatkaakin kulkua suoraan, kun käyttäjältä on 15 sekunnin aika ehtinyt ylittyä. Käännös voidaan kyseisellä laitteella tehdä myös yhdellä komennolla, mutta silloin kyseessä on hätämanööveri, jossa peräsinkulmaa säätelee pelkästään RUDDER LIMIT raja-arvo. Automaattiohjaimen käyttöliittymä ei selkeästi ilmaise näiden käyttötapojen eroavuutta luotsaustilanteessa.

Automaattiohjaimen tavoitekulmanopeus tai kääntöympyrän säde olisi edullista voida asettaa yhdellä komennolla. Uusi suunta voitaisiin asettaa valmiiksi hyvässä ajoin ennen käännöksen alkua. Tämän jälkeen luotsi voisi keskittyä tutkan kääntömerkkiin ja aloittaa suunnitellun käännöksen yhdellä napin painalluksella.

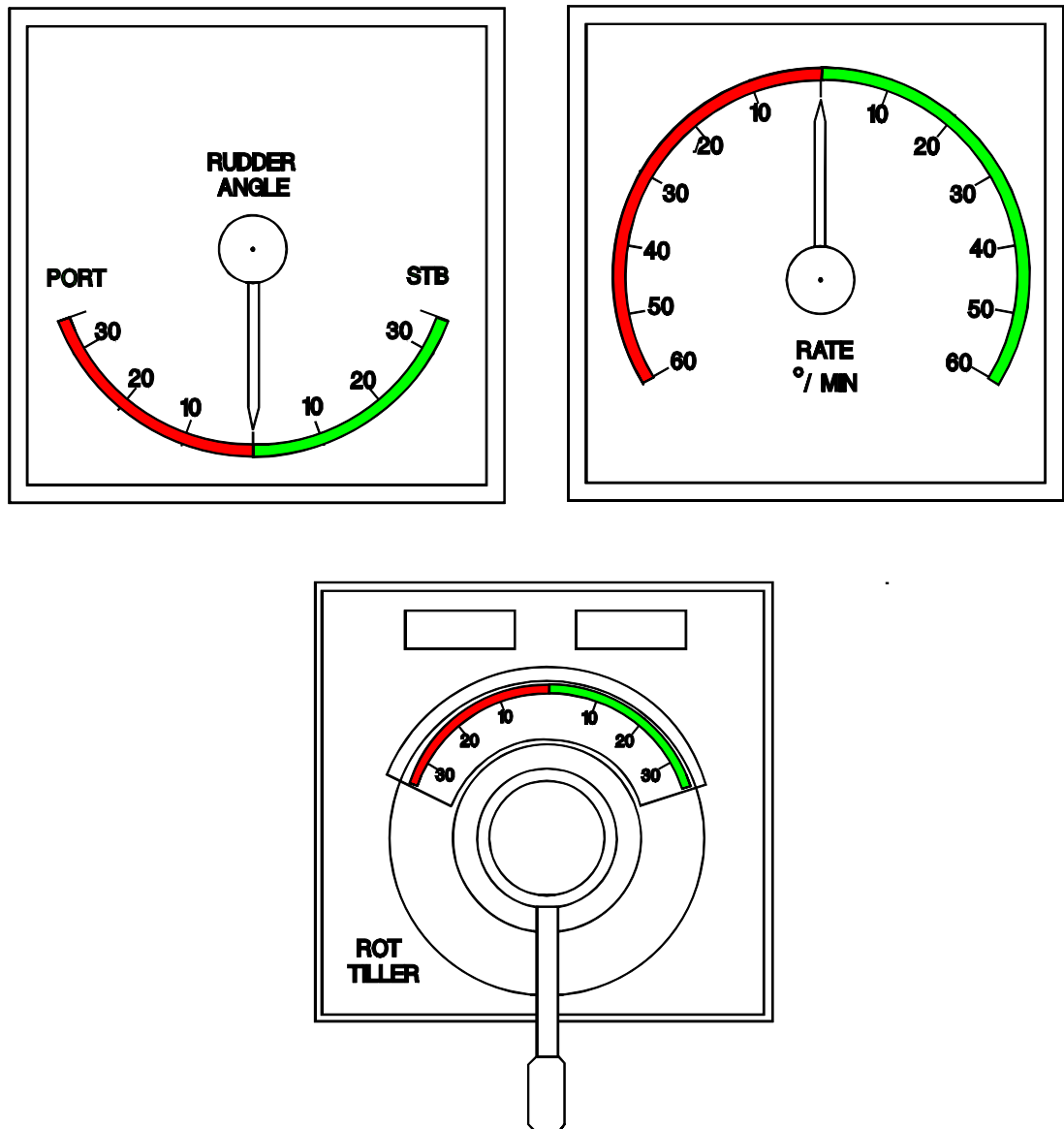
IMO ei edellytä automaattiohjaukselta kykyä suorittaa käännöksiä kulmanopeusohjauksessa¹⁵⁷, mutta toisaalta IMO esittää, että jos ohjausjärjestelmä tukee ennalta ohjelmoidun reitin seuraamista, niin automaattiohjauksen on pystyttävä ohjaamaan suunniteltua kaarresädettä tai kulmanopeutta¹⁵⁸. Säädösten avulla ei siis ole varmistettu sitä, että automaattiohjaukseen asetettu tulevan käännöksen kaarresäde olisi esitetty tutkanäytöllä. Edelleen IMO:n ECDIS-standardi vaatii, että reittisuunnitelman kaarresäde täytyy esittää elektronisella kartalla¹⁵⁹. Kun luotsaustyötä ei mainita IMO:n säädöksissä omana työtehtävänä, on tämä sallinut edellä kuvatut, luotsauksen näkökulmasta sekavat tekniset vaatimukset.

Jotkin automaattiohjaimet on varustettu erillisellä ohjausvivulla kulmanopeusohjailua varten. Tällainen kulmanopeusautomaatti sopii luotsaukseen helppokäyttöisyyteensä vuoksi. Sen käyttöperiaate on laitevalmistajasta riippumatta yleensä sama. Automaattiohjaimesta valitaan ohjaustilaksi ROT Tiller (kuva 57). Valinta aktivoi kulmanopeuden säätövivun, jolloin kompassiin perustuva suuntaohjaus kytkeytyy irti. Kulmanopeus 0°/minuutissa tarkoittaa 'suoraan näin'. Ellei aluksella ole kulmanopeushyrrää, automaattiohjaus voi laskea kulmanopeuden hyrräkompassin antamien tietojen perusteella. Aiemmin kuvatut automaattiohjainten kertoimet (YAWING, RUDDER, COUNTER RUDDER) toimivat myös kulmanopeusohjailussa.

¹⁵⁷ IMO MSC 64(79) 1996, Annex 3, Recommendation on performance standards for Heading Control systems, kohdat 2,5 ja 3,2.

¹⁵⁸ MSC resolution A.74(69) 1998, Annex 2, Recommendation on performance standards for Track keeping systems.

¹⁵⁹ IMO Resolution A. 817(19) 1995, Annex Performance standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS). Kohta 10.4.1.



Kuva 57. Kulmanopeusohjauksen ROT (Rate Of Turn) vipu. Peräsinkulman osoittimen lisäksi luotsin on seurattava kulmanopeusmittaria.

Kulmanopeusohjaimen liikesuunta vastaa käännöksen alussa peräsimen liikesuuntaa. Käännettäessä vipua vasemmalle halutaan keulan kääntyvän vasemmalle. Kuvan ROT Tiller -ohjaus sallii käännöskomennoksi enintään 35°/minuutissa. Tämä säätöalue on riittävä vielä 12-13 solmun nopeuksille. Sitä suuremmilla nopeuksilla kaarteesta tulee usein liian loiva, kuten seuraava taulukko osoittaa.

Taulukko 9. Kääntöympyrän säteen suhde nopeuteen. Kulmanopeus on 35°/minuutissa. Säde on esitetty meripeninkulmina ja nopeus solmuissa. $R \approx 0,955(V/\omega)$, $\omega = ^\circ/\text{minuutissa}$.

Säde, R	0,27'	0,3'	0,33'	0,35'	0,38'	0,41'
Nopeus, V	10	11	12	13	14	15

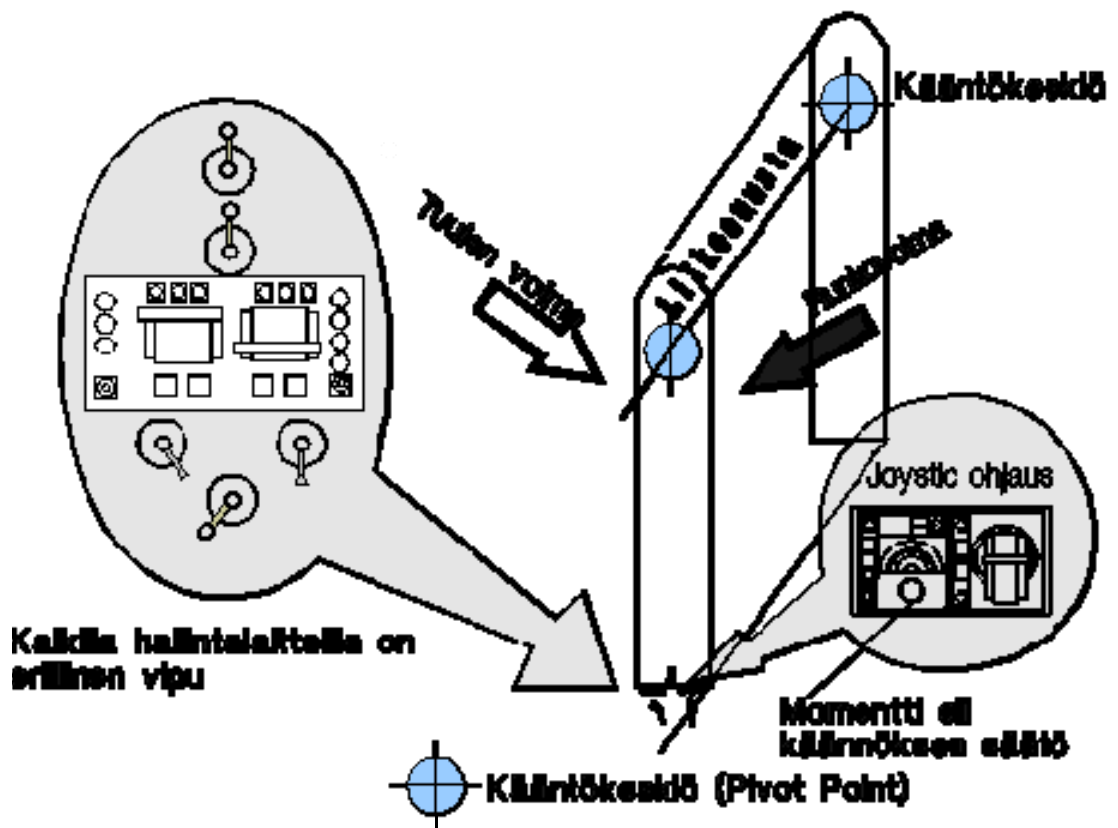
Kulmanopeusautomaatti ja FU-käsiohjaus muodostavat luotsauksessa hyvän kokonaisuuden. Tällaisen vakio-ohjailujärjestelyn yleistyminen laivoilla olisi vierailevan luotsin näkökulmasta edullista, sillä nykyaikaisen aluksen komentosillalla voi olla jopa useita kymmeniä erilaisia käsi- ja automaattijärjestelmien ohjaus-tiloja.

6.4.5 Joystick

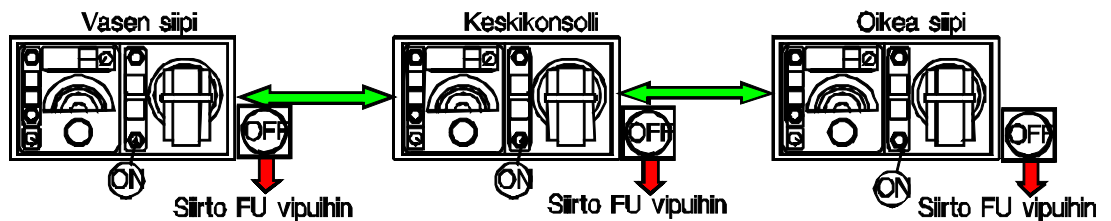
Kun ohjailupotkurit 1970-luvulla yleistyivät laivoilla, niin hallintalaitteiden lukumäärä komentosilloilla kasvoi. Komentosillan ohjauspisteessä saattoi olla jopa seitsemän erillistä ohjailuvipua. Tästä seurasi, että esimerkiksi satamamanöövareissä kaikkia ohjailulaitteita ei välttämättä ehditty käyttää tehokkaasti. Tilannetta yritettiin hallita ajamalla satama-alueilla kovempaa, sillä alhainen nopeus olisi kasvattanut aluksen sortokulmaa ja johtanut hallinnan menetykseen. Operoinnin riskitaso kohosi ja satamanohjailua varten alettiin kehittää integroivia hallintajärjestelmiä.

Satamaohjailussa ohjauslaitteiden erillisiä vipuja korvataan joystick-ohjauksella, jossa on kaksi säätövipua. Varsinaisella joystick-vivulla osoitetaan laivan ohjaukseen halutun resultanttivoiman suunta (360°) ja teho. Pyöreällä kääntönupilla säädetään haluttu kääntömomentti ja siten haluttu kiertoliike ohjelmoidun kääntymiskeskiön suhteen. Näiden komentojen perusteella joystick-ohjauksen logiikka laskee kullekin ohjauslaitteelle, keulan ja perän ohjailupotkureille, pääpotkureille ja peräsimille optimaaliset asetusarvot, jotta haluttu liiketila saavutetaan.

Järjestelmä jättää perustilassaan ulkoisten voimien vaikutuksen huomiotta, joten jos esimerkiksi sivutuuli pyrkii kääntämään alusta, niin käyttäjän on itse käännettävä joystick-ohjaimen kääntönuppia vastakkaiseen suuntaan, jotta alus kulkisi suoraan. Joystick-järjestelmissä voi olla myös puoli- tai täysautomaattisia ohjaus-tiloja, jolloin ne lähestyvät toiminnaltaan seuraavassa kuvattuja DP-järjestelmiä.



Kuva 58. Konventionaaliset vivut ja joystick-hallintalaite.



Kuva 59. KaMeWan Joystick-ohjaus aktivoituu ON-napin painalluksella ja OFF-napilla ohjaus siirtyy FU-käsiohjaukseen.

6.4.6 DP-järjestelmät

Useissa risteilyaluksissa, ro-ro-aluksissa ja monitoimimurtajissa, joissa on tehokkaat ja monipuoliset potkurilaitteet, on käytössä alun perin kaapelilaivoille ja öljykenttien huoltoaluksille suunniteltuja DP- (Dynamic Positioning) järjestelmiä. DP-järjestelmän avulla alusta voidaan siirtää tehokkaasti halutussa liiketilassa, tai saada se pysymään täysin paikallaan. Alus voidaan kääntää satama-altaassa esimerkiksi siten, että aluksen keskipiste pysyy paikallaan. Tämän jälkeen alus voidaan siirtää laituriin lukitsemalla DP-järjestelmän ohjaus pitämään aluksen kölilinja laiturin suuntaisena ja aluksen pituussuuntainen paikka laiturin suhteen

kohdallaan. Sen jälkeen laiva voidaan ajaa suoraan sivuttain laituriin. DP-järjestelmissä on usein lukuisia ohjailutiloja, joista useimmat ovat tavalliselle kauppalaivalle tarpeettomia. On kuitenkin tärkeää, että aluksella käydään läpi ja päätetään, mitkä ohjaustiloista soveltuvat parhaiten kyseisen aluksen satamamanöveereihin ja pitäydytään tehdyissä valinnoissa.

6.4.7 Ohjailulaitteiden käyttö ja käytettävyys

Nykyisten laivojen komentosilloilla yksi ohjailupaikoista sijaitsee yleensä keski-laivassa tutkan näyttölaitteen vieressä ja kaksi muuta komentosillan siivillä. Usein FU-ohjaus on vain ruorimiehen erillisessä ohjauspaikassa ja ohjailupaikkojen aktivointi tehdään tavallisesti mekaanisella kytkimellä. Automaattiohjauksen aktivointi tehdään normaalisti samalla kytkimellä, joten kytkimen valinta-asentoja voi olla neljä tai viisi. Tällä tavalla toteutettu ohjauslaitteen aktivointilogiikka on onnettomuustilastojen valossa vaarallinen, sillä yllättävässä ohjaustilanteessa kukaan ei ole kytkimen välittömässä läheisyydessä ja jos kytkin on väärässä asennossa, ei haluttu ohjauslaite toimi.

Turvallisin ja selkein järjestely ohjausjärjestelmästä toiseen siirtymiseksi on joko ohjailulaitteen viereen sijoitettu painonappi, jonka painaminen kytkee viereisen ohjauslaitteen aktiiviseksi ja samalla se kytkee muut ohjauslaitteet pois käytöstä. Tämä *'command request'* -järjestely vaatii edellä kuvattua valintakytkintoteutusta enemmän kaapelointia ja perinteisiä valintakytkimiä käytetäänkin halvemmän asennustyön takia. Vaarallisista valintakytkimistä luopuminen vaatisi IMon päätöslauselman.

SOLAS-sääntö¹⁶⁰ edellyttää, että aluksen päällystön tulee tuntee aluksen ohjausjärjestelmät ja toimenpiteet järjestelmän käytöstä toiseen siirtymiseksi. IMon Pilot Card ja Wheelhouse Poster¹⁶¹ eivät esitä kuvausta aluksen ohjauslaitteista, niiden aktivoinnista eikä ohjailussa tarvittavista vakiorutiineista¹⁶². Käytännössä luotsi joutuu kysymään vahtipäälliköltä, missä ohjauslaitteiden valintakytkin on, miten automaattiohjaus kytketään pois päältä ja miten FU-ohjaus otetaan käyttöön. Väärinkäsitysten välttämiseksi aluksen vakiorutiineihin kannattaisi kirjata, mitä ohjaustiloja satamaohjailussa, väylänavigoinnissa ja avomerellä tulisi käyttää.

6.5 Kannettava karttatietokone

Komentosillalle asennettujen navigointilaitteiden tehokas hyödyntäminen on aluksessa vierailevalle valtion luotsille useimmiten vaikeaa, jos luotsia ei ole aiemmin koulutettu juuri asianomaisen järjestelmän käyttäjäksi. Toisaalta luotsattavasta aluksesta saattaa tyystin puuttua rannikkonavigointiin soveltuva laitteis-

¹⁶⁰ SOLAS, 01/07 2004, Luku V, Sääntö 26, kohta 3.2.

¹⁶¹ IMO Res. A.601(15) 1987. Pilot Card and Wheelhouse Poster.

¹⁶² IMO Res. A. 960(23) 2003. Pilot Training, Certification and Operational Procedures.

to. Mikäli navigoinnin vähimmäisvaatimuksin varustetulla aluksella joudutaan vaikeisiin sää- tai jääolosuhteisiin, on luotsin omasta, kannettavasta karttanäytöllä varustetusta paikanmäärityslaitteesta suuri hyöty. Sääolosuhteet voivat vaikuttaa laivan tutkan kykyyn erottaa maaleja ympäristössä, tai luotsattavalla väyläosuudella voi olla laajempia avoimia alueita, joissa on vaikea saada kunnollisia tutkakaukua. Myös yllättävissä navigointitilanteissa on kannettavasta laitteistosta hyötyä päätöksenteon apuvälineenä. Sama koskee harvoin liikennöityjä väyliä sekä satamia. Laitteen näytön avulla on luotsin helppo havainnollistaa aikomuksiaan ja parantaa miehistön tilannetietoisuutta.

Kämmen- tai kannettaviin tietokoneisiin asennettavat elektroniset karttaohjelmat ovat kehittyneet yhdessä GPS-laitteiden kanssa. Markkinoilla on ohjelmia mobiililaitteiden käyttöön perusnäytöstä aina täysiveriseen ECDIS-laitteistoon asti. Paikannuslaitteiden ja sovellusten kehitys on viime vuosina ollut voimakasta. Yhteistä näille laitteille on, että ylivoimaisesti suurinta osaa ei ole kehitetty erityisesti luotsausta silmällä pitäen. Karttaohjelman on oltava selkeä ja helppokäyttöinen ECDIS-hyväksytty ohjelmisto, joka hyödyntää S57 karttatietoa. Kaikki ohjelmat sisältävät luonnollisesti samoja tai samantyyppisiä toimintoja, mutta selvityksen mukaan ohjelmien käyttö voi erota huomattavastikin toisistaan. Esimerkiksi reitinseurannan visuaalisuudessa ja toiminnassa on suuria eroja. Ohjelmassa tulisi selkeästi näkyä arvio paikanmäärityksen luotettavuudesta. Usein käyttöön vaikuttaa tottumus jonkin ohjelman toimintoihin. Monet luotsit ovat omaehtoisesti tutustuneet moniin eri ohjelmiin ja laitteistoihin. Näin on vuosien varrella syntynyt varsin mittava kokemus kannettavista paikanmäärityslaitteista. Tätä kokemusta ei ole kerätty yhteen, mutta tieto on levinnyt suullisesti luotsien keskuudessa.

Luotsausliikelaitoksessa on toteutettu projekti kannettavan karttanäytön hankkimiseksi luotsien käyttöön. Projektissa on kerätty kokemuksia useiden valmistajien ohjelmista ja laitteista. Kaikki ohjelmat oli varustettu S57 karttastandardin mukaisilla elektronisilla kartoilla ja laitteet ovat kytkettävissä useampaan eri paikanmäärityslähteeseen. Kannettava karttanäyttö on ollut Luotsausliikelaitoksen käytössä syksystä 2008 lähtien.

Tavallisesti ohjelmaan kytketään paikanmäärityslaitteeksi GPS, josta saadaan paikkatieto sekä suunta ja nopeus pohjan suhteen. Lisäksi GPS-laitteiden kautta on saatavissa vaihtelevasti arvioita lasketun position luotettavuudesta. Paikkatieto voi tulla ohjelman käyttöön myös siihen kytketyn AIS-laitteen kautta jos luotsi kytkee elektronisen karttatietokoneensa AIS-laitteen navigointitiedon ulostuloon, niin sanottuun Pilot Plugiin. Sitä kautta luotsin on mahdollista saada kaikki luotsattavan aluksen vastaanottama ja ulos lähettämä tieto omaan karttaohjelmaansa. Tällöin on käytettävissä myös keulan suuntatieto ja tärkeää tietoa AIS-maaleihin lasketuista CPA (pienin sivuutusetäisyys) sekä TCPA (aika joka kuluu pienimpään sivuutusetäisyyteen) arvoista. Pilot Plug -kytkennän heikkoutena on riippuvuus yhdestä tietolähteestä. Oman GPS-vastaanottimen käyttö yhdessä Pilot Plugin kanssa lisää järjestelmän toimintavarmuutta. Nykyisin Pilot Plug on

AIS-laitteen pakollinen toiminto ja sen toiminnan luotettavuus on edelleen parantunut.

GPS-laitteen kytkentä kannettavaan laitteeseen voi olla ongelmallinen satelliittien näkyvyyden osalta. Ihannetilanteessa GPS-antennista on esteetön näkyvyys taivaalle. Tämä ei kuitenkaan käytännössä ole juuri mahdollista. Toisaalta useimmissa tapauksissa riittää, että GPS-antenni on ikkunan vieressä. Joskus ikkunoiden lämmityselementit saattavat kuitenkin haitata tai kokonaan estää GPS-signaalin vastaanoton. Jos taas vastaanotin on kiinteästi asennettuna luotsin laitteeseen tai lyhyen kaapelin päässä, on järjestelmän käyttö jonkin verran rajoittunutta. Langattomat ratkaisut voivat olla hyviä, ne nopeuttavat järjestelmän käyttöönottoa luotsaukseen ryhdyttäessä ja vapauttavat käyttäjän valitsemaan näyttölaitteensa paikan käytännöllisesti katsoen minne tahansa komentosillalla.

Langaton tiedonsiirto GPS-vastaanottimen ja kannettavan navigointitietokoneen välillä on osoittautunut luotettavaksi, mutta se vaatii kaapeloituja ratkaisuja enemmän akkukapasiteettia. Sähkön saanti onkin yksi kannettavien laitteiden ongelmista. Nykyisten järjestelmien täyteen ladatut akut sallivat 2-3 tunnin yhtäjaksoisen käytön. Käytännön luotsaustyössä tämä ei välttämättä riitä ja jossain vaiheessa laitteiden on saatava sähkönsä aluksen verkosta. Ihannetilanteessa kannettava paikannuslaite kykenisi toimimaan ilman ulkopuolista virtalähdettä koko luotsauksen ajan.

Näyttölaitteen pieni koko rajoittaa esitettävän informaation määrää ja koko vaikuttaa virran kulutukseen. Jotta laitteella voisi selkeästi esittää varsinaisia navigointitoimintoja, on käytännössä pienin näyttökoko 12 tuumaa. Tämän kokoluokan tietokoneen paino on kaikkine lisälaitteineen yleensä alle 3 kiloa. Yli kolmen kilon laitteiston siirtäminen luotsikutterista laivaan ja takaisin alkaa olla jo hankalaa. Kämmentietokoneet ovat yleensä alle kilon painoisia, mutta niiden pieni muistin koko rajoittaa laitteen ja näytön navigointiominaisuuksia.

Jos tietokoneeseen kytkettävien lisälaitteiden lukumäärä on hyvin rajoitettu, joudutaan välissä käyttämään laitetta, joka kerää tiedon useasta eri lähteestä ja muodostaa niistä yhden syötteen tietokoneen navigointiohjelmalle varten. Vasta käyttökokemuksen kautta saadaan täysi varmuus tällaisten laiteyhdistelmien toimivuudesta.

GPS-kompassin ja kulmanopeusanturin kehitys tulee lisäämään huomattavasti kannettavan järjestelmän käyttökelpoisuutta sekä satamaohjailussa että käännösten hallinnassa. Suunta- ja kulmanopeustieto tarvitaan liiketilan ennusteen, prediktorin esittämiseksi.

Pitää tuki muistaa, että kannettavia navigointilaitteita on käytettävä yhdessä aluksen omien järjestelmien kanssa. Aluksen turvallinen navigointi muodostuu kokonaisuudesta, johon luonnollisesti vaikuttaa käytettävien laitteiden luotettavuus ja toimivuus, mutta ei vähiten ihmisten tekemä yhteistyö komentosillalla, kun arvioidaan aluksen tulevaa asemaa ja liikettä.

7 INTEGROIDUT LUOTSAUSLAITTEET

IMOn STCW-koodin luotsaukselle asettamien vaatimusten toteutumista voidaan helpoimmin tukea integroidun navigointilaitteen avulla. Integroitu navigointilaitte on täydellisimmillään liiketilasensoreiden, tutkan, elektronisen kartan, automaattiohjauksen ja muiden ohjausjärjestelmien muodostama kiinteä, yhteensuunniteltu kokonaisuus, jonka ominaisuuksiin kuuluu useista sensorilähteistä saatu liiketilatieto ja jonka luotettavuutta ja tarkkuutta järjestelmä jatkuvasti arvioi. Avomereillä integroitua navigointilaitetta ei välttämättä tarvita, mutta vilkasliikenteisellä rannikolla ja luotsaustyössä sen hyöty on merkittävä. Integroitua navigointilaitetta voi siten hyvällä syyllä kutsua integroiduksi luotsauslaitteeksi.

IMOn vuoden 1998 tekniset vaatimukset integroidusta navigointilaitteistosta eivät mainitse yhteistyön merkitystä järjestelmän käytössä¹⁶³. Suositus mainitsee vain, että Integrated Navigation System (INS) antaa navigoinnin toiminnoille ja informaatiolle vain lisäarvoa (added value). Päätöslauselmassa ei esitetä INS:n teknistä tavoitetta eikä yhteistyön tärkeyttä korosteta laitteiston käytössä. Kansainvälisten ohjeiden puuttuessa varustamoiden on itse asetettava laitteistoille toimintavaatimukset.

Varustamolle lankeavat vaatimukset koskevat lähinnä vakiorutiineita. IMO vaatii varustamoita laatimaan ISM-koodin mukaisen turvallisuusjärjestelmän, jossa kaikki vaaratilanteet otetaan huomioon¹⁶⁴. Koodi ei kuitenkaan määrittele komentosillalla suoritettavia perustehtäviä, vaan varustamo joutuu määrittelemään ne itse. Tämä on osoittautunut vaikeaksi, koska komentosillatoimintaan ei ole selviä viranomaisohjeita.

Integroiduissa navigointilaitteissa on yleensä useita vaihtoehtoisia ohjailutiloja. Käsiohjauksen lisäksi on käytettävissä perusautomaattiotason ohjaus keula-suunnalla. Valmistajat nimittävät tätä ohjaustilaa omilla nimillä. Tavallisimpia ovat nimet AUTO, COURSE CONTROL tai HEADING MODE. IMO käyttää tästä ohjaustilasta nimitystä HEADING CONTROL MODE¹⁶⁵. Tässä selvityksessä käytetään nimitystä HEADING MODE, joka käytännön kielessä on lyhenne IMOn terminologiasta. Järjestelmissä on yleensä mahdollisuus ohjailuun myös aluksen sortokulman automaattisella kompensaatiolla. Automaattiohjaimen kurssiasetukset tarkoittavat tällöin suuntaa pohjan suhteen (Course Over Ground, COG). Tätä ohjaustilaa kutsutaan valmistajasta riippuen esimerkiksi nimillä AUTO DRIFT tai COURSE MODE. Sortokulman kompensointi lasketaan kaksiakselisen Doppler-lokin poikittaisnopeuden tai GPS-vastaanottimen laskeman COG-vektorin avulla.

¹⁶³ IMO MSC.86 (70) 1998, Annex 3, Recommendation on Performance Standards for an Integrated Navigation System.

¹⁶⁴ ISM Code, Resolution A.913 (22) 2001, Annex, paragraph 2.2.1.

¹⁶⁵ IMO Resolution, MSC 74(69) 1998 as amended 2000, Annex 2, paragraph 5.1.12.

Monipuolisin ohjailutila on automaattinen reittiohjaus, jossa ohjausjärjestelmä pyrkii seuraamaan elektronista reittisuunnitelmalinjaa. IMO:n nimitys siitä on TRACK CONTROL MODE. Valmistajien nimityksiä ovat esimerkiksi TRACK CONTROL tai TRACK MODE.

7.1 Luotsaukseen valmistautuminen

7.1.1 Reittisuunnitelmat

Integroidussa navigoinnissa reittisuunnitelma tehdään elektronisesti. STCW-konventio vaatii, että suunnitelma on pystyttävä osoittamaan karttojen avulla¹⁶⁶. Käytännössä reittisuunnittelu tehdään ensin navigointijärjestelmässä ja sen jälkeen se tulostetaan paperidokumentiksi. ECDIS-standardi vaatii reittisuunnitelman käännökset kaarresäteinä¹⁶⁷. Lisäksi tutkaan on voitava ohjelmoida reittisuunnitelma ja matalan veden rajaviivat¹⁶⁸. Reitti suunnitellaan seuraamaan merikarttaan piirrettyä väyläviivaa tai sen oikealle puolelle. Syötetyt reittipisteet on hyvä nimetä, jotta reittitiedostoa on helppo lukea.

Käännöksiä aloituskohdat ja kääntömerkit (VRM, EBL) piirretään reittisuunnitelmaan LOT (Line Of Turn) periaatteen mukaan. IMO hyväksyy tämän geometrian käännöksen aloituskohdan määrittämisessä¹⁶⁹. Reittisuunnitelma tulostetaan kirjan tai vihon muotoon, jotta sitä on helppo käsitellä tutkan vieressä. Suunnitelmaa ei tarvitse erikseen opetella, sen tulee oppineeksi luotsaustyön ohessa ulkoa, mikä helpottaa reittisuunnitelmadokumenttien käyttämistä.

Paperilla oleva reittisuunnitelma käydään läpi väylätutkintoa suoritettaessa. Luotsioppilas esittää sen myös luotsikouluttajalle harjoittelun aikana. Onnettomuuden käsittelyssä reittisuunnitelma on todiste siitä, että luotsauksen suunnittelussa ei ole tapahtunut laiminlyöntejä. Oikeustapauksissa navigointivirhe ei ole rangaistava, mutta reittisuunnittelun laiminlyönti on. Virheiden välttämiseksi ja opetuksessa reittisuunnitelma on keskeinen työväline. Paperinen suunnitelma on dokumentti, joka säilyy teknisten menetelmien muuttuessa. Vanhat suunnitelmat on hyvä säilyttää vertailuaineistona.

Kuvan 60 esimerkissä on esitelty aluksen kääntymistä. Suunnan ollessa 30° ja nopeuden 15 solmua navigointilaitteelle annetaan komento kääntyä suunnalle 90° kaarresäteellä 0,5'. Aluksen kääntyminen alkaa lähes heti ja käännöksen alku määräytyy navigointilaitteen ohjausasetusten ja aluksen ohjailuominaisuuksien mukaan. Reittisuunnitelmageometriassa merkitään kaarteiden alkuun, kääntymispisteen jälkeen suora osuus F. Tässä F-etäisyydessä voidaan ottaa huomi-

¹⁶⁶ STCW CODE –95, Table A-II/2, Voyage planning.

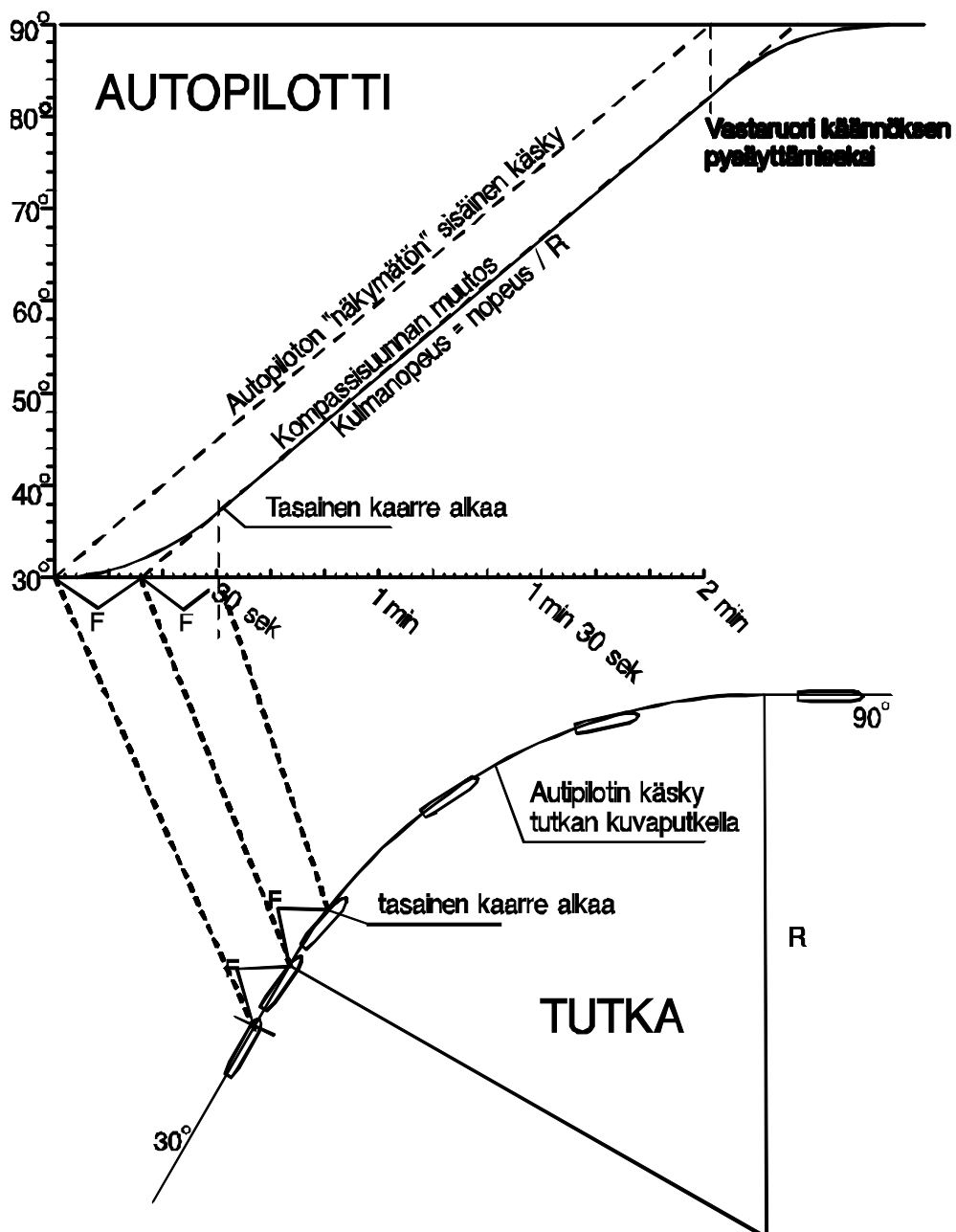
¹⁶⁷ IMO Res. A.817 (19) 1995, Performance Standards for Electronic Chart Display and Information Display (ECDIS), paragraph Route Planning, 10.4.

¹⁶⁸ Res. MSC. 192(79) 2004, Revised Performance Standards for Radar Equipment. Par. 5.32.2.

¹⁶⁹ Resolution MSC.64(67) 1996, Annex 3 as amended 2000.paragraph 5.1.6 (1)

oon myös aluksen sivulaisuus kaarteiden lopussa. Etäisyys on aluksesta riippuen yleensä noin puoli aluksen pituutta.

Reittigeometrian tasainen ympyrän kaari on samanmuotoinen kaikille aluksille sen tyypistä tai koosta riippumatta. Reittisuunnittelussa on edullista käyttää niin suuria kaarresäteitä, että perussuunnitelma on aina sama aluksen koosta riippumatta ja peräsinkulma pysyy maltillisena. Tämän lisäksi automaattiohjaimen kyky seurata reittisuunnitelmaa on loivissa käännoksissä parempi.



Kuva 60. Automaattiohjauksen käsky piirtää käännoksen tulevan radan tutkal-
le.

Nykyaikaisessa reittisuunnitelmassa voi olla seuraavanlaisia tietoja:

1	Reittipisteen järjestysnumero, jonka reittisuunnitteluohjelma antaa.
2	Reittipisteen koordinaatit WGS –84 järjestelmän mukaan.
3	Käyttäjän antama reittipisteen nimi läheisen majakan tai saaren mukaan.
4	Käyttäjän valitsema reittiviivan tyyppi (pisteviiva, katkoviiva tms.)
5	Reittipiste, voi määritellä joko käännoispisteen tai kulkunopeuden muutokohdan
6	Kaarresäde, joka määritetään väylätilan puitteissa mahdollisimman suureksi.
7	Reittipisteiden välinen nopeus aikataulun laskemiseksi ja nopeuden säätämiseksi.
8	Käyttäjän asettama kerroin, joka säätää automaattiohjauksen herkkyyttä. Kerroin määritetään väylän leveyden mukaan.
9	TRACK LIMIT, eli sallittu enimmäispoikkeama reitiltä automaattisessa reittiohjauksessa. Arvo määritetään väylätilan leveyden mukaan.
10	Jos reittiviivalta on poikettu, niin automaattisessa reittiohjauksessa on yleensä kaksi vaihtoehtoa tapaa ohjata alus takaisin reitille. Avomereillä alus ohjataan suoraan seuraavaan reittipisteeseen. Väylällä alus ohjataan välittömästi takaisin väyläviivalle.
11	Reittipisteeseen liitettyjä lyhyitä ohjeita. Ne tulevat näkyviin tutkaruudulle ennen aluksen saapumista reittipisteeseen. Ohjeissa voi olla kirjattuna esimerkiksi vakiorutiineita, suurin sallittu kulkunopeus ja käännoislinjan määrittelyssä käytettävät EBL ja VRM.

Reittisuunnitelmatiedosto ohjaa automaatin toimintaa reitin eri kohdissa. Järjestelmä muodostaa reittiaikataulun, josta ilmenee reittipisteiden sivuutusajat, niiden kohdalla noudatettavat vakiorutiinit ja käytettävät kulkunopeudet.

Reittisuunnitelmaan on hyvä merkitä aluksen suurin sallittu nopeus reittipisteiden välillä. Nopeusrajoitusten alueet kannattaa merkitä selkeästi. Lisäksi nopeutta on usein rajoitettava väylän kohdissa, joissa matala vesi vaikuttaa aluksen kulkuun (kohta 4.1.3, squat). Kapeikoissa nopeutta on laskettava väylän reunaimujen takia, ettei aluksen ohjattavuus heikkene.

Taulukko 10. Otteita erään reittisuunnitelman reittiaikataulusta. Toteutuneet ajat, säätila ja muut havainnot kirjataan matkan edetessä. Lista pidetään käden ulottuvilla ja matkan päätyttyä se tallennetaan laivapäiväkirjan liitteenä.

Nopeus	Laskettu aika	Toteutunut Aika	Reittipiste	Sää ja Muistiinpanot
	09:30	- : -	Lähtö HKI	
0,7	09:42	- : -	Etelä satama	
4,0	09:47	- : -	Katajanokka	
12,0	09:51	- : -	Lonna	
12,0	09:55	- : -	Kustaanmiekka	
-----	-----	-----	-----	
12,0	11:27	- : -	Smultrongrund	
14,0	11:32	- : -	Muntersgrund	
20,0	11:43	- : -	Sommarö	
-----	-----	-----	-----	
15,0	16:39	- : -	Utö	
13,0	16:46	- : -	Stenharun	
13,0	16:52	- : -	Knivskår RM	
-----	-----	-----	-----	
1,0	20:36	- : -	Telakan kulma	
0,7	20:46	- : -	Allas portti	
0,5	20:59	- : -	Laituri	
MATKA	= 186,2'	AIKA =	11:29	

Reittiaikataulusta on hyötyä, kun joudutaan sopimaan vastaantulevan aluksen kanssa kohtaamispaikka tai ilmoitetaan VTS-keskukselle tulevia reittipisteiden sivuutusaikoja.

7.2 Väyläohjailu

7.2.1 Käsiohjaus

Peräsinkulmakomennolla tapahtuvissa käännöksissä ei aikoinaan systemaattisesti käytetty hyödyksi muita käännöksen toteutumisen indikaattoreita kuin peräsinkulmaa, jota seurattiin koko käännöksen ajan.

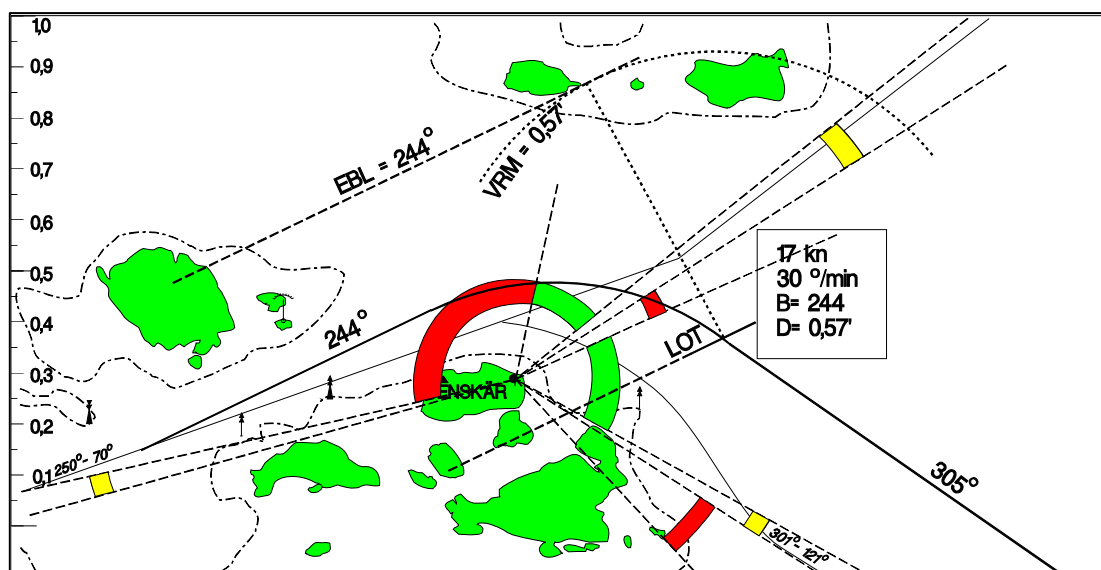
Tässä ohjailumetodissa on vaarana, että käännöksiin tulee hajontaa, toisin sanoen käännösgeometrian toistettavuus on huono. Aiemmin tämä eliminoitiin suurella aloitusruorikulmalla ja jyrkällä käännöksellä, jotta päästiin nopeasti uudelle suoralle suunnalle. Jyrkkä käännös vähensi korjaustoimenpiteiden tehoa käännöksen aikana.

nöksen aikana ja aiheutti haitallisia kallistuksia. Pieni virhe käännöksen aloituksessa aiheutti helposti vaaran käännöksen menemisestä pitkäksi.

Integroidussa navigoinnissa tilanne ei kuitenkaan ole näin huono. Laitteiston esittämät liiketilätiedot ja etenkin liiketilan ennustenäyttö prediktori helpottavat reittisuunnitelman mukaan ohjaamista ja prediktoriä hyödyntämällä käsiohjaus on hiljaisella nopeudella ajettavissa vaikeissa väyläkohdissa hyvin tarkka ohjailutila. Luotsaustyötä tekevän ihmisen intensiivinen keskittymisaika on kuitenkin rajallinen, joten pidempien luotsausmatkojen aikana on turvauduttava automaattiohjauksen apuun.

7.2.2 Kulmanopeusohjailu

Kuvassa 61. Sottungan Enskärin käännös suoritetaan kulmanopeudella $30^\circ/\text{min}$ nopeuden ollessa 17 solmua. Käännöksen aloituslinja piirretään siirrettävän etäisyysrenkaan (VRM etäisyys $0,57'$) ja elektronisen suuntiman (EBL suuntima 244°) avulla.



Kuva 61. Kulmanopeudella suoritettu käännös.

Ruorimiehen käyttäminen kulmanopeusohjauksessa koetaan hankalaksi, koska käännöksen toteutuksessa on annettava vähintään neljä eri käskyä. Käännöksen aloitus alkaa normaalilla peräsinkulmakomennolla ja kun kääntyminen on lähtenyt liikkeelle ja kääntymisnopeus lähestyy tavoitearvoa, ruorimiehelle annetaan varsinainen kääntymisnopeuskomento. Komentojen väliin on jätettävä riittävä tauko, jotta ruorimies voi keskittyä yhteen mittarilukemaan kerrallaan.

Taulukko 11. Kulmanopeusohjailu on systemaattinen metodi. Mikäli käännös ei toteudu halutulla tavalla, joku taulukossa mainittu tekijä on toteutettu virheellisesti.

Kulmanopeuskäännöksen toimintaohjeet.	
Käsiohjaus On käytettävä erillistä ruorimiestä.	Automaattiohjaus
Nopeus on säädettävä hyvissä Ajoin suunnitelman mukaiseksi.	Nopeus on säädettävä hyvissä ajoin suunnitelman mukaiseksi.
Aluksen suunnan pohjan suhteen on oltava lähtösuunnan mukainen.	Aluksen suunnan pohjan suhteen on oltava lähtösuunnan mukainen.
Käännös suuntima on valittava Suunnitelman mukaan.	Käännös suuntima on valittava suunnitelman mukaan
Ruorikulma komento. Ruorimies seuraa sen jälkeen vain peräsinkulman osoitinta.	Autopilottiin asetetaan suunniteltu kulmanopeus.
Kulmanopeus komento. Ruorimies seuraa vain kulmanopeusmittaria.	Suunnan asetus ja käännöskomento.
Ruori keskelle käännöksen lopulla	
Uusi kompassisuunta. Ruorimies keskittyy tämän jälkeen pelkästään kompassiin.	

Automaattiohjauksessa kulmanopeudella toteutettu käännös pienentää ajoratojen hajontaa ja osa ulkoisten olosuhteiden vaikutuksesta kääntymiseen kumoutuu.

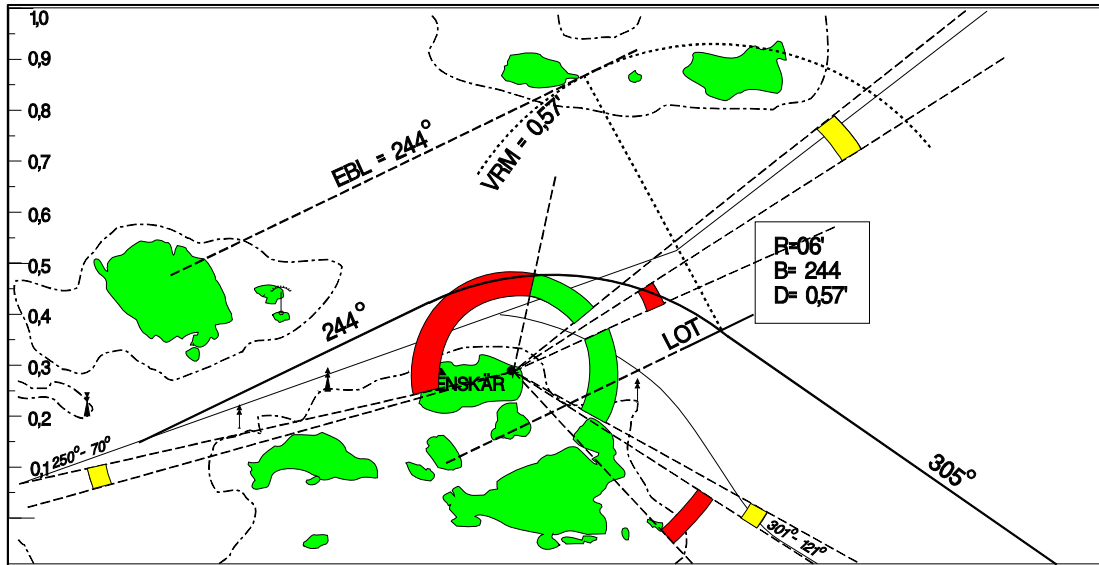
Aluksen lähestyessä käännöskohtaa on nopeus sovitettava suunnitelman mukaiseksi ja aluksen suunnan pohjan suhteen on oltava suunnitellun lähtösuunnan mukainen. Käännös aloitetaan oikeassa kohdassa ja suuntimamerkin on oltava uuden ajolinjan suuntainen (LOT, Line Of Turn).

Käännöksen aikana on valvottava, että aluksen nopeus ei laske. Nopeuden lasku kääntää aluksen liikeradan suunnitellun kaarteeseen sisäpuolelle. Liian suuri nopeus on taas vaarallisempi, koska silloin alus ajautuu kaarteesta ulos ja tätä virhettä voi olla vaikeampi korjata.

Automaattiohjauksen keulasuuntaa ja kulmanopeutta kontrolloiva automaattiohjaimen HEADING MODE toimii vähimmillään pelkän kompassitiedon varassa. Paikanmäärityslaitteen tai lokin tietoja ei välttämättä tarvita. Aluksen sortokulma ja kulkunopeus voidaan tarvittaessa syöttää automaattiohjaimeen käsin.

7.2.3 Kaarresädeohjailu

Kaarresäde kuuluu väyläsuunnittelun perusparametreihin. IMO:n elektronisen karttanäytön (ECDIS) standardi vaatii selkeästi käynnösten suunnittelua kaarteina¹⁷⁰. Se on myös parempi käynnöksen säätelyarvo kuin kulmanopeus, koska kulkunopeuden muutos ei vaikuta aluksen liikerataan.

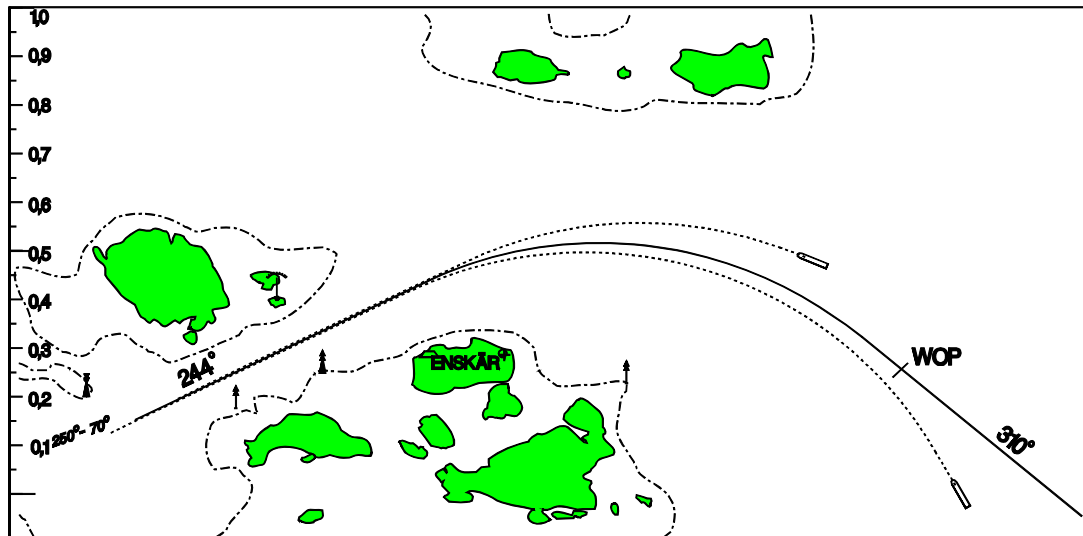


Kuva 62. Käänös kääntöympyrän säteellä tutkan perustyövälineillä mitattuna.

Erillisiä kaarresädemittareita toimitetaan yleensä vain erikoistilauksesta, joten kaarresädeohjausta ei yleensä voi toteuttaa käsiohjauksessa, mutta useat nykyaikaiset automaattiohjaimet sisältävät toiminnon kaarresädeohjatun käynnöksen toteuttamiseksi.

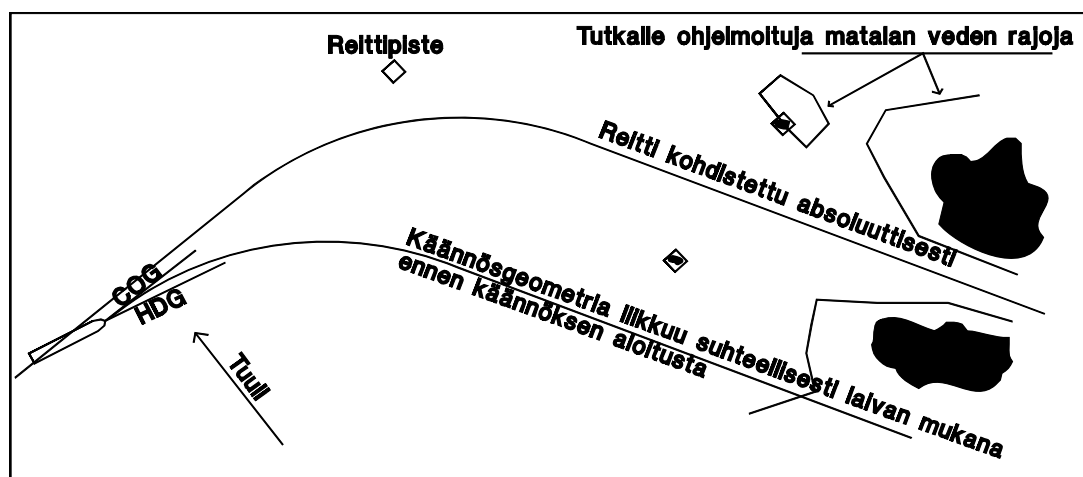
Edellä kuvatuissa peräsinkulma- ja kääntymisnopeuskomennnoilla toteutetuissa käynnöksissä toimenpiteen onnistuminen on suurelta osin riippuvainen käynnöksen oikeasta aloituskohdasta. Perinteisesti käynnöksen aloituspaikka määritellään elektronisella suuntimalla ja siirrettävällä etäisyysrenkaalla. Tilanne muuttuu toiseksi kun tutka, reittisuunnitelma ja automaattiohjaus integroidaan toimimaan yhdessä. Tutkan kuvaputkella alussymboli työntää edellään suunniteltua kaarargeometriaa (kuva 63).

¹⁷⁰ IMO, Performance Standards for Electronic Chart Display and Information System (ECDIS), Res.A.817(19) 1995, Annex 10.4.1. (curved segments)



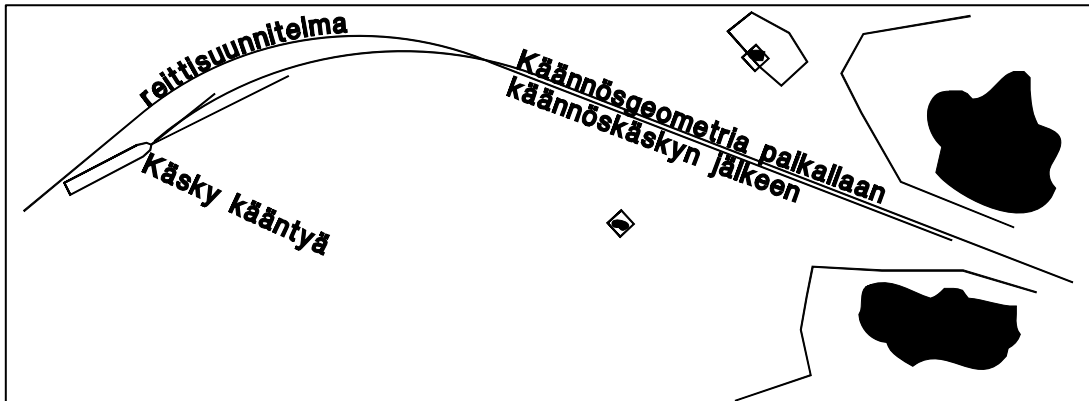
Kuva 63. Käännössuunitelma integroidussa navigoinnissa. Yhtenäinen viiva esittää reittisuunitelmaa. Katkoviivat esittävät tilanteita, joissa käännökseen saavutaan poikkeavista suunnista, jolloin käännöksen aloituskohta muuttuu.

Käännös aloitetaan kun kaarresuunitelman rata yhtyy siihen tavoiteajolinjaan, jolle halutaan kääntyä. Näin ollen käännöksen aloituspisteen mittaaminen käy tarpeettomaksi. Integroidussa navigoinnissa käännöstä ei tarvitse aloittaa ennalta suunnitellulta kulkusuunnalta eikä edes kaarresäteen tarvitse välttämättä olla suunnitelman mukainen (kuva 64). Siten käännöstoimenpiteen toteutus poikkeaa siitä perinteisestä tavasta, jossa käännöksen aloituskohta piti ensin määrittää, jotta päästäisiin halutulle tavoiteajolinjalle. Integroitu navigointi tukee siten hyvin sitä luontaista luotsaustapaa, jossa merenkulkija keskittyy ensisijaisesti aluksen tulevaan asemaan väylästä.



Kuva 64. Tutkan kuvaputkella alussymboli työntää käännösgeometriaa edellä. Kuvaputkella näkyy myös reittisuunitelma. Käännös aloitetaan, kun käännösgeometrian uusi suunta (111°) yhtyy reittisuunitelman seuraavaan ajolinjaan. (HDG = kompassisuunta. COG = suunta pohjan suhteen.)

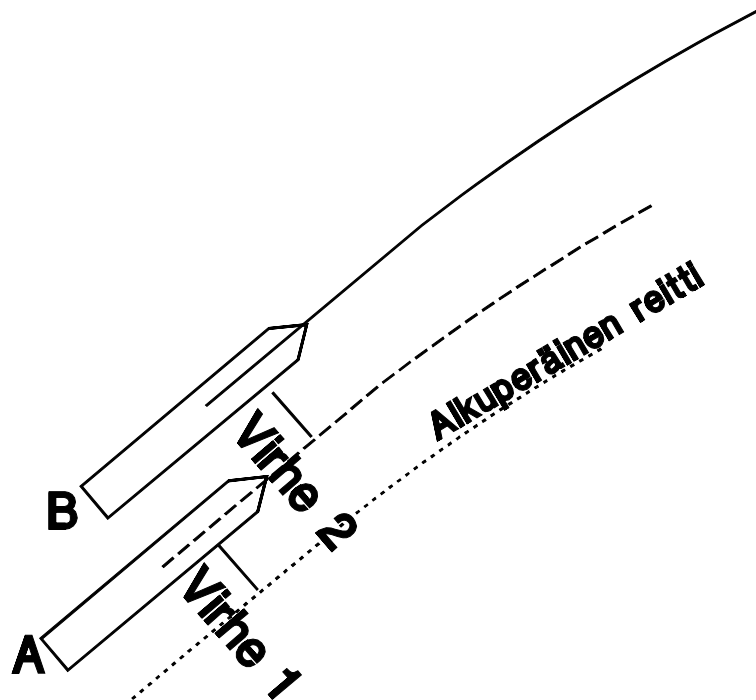
Kuvan 64 käännös suoritetaan alueella, jossa ei ole kiinteitä tutkanavigoinnin kääntömerkkejä. Oleellinen asia käännöksen onnistumiseksi on aloittaa käännös, kun laskettu käännösgeometria osoittaa salmeen. Navigaattori keskittyy käännöksen lopetuspaikkaan eikä aloituspaikkaan. Tämä on integroidun navigoinnin ehkä suurin periaatteellinen ero perinteiseen tutkaluotsaukseen verrattuna.



Kuva 65. Käännös aloitetaan kun käännösgeometria osoittaa salmeen. Kuvat 64 ja 65 osoittavat, että perinteisen reittisuunnitelman aloitusmerkit eivät ole enää välttämättömiä.

Kun karresädeautomaattiohjauksessa käännöskomento on annettu ja kääntyminen alkanut, mutta aluksen liikerata ei vastaa suunniteltua kaarresädettä, on asetusarvon muuttaminen mielekästä käännöksen ensimmäisen puoliskon matkalla, mutta puolivälin jälkeen on vastaavassa tilanteessa turvallisinta siirtyä käsiohjaukseen.

Joissain navigointijärjestelmissä automaattiohjaus reagoi käyttäjän antamiin kaarresäteen ja tavoitesuunnan muutoksiin laskemalla käännöksen liikeradan uudelleen aluksen positiosta eteenpäin. Tällöin peräsinohjaukseen vaikuttava järjestelmän sisäisesti laskema aluksen poikkeama ohjelmoidulta radalta (Cross Track Error, XTE) nollautuu. Jos järjestelmä toimii näin, niin korjaus kannattaa tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa käännöstä ja korjauksen on oltava riittävän suuri. Useat pienet korjaukset ovat tehottomia ja itse asiassa vain heikentävät automaattiohjauksen suorituskkyä.



Kuva 66. Joidenkin ohjausjärjestelmien toimintalogiikan takia useat pienet käsin tehdyt korjaukset estävät automaattiohjausta korjaamasta suunnitellulla tavalla.

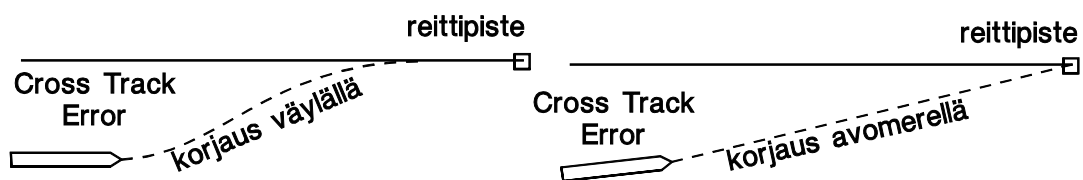
Kuvan 66. esimerkissä pisteviiva esittää reittisuunnitelman mukaista, alkuperäistä kaarrelinjaa. Oletetaan, että käännöksen alkuosan aikana alus on ulkoisista tekijöistä johtuen ajautunut vasempaan katkoviivalle kohtaan A. Näin on syntynyt XTE-virhe 1. Mikäli tällöin automaattiohjauksen suunta-arvoa korjataan esimerkiksi yksi aste oikealle, laskennallinen virhe 1 saattaa nollautua, eikä automaattiohjaus enää pyri korjaamaan virhettä 1. Kun alus jatkaa eteenpäin, ulkoiset tekijät voivat edelleen siirtää alusta vasemmalle ja syntyy XTE-virhe 2. Jos käyttäjä jälleen korjaa suunta-arvoa, nollautuu virhe 2. Lopputuloksena alus ajautuu kauemmaksi alkuperäisestä reittisuunnitelmasta. Myös kaarresädeasetuksen muutokset saattavat vaikuttaa automaattiohjaimeen samalla tavalla. Käyttäjistä voi tuntua luonnolliselta pyrkiä korjaamaan pieni virhe pienellä korjauksella, mutta todellisuudessa poikkeama suurenee. Tämän erheen voi välttää oikeilla vakiorutiineilla. Korjaukset tulee tehdä käännöksen alussa tarpeeksi suurena kääntösäteen pienennyksenä. Ellei toimenpiteestä ole apua, on siirryttävä käsiohjaukseen. Tällaisen automaattiohjaimen ohjauslogiikan seurauksena, jos alus on käännöksen puolenvälin jälkeen ajautumassa ulkokaarteeseen ja virheeseen yritetään vaikuttaa muuttamalla käännöksen jälkeistä tavoitesuuntaa sisäkaarten suuntaan, niin käännöksen lopetus siirtyy kauemmaksi. Näin ollen toivottua korjausta ei saada aikaan.

Integroidussa navigoinnissa kaarresäde pyritään yleensä suunnittelemaan loivaksi. Tällöin alus ei kallistele, nopeus ei laske ja sivusuuntainen poikkeama on helposti korjattavissa. Kun kaarresuunnitelma on tutkalla näkyvissä, ohjailu kaar-

teessa on yhtä helppoa kuin suoralla. Käännöskomennot ovat yksinkertaisia. Vertaamalla kuvia 22 ja 65, voidaan todeta, että komentojen suhteen on palattu alkutilanteeseen, jolloin käännöksellä oli vain yksi säätelyarvo. Kun aiemmin käännöksen säätelyarvona oli ruorikulma, niin integroidussa navigoinnissa se on kaarresäde.

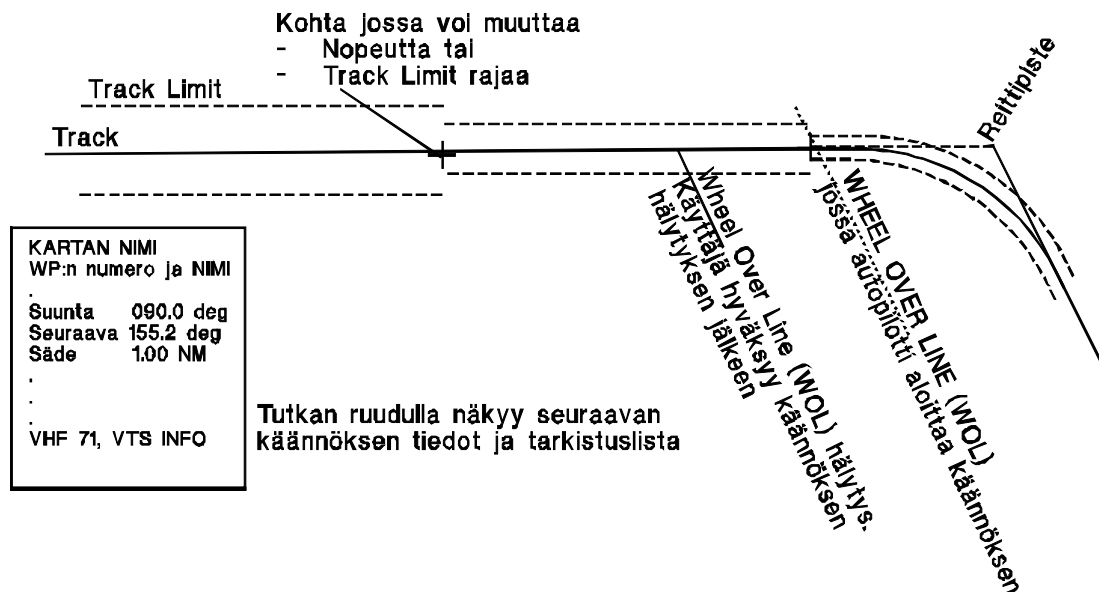
7.2.4 Automaattinen reittiohjaus

Integroidun navigointilaitteiston edistyksellisin ohjaustila on reittiohjaus, TRACK CONTROL. Reittiohjauksen tärkein ohjaussuure on Cross Track Error (XTE) eli aluksen poikkeama ohjelmoidulta radalta. Automaattiohjauksen korjausherkkyyden voi yleensä myös reittipistekohtaisesti määritellä reittisuunnitelmatiedostoon. Väylänavigoinnissa on luonnollista korjata sivuttaispoikkeama XTE heti, mutta avomerellä se on turhaa.



Kuva 67. Reittipisteeseen voi ohjelmoida tavan, jolla sivupoikkeama (Cross Track Error) korjataan.

Reittiosuuden suurin sallittu sivupoikkeama määritetään Track Limitin avulla (kuva 68). Jos alus ajautuu tälle rajalle, automaatti antaa hälytyksen ja korjaa suuntaa voimakkaasti lähemmäksi reittiä. Kapeikkojen läheisyydessä reittisuunnitelmatiedostoon tallennettu raja-arvo on yleensä pienempi kuvan 68 esittämällä tavalla.



Kuva 68. Kun automaattinen reittiohjaus antaa käännöksen aloitushälytyksen, käyttäjä kuittaa hälytyksen ja siten hyväksyy, että automaatti tekee käännöksen itsenäisesti. Nykyisin käännös tapahtuu IMO:n vaatimuksesta automaattisesti joka tapauksessa, vaikka hälytystä ei kuitattaisi.

Teknisesti TRACK CONTROL valvoo reittisuunnitelman toteutumista paremmin kuin muut ohjailutilat. Mikäli alus on ohjailuominaisuuksiltaan suuntaepävakaa, reittiohjaus pystyy väsymättä ohjaamaan alusta ihmistä tarkemmin. Reittiohjaus edellyttää hyvälaatuisia sensorisignaaleja ja niiden suodatusta. Luotsaustyötä ei voi harjoitella täysin automaattisessa reittiohjauksessa.

7.2.5 Automaattiohjauksen vakiorutiinit

Automaattiohjaus aktivoidaan aina alhaisimpaan ohjaustilaan eli HEADING CONTROL ohjaukseen, joka on yksinkertaisimmillaan riippuvainen vain keulan suuntainformaatiosta. Automaattiohjaimen näytössä tulisi aina olla tieto ohjaimeen kytkettyjen sensoreiden tilasta. Tieto on aina tarkistettava, kun ohjaustilaa vaihdetaan.

HEADING CONTROL ohjaus käynnistetään tarkistamalla, että

- alus on suoralla kurssilla, eikä sillä ole kulmanopeutta
- kompassi ja loki tai GPS näyttävät oikein
- väylätila on riittävä

COURSE CONTROL ohjaukselle vaihto,

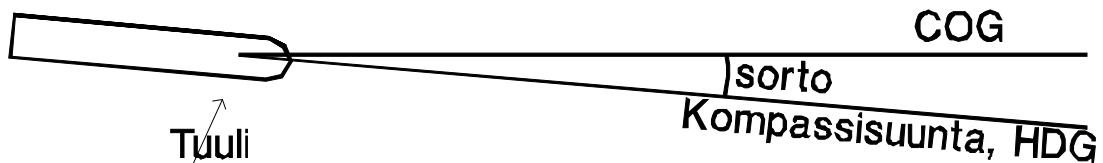
- tarkistetaan suunta pohjan suhteen dopplerista ja satelliittinavigaattorista
- alus on suoralla kurssilla, eikä sillä ole kulmanopeutta
- väylätila on riittävä

TRACK CONTROL ohjaukselle vaihto,

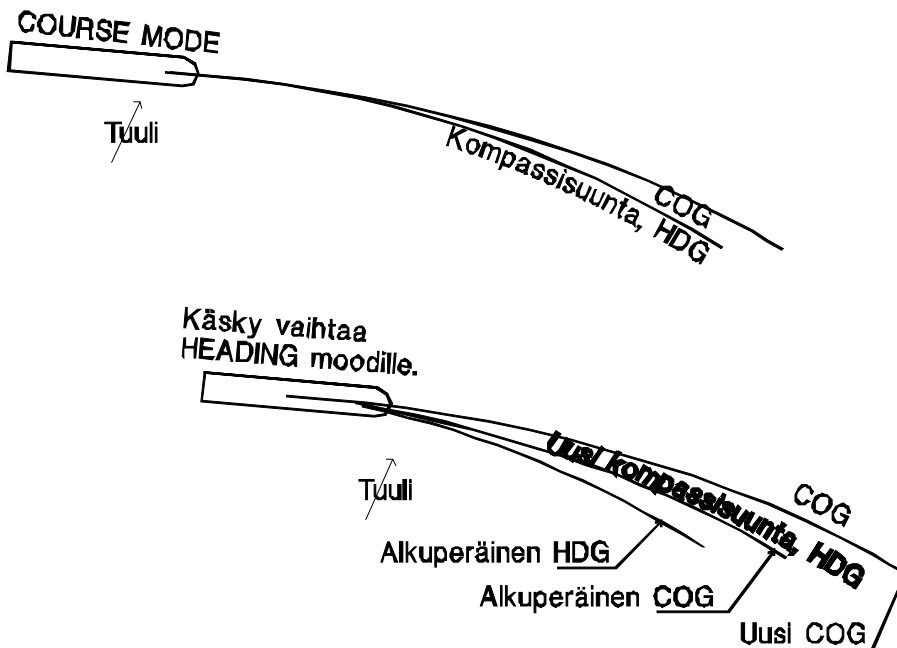
- aluksen on oltava TRACK LIMIT rajan sisäpuolella,
- aluksen suunnan pohjan suhteen on oltava kohti reittiviivaa
- väylätila on riittävä

Käsiohjaus on voitava valita koska tahansa yhdellä napin painalluksella¹⁷¹.

Valinta edellä esitettyjen ohjaustilojen välillä voidaan tehdä silloin, kun alus kulkee suoralla suunnalla ja väylätila on riittävä. COURSE CONTROL -tilassa automaattiohjaus käyttää doppler-lokin mittaamaa sortokulmaa tai GPS:n COG-suuntaa. HEADING CONTROL -tilassa sortokulma voidaan kompensoida muuttamalla suunta-arvoa (kuva 69).



Kuva 69. COG ja HDG ohjaustilojen välillä voidaan vaihtaa suoralla suunnalla.



Kuva 70. Course control -tilasta (COG) ei saa vaihtaa Heading control -tilaan (HDG) kesken käännöksen, koska alkuperäinen suuntakäsky muuttuu sortokulman määrän.

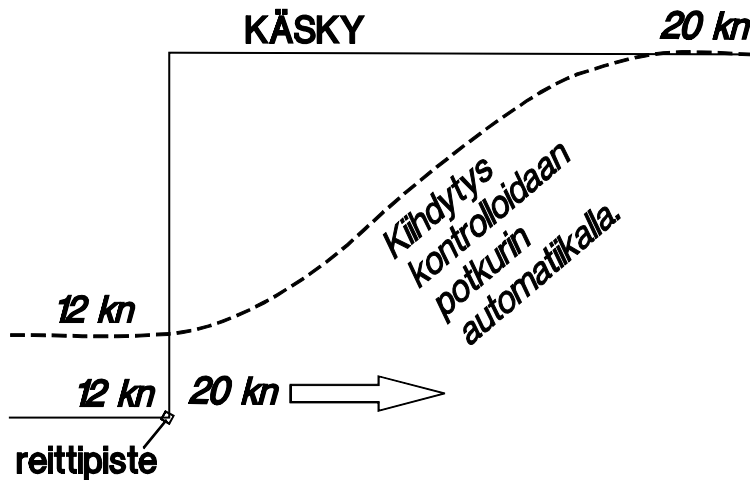
¹⁷¹ IMO, MSC. 64(67) 1996, Annex 2, par. 4.1, sallii kolmen sekunnin viiveen siirryttäessä käsiohjaukseen.

Kuvan 70 esimerkissä ohjaus on saanut uuden suuntakäskyn pohjan suhteen COURSE CONTROL tilassa. Tuuli painaa alusta vasemmalle. Jos ohjailutila vaihdetaan kesken käännöksen HEADING CONTROL ohjaukseen, niin suuntakäskyn numeerinen arvio ei muutu, mutta suunta pohjan suhteen muuttuu sortokulman määrän vasemmalle. Vaikka alus kulkisi suoralla reittiosuudella, niin ahtaassa väyläosuudessa automaattiohjauksen tilaa ei saa vaihtaa. Siirtyminen käsiohjaukseen on aina turvallinen, mutta liiketilaennusteen prediktorin on hyvä silloin olla käytettävissä.

7.2.6 Automaattinen nopeudensäätö

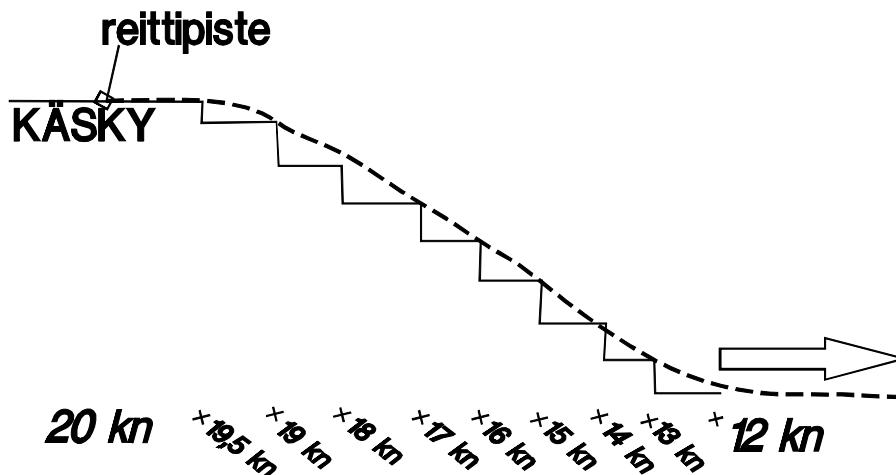
Integroiduissa navigointilaitteistoissa on usein aluksen automaattinen kulkunopeudensäätö. Integroitujen navigointilaitteiden automaattisia nopeudensäätötiloja on yleensä vähintään kaksi. Tavallisin säätötila on vakionopeuden asetus, sen nimi voi olla esimerkiksi *Set Speed mode*, jonka nimi viittaa käyttäjän asettamaan nopeuteen. Kun nopeudensäätö aktivoidaan, automaatti valitsee aluksen hetkellisen nopeuden asetusarvoksi. Sen lisäksi integroitu navigointijärjestelmä voi noudattaa esimerkiksi ennalta ohjelmoituun reittisuunnitelmaan tallennettua nopeusprofiilia.

Potkurilaitteiston ja pääkoneiston omat säätöjärjestelmät vaikuttavat osittain kulkunopeuden muutoksiin. Nykyaikaisissa laivoissa nopeutta lisättäessä pääkoneiston oma kuormituksensuojautusautomaatiikka hidastaa potkureiden lapakulmien ja kierrosluvun nostoa. Näin ollen käyttäjä voi yleensä huoletta pyytää potkuritehon nostoa ilman, että siitä seuraisi pääkoneiston ylikuormitusta. Tämä pätee myös automaattiseen nopeudensäätöön, reittisuunnitelmaan tallennetussa nopeusprofiilissa voi nopeudenlisäys tapahtua esimerkiksi kahdestatoista kahteenkymmeneen solmuun yhden määrittelypisteen avulla (kuva 71). Kiihdytystilanteessa veden virtausnopeus peräsimen yli kasvaa ja tällä on positiivinen vaikutus aluksen ohjattavuuteen. Täten nopeuden lisäys on turvallista, jos se vain on väyläalueen ja liikennetilanteen osalta mahdollista.



Kuva 71. Nopeusasetus reittipisteessä on 20 solmua. Nopeuden voi nostaa kahdestatoista solmusta vaikka kahteenkymmeneen yhdellä muutoksella.

Nopeutta laskettaessa tilanne on erilainen. Koska potkuritehon laskeminen ei aiheuta pääkoneistolle kuormitusongelmia, on potkurin nousun ja kierrosluvun väheneminen kiinni ainoastaan säätömekaniikan vasteesta. Nopeuden vähennyksessä potkurin työntö voi muutamissa sekunneissa pudota nollaan. Hiljennettäessä on siis aina ajateltava aluksen ohjailukykyä ja nopeutta on pudotettava varovasti. Tämä seikka täytyy huomioida myös reittisuunnitelman nopeusprofiilin määrittämisessä. Jos automaattinen reittisuunnitelman nopeudensäätö ei sisällä suojauslogiikkaa reittinopeuden muuttamiseksi, on reitin varrella nopeutta pudotettava vähitellen (kuva 72). Tämä voi tapahtua lisäämällä reittisuunnitelmaan useita peräkkäisiä määrittelypisteitä, joissa nopeutta muutetaan pienin askelin. Nopeuden muutospiisteet on turvallisinta määritellä reitin suorille osuuksille. Järjestelmässä voi olla myös erikseen asetettava parametri, joka määrittelee potkuritehon vähennystahdin. Tällöin yksittäinen reittipiste riittää nopeuden muutokseen ja automatiikka hoitaa kulkunopeuden alentamisen asteittain siten, että alus ei menetä ohjailtavuuttaan.



Kuva 72. Aluksen nopeus pudotetaan reittisuunnitelmassa ensin esimerkiksi puolella solmulla ja sitten solmun välein. Määrittelypisteiden välinen etäisyys on esimerkiksi ro-ro-aluksella noin yksi aluspituus. Tankkialukselle määritettävät etäisyydet ovat pidempiä.

Kaikki komentosillan konekäskyvälittimien vivut yleensä seuraavat aktiivisen ohjauspisteen tai automaattisen nopeudensäädön asetusmuutoksia. Niinpä konekäskyvälittimien vipujen liikettä havainnoimalla voidaan vaivattomasti seurata automaattijärjestelmän toimintaa. Tällöin siirtyminen pois automaattisäädöstä on vaivatonta, sillä siirtyminen ei koskaan saa muodostaa hyppäystä nopeusasetuksesta toiseen.

Aikataulun mukaan nopeutta säätelevää ohjaustapaa kutsutaan esimerkiksi nimellä *Arrival Mode*. Järjestelmälle annetaan toivottu saapumisaika määrasatamaan ja ohjelma laskee reittiosuuksien tavoitekulkunopeudet nopeusrajoitukset huomioiden. Mikäli saapumisaika asetetaan liian aikaiseksi, ohjelma laskee aikataulun suurimmalla sallitulla nopeusprofiililla ja ilmoittaa käyttäjälle myöhästymisajan. Automaattikka noudattaa siten aina reittisuunnitelmaan tallennettuja nopeusrajoituksia aikataulusta riippumatta.

Automaattiseen nopeudensäätäjään voidaan yleensä asettaa raja-arvot, joiden puitteissa säätäjä toimii. Suojaisilla väylillä sopiva säätelyraja on $\pm 0,2$ solmua ja avomerellä $\pm 2,0$ solmua. Nopeusrajoitusten maksimiarvo on usein myös asetettavissa. Matalan nopeuden hälytysraja kannatta myös asettaa, sen avulla käyttäjä saa ennakkovaroituksen liian alhaisesta nopeudesta, joka aiheuttaisi ohjailukykyyn menetyksen.

Saaristoväylän vaihtelevia nopeusrajoituksia voi olla vaikea noudattaa, koska propulsiotehon muutokset vaikuttavat aluksen kulkunopeuteen hitaasti. Automaattisen nopeudensäätöjärjestelmän suurin hyöty on nopeusrajoitusten helppo seuraaminen. Automaattinen nopeussäätö vapauttaa luotsaustyön tekijän suunnanpitoon ja paikanmäärittelyn monitorointiin. Erikoistilanteissa nopea hiljentäminen tulee aina tehdä käsiohjauksessa.

7.3 Luotsauksen kehitys

7.3.1 Tutkan ja automaattiohjauksen esitystapa

IMO on määrittänyt vähimmäisvaatimukset tutkan näyttölaitteille, mutta näitä vaatimuksia ei ole kirjattu luotsaustyön tekemisen lähtökohdista. Automaattiohjauksen näyttölaitteelle IMO ei ole tähän mennessä esittänyt mitään vaatimuksia.

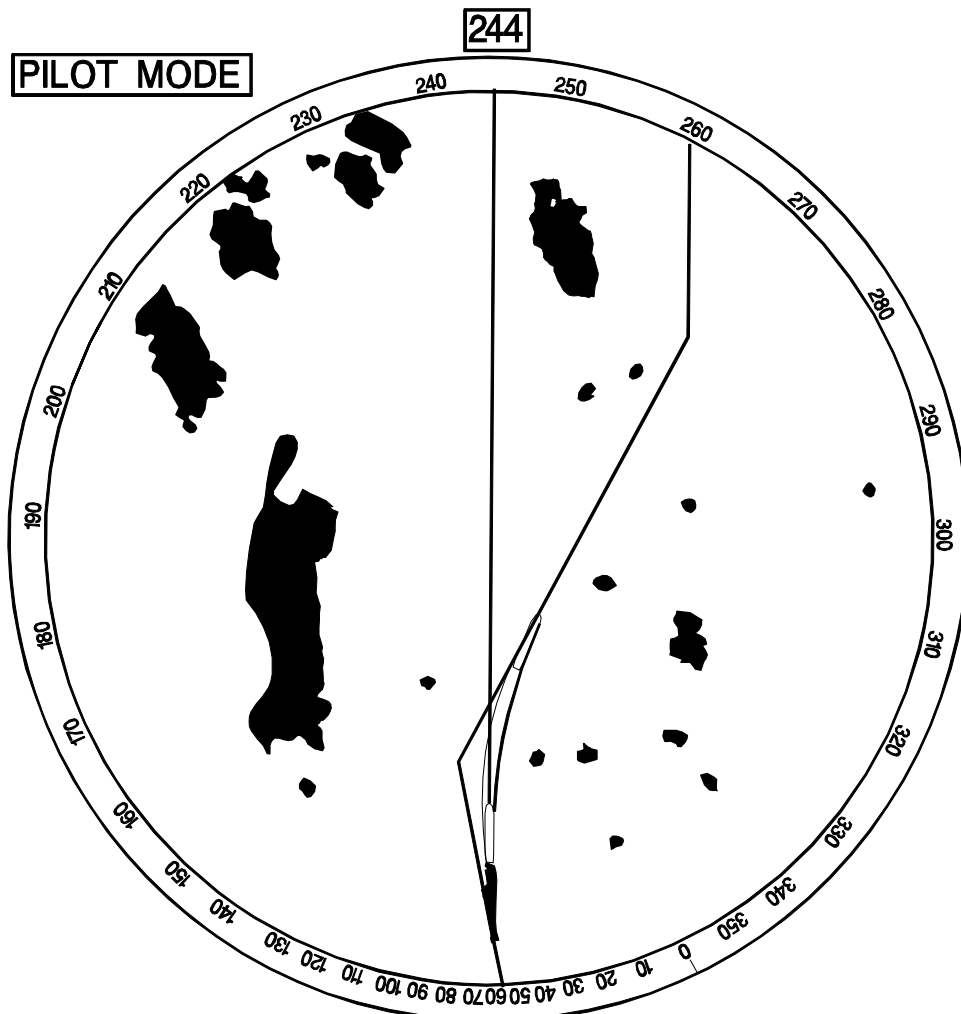
IMOn NAV-alakomitea on delegoinut navigointijärjestelmien näyttölaitteiden suunnittelun IEC:lle (International Electrotechnical Commission). IEC:n työryhmä nro 13 on työskennellyt tässä tehtävässä jo useita vuosia. IMOn jäsenvaltioiden vastuulla on ainoastaan merenkulun asiantuntijoiden osallistuminen tähän työryhmään.

Eräs luotsi ilmaisi näkemyksensä tutkanäytöstä sanomalla, että *'Katson tutkaa kuten maisemaa'*. Lause kuvaa hyvin luotsaustyön luonnetta. Luotsauksen kuvauksessa on aiemmin noussut esille suhteellinen navigointi, toisin sanoen aluksen paikkaa ja liiketilaa luotsaustyön tekijä ei ole määritellyt absoluuttisena maapallon koordinaatistoon nähden, vaan suhteellisena lähimmän maaston suhteen. Maisema on antanut tarpeellisen tiedon aluksen paikasta ja liiketilasta. Havainnointi on siis perustunut itsestä ulospäin (inside-out), eikä luotsaustapahtumaa ole hahmotettu karttakuvana (outside-in), vaikka kartta on täytynyt osata ulkoa. Aluksen liiketilan määrittely on perustunut kiintomaalien suhteellisen liikkeen havainnointiin ja liiketilan ymmärtäminen on auttanut hahmottamaan aluksen tulevan paikan. Tähän luontaiseen toimintatapaan perustuu myös seuraavassa kuvattu tutkan näyttölaitteen esitystapa, jota tässä raportissa kutsutaan nimellä PILOT MODE.

Luotsin lausuma tutkan ja maiseman vertaamisesta viittaa siihen, että tutkakuvan orientaation toivotaan olevan sama kuin ikkunasta näkyvän maiseman. Kohdeet halutaan nähdä tutkan kuvaputkella samassa suhteellisessa suuntimassa kuin ikkunassa. PILOT MODE -ominaisuuden voi hyvin toteuttaa tutkan kaksois-stabiloinnilla (kuva 12). Kun alus kääntyy oikealle, niin tutkanäytön keulaviiva kääntyy oikealle. Mutta samalla tutka kääntää koko kuvaa saman verran vasemmalle. Keulaviiva pysyy siten paikallaan ja maalit siirtyvät vasemmalle kuten maisema siirtyy ikkunassa. Oman aluksen symboli kuvaputkella pysyy paikallaan. Tämä vastaa HEAD UP-näyttöä. Tämän lisäksi suoritetaan toinen stabilointi tosiliikkeen suhteen. Tosiliike toteutetaan myös normaalisti, eli siten, että aluksen nopeus eli sen kulkema matka stabiloidaan. Alus siirtyy eteenpäin kuvaputkella, mutta samalla koko kuvaa vedetään taaksepäin sama matka. Tällöin oma alus pysyy kuvaputkella paikallaan ja kiintomaalit tulevat vastaan ilman jälkihohdot. Liikkuvat maalit jättävät tosiliikkeen mukaisen jälkihohdon. Tutkanäkymä

vastaa silloin näkymää ikkunassa. Tämä näyttötapa voidaan toteuttaa IMO:n teknisten vaatimusten puitteissa¹⁷².

IMO:n vaatimuksesta tutkalaitten tulee pystyä esittämään reittiviiva¹⁷³. Yksinkertaisimmassa muodossaan se on murtoviiva, josta puuttuu reittisuunnitelman kaarresäteet. PILOT MODEn murtoviiva auttaa luotsia hahmottamaan aluksen poikkeaman väylälinjalta. Satelliittinavigaattorin paikkatiedon avulla väyläviiva voidaan lukita tutkakuvaan oikeaan kohtaan. Väyläviiva asettuu tutkan näytölle tosisuuntaa esittävän astejaotuksen mukaisesti.

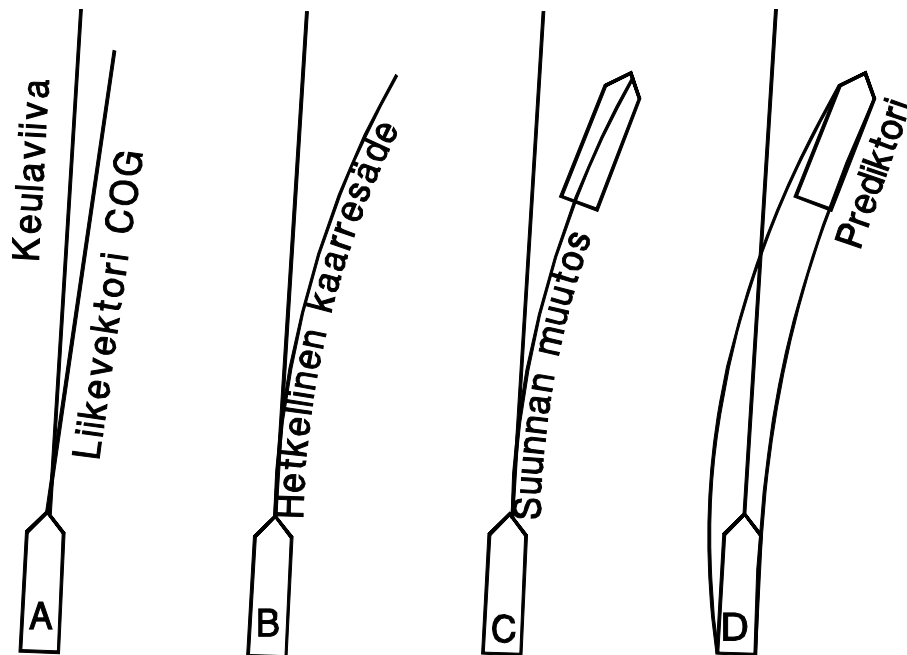


Kuva 73. Luotsaukseen soveltuva tutkakuva tukee perinteistä luotsaustapaa ja esittää graafisesti aluksen liiketilan.

PILOT MODEssa liiketilan hahmottamista helpotetaan esittämällä hetkellinen liiketila graafisesti prediktorin avulla.

¹⁷² IMO resolution 192(79) 2004, Annex, paragraph 5.20.2: *Head-Up may be provided when the display mode is equivalent to True Motion with a fixed origin (in practice, equivalent the previous relative motion Head-Up mode).*

¹⁷³ IMO resolution 192(79) 2004, Annex, paragraph 5.32.



Kuva 74. Liiketilän ennusteen eli prediktorin rakenne.

Kuvassa 74 on kohdassa A esitetty aluksen liikevektori pohjan suhteen (COG, Course Over Ground). Liikevektoria sivuaa aluksen hetkellinen kaarresäde, kuva 74 B.

Ennusteelle täytyy valita sopiva aikajakso. Sopiva aika on yleensä 30-60 sekunnin välillä. Aluksen ennustettu asema ja keulan suunta piirretään ennusteen päähän (kuva 74 C). Lopuksi piirretään aluksen käyttämä pyyhkäisyala. Kaarreviiva on selvyyden vuoksi poistettu kuvasta 74 D.

PILOT MODE-näyttötila voidaan tuoda kaikille nykyaikaisille tutkille. Mitään uusia sensorikytkeä ei tarvita, vaan esitystapa voidaan toteuttaa ohjelmallisesti. Näyttötapoja uusissa tutkalaitteissa on ainakin HEAD UP, STABILIZED RELATIVE ja TRUE MOTION. Useissa laitteissa on myös COURSE UP-näyttötila. PILOT MODE voisi olla yksi esitystavan vaihtoehto muiden rinnalla.

PILOT MODE-työskentelyssä luotsi säätää vain tutkanäytön mitta-alueen ja prediktorin pituutta. Prediktorin pituuden säätö voitaisiin yhdistää perinteisen nopeusvektorin pituuden säätöön.

PILOT MODE-näyttötavan periaatteesta tehtiin simulaattoritutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää tutkanäytön vaikutusta ohjailun tarkkuuteen. Simulaattorikoe suoritettiin yhteistyössä Luotsiliikelaitos-Finnpilotin, Sydväst Sjöfartin (nyk. Aboa Mare) sekä Onnettomuustutkintakeskuksen kanssa Turussa Sydväst Sjöfartin tiloissa. Koehenkilöinä toimi yhdeksän luotsia sekä kuusi Sydväst Sjöfartin oppilasta.

Kokeessa ajettiin viiden päivän aikana 90 simulaatioajoa, kukin osallistuja ajoi yhteensä kuusi ajoa kolmella eri väylänosalla käyttäen kahta eri näyttötapaa. Koehenkilöille kerrottiin aluksen tyyppi ja koko, tuuliolosuhteet sekä tieto siitä, että alueella ei ole muuta liikennettä. Jokaisen ajon jälkeen osallisilta kysyttiin tuntemuksia ja kokemuksia ajon onnistumisesta ja näyttötavan vaikutuksesta ajoon. Ajotulokset rekisteröitiin tietokantaan tarkempaa analyysiä varten. Simulaatiossa käytettiin 170-metrinen matkustaja-aluksen laivamallia.

Aluksen liiketilatiedot olivat kaikissa simulaatioajoissa koehenkilöiden nähtävissä. Aluksen ohjaus tapahtui FU-vivun avulla. Luotsaajat toimivat itse ruorimiehenä. Väyläviiva kaarresäteineen esitettiin tutkan näyttöruudulla. Se oli helpottamassa reitin määrittystä koehenkilöille tuntemattomassa tutkamaisemassa. Tältä osin koejärjestely poikkesi siitä tilanteesta, jonka aluksen ulkopuolinen luotsi tyypillisesti komentosillalle saapuessaan kohtaa.

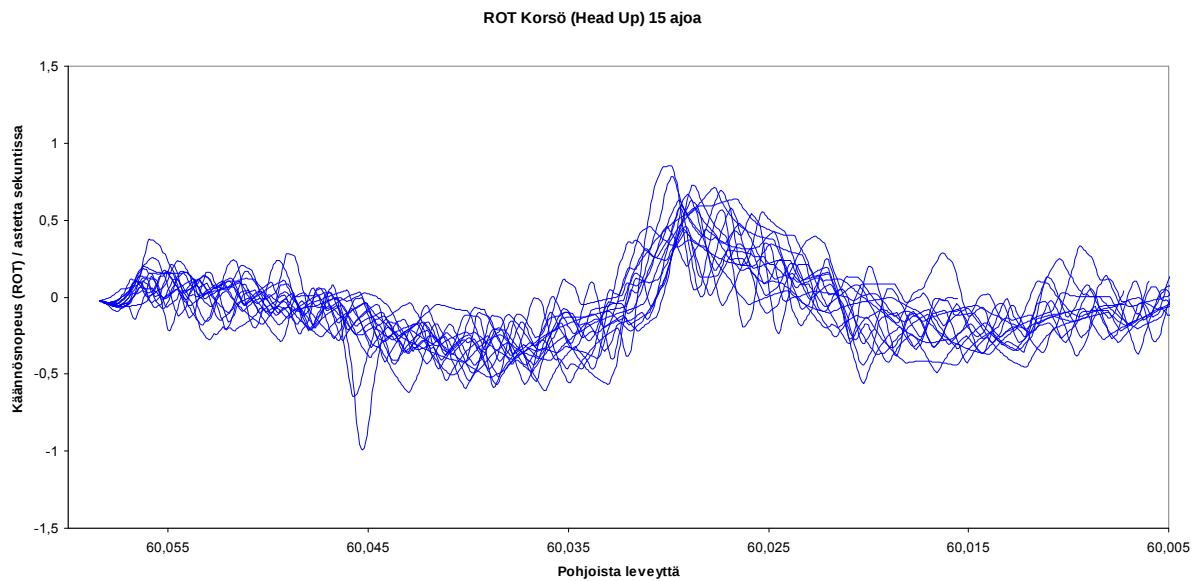
Toinen kokeessa käytetyistä näyttötavoista oli normaali, perinteinen hyrrästabiloitettu NORTH UP -näyttö, TRUE MOTION- eli tosiliikeasetuksella. Tämä on yleisin näyttötapa, jolla tutkaa nykypäivänä käytetään. Tällaista tutkakuvaa on helppo verrata karttaan, sillä molemmissa pohjoissuunta on ylöspäin. Tutkanäytöllä esitettiin tavallinen laivan liiketilan nopeusvektori pohjan suhteen.

Luotsausnäyttöä jäljiteltiin tässä koejärjestelyssä HEAD UP -näytön avulla. HEAD UP -näyttöön liittyvät ongelmat liikkuvien maalien havaitsemisessa eivät muodostuneet kokeessa ongelmaksi, koska koehenkilöt olivat tietoisia, että simulaattoriajoissa ei väylillä ollut muuta liikennettä.

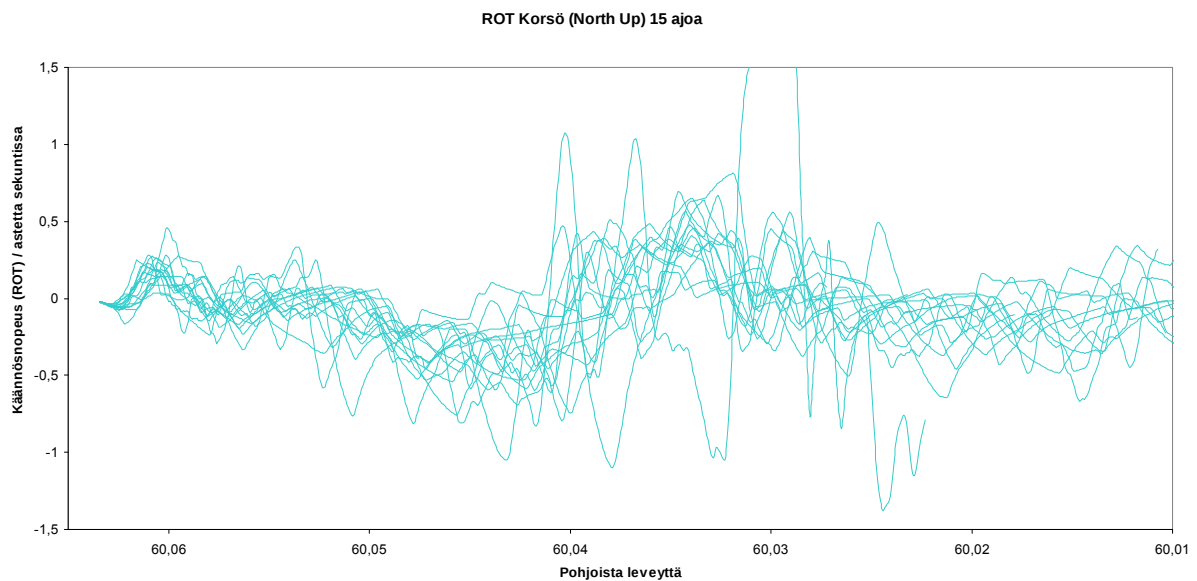
Luotsausnäytöllä esitettiin prediktori helpottamassa aluksen liiketilan hahmottamista. Prediktori osoitti aluksen oletetun sijainnin ja pyyhkäisyalan yhden minuutin päähän hetkellisestä liiketilasta laskettuna. Koska prediktori ottaa huomioon aluksen kääntymisen, niin se antaa tarkemman ja kuvaavamman ennusteen aluksen tulevasta liikkeestä kuin perinteinen kaksikomponenttivektori.

Väyläosuudet ajettiin ensin luotsausnäyttöä käyttäen, jonka jälkeen samat kolme väylää ajettiin normaalilla näytöllä. Tällä ajojärjestyksellä haluttiin varmistaa se, että mikäli ajojen aikana tapahtuu väyliä tai aluksen käyttäytymisen suhteen oppimista, niin se parantaa suoritusta nimenomaan perinteistä näyttötilaa käytettäessä. Kokeen tulokset analysoitiin jokaisen väylän osalta ajettujen reittijälkien sekä käännösnopeuden ja peräsinkulman aikahistorioiden avulla.

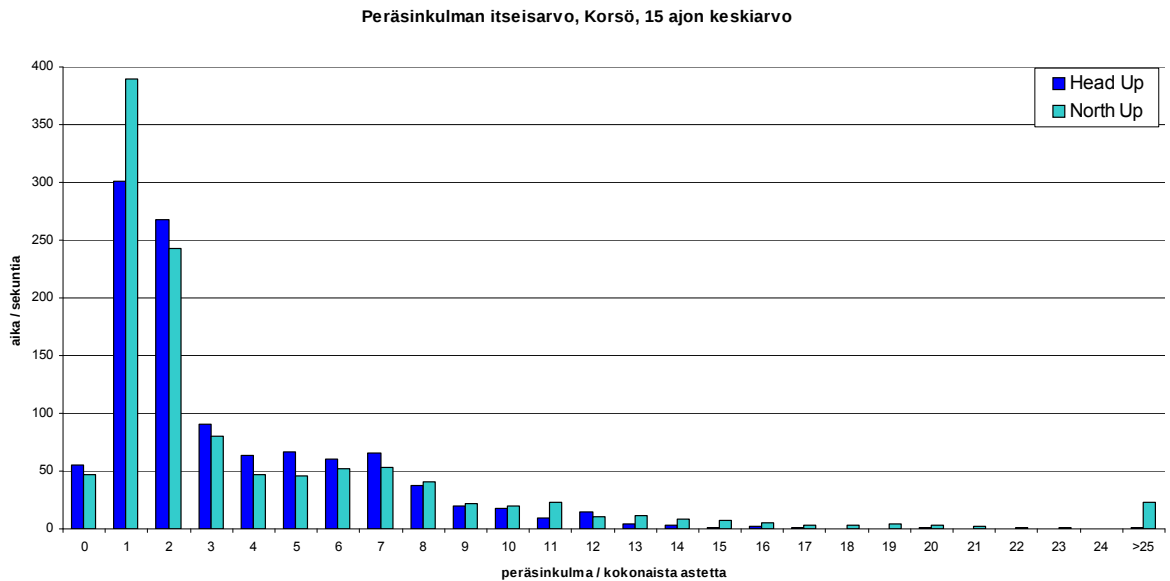
Yhteenvetona käännösnopeuden aikahistorioista voitiin todeta, että luotsausnäyttöä käytettäessä mutkailun voimakkuus oli vähäisempää kuin perinteisellä näytöllä ajettaessa. Todennäköisin vaikuttaja tähän oli prediktori, joka osoitti nopeasti muutokset aluksen kääntymispyrkimyksissä. Toinen vaikuttava tekijä lieinee ollut HEAD UP-näyttötavasta johtuva oikean ja vasemman puolen selkeä erottuminen, joka helpotti korjauskomennon oikean suunnan hahmottamista aluksen kääntyessä.



Kuva 75. Simulaattoriajoissa tallennettujen kääntymisnopeuksien aikahistoriat PILOT MODE –näyttöä jäljittelevää esitystapaa käytettäessä.



Kuva 76. Simulaattoriajoissa tallennettujen kääntymisnopeuksien aikahistoriat perinteistä näyttötapaa käytettäessä.



Kuva 77. Simulaattoriajoissa käytettyjen peräsinkulmien vertailu. Kuvan selite Head Up viittaa PILOT MODE-näyttötilaan.

Yhteenvedona peräsinkulmista oli havaittavissa se, että normaalinäytöllä ajetuissa kokeissa peräsintä pidettiin enemmän keskellä verrattuna luotsausnäyttöön. Luotsausnäytöllä ajettaessa ohjaustapahtumat keskittyivät selkeämmin noin 7° peräsinkulman lähistölle. Normaalinäytöllä tyypillisimmin käytetty peräsinkulma oli hieman suurempi ja peräsinkulmien hajonta oli suurempaa. Normaalinäytöllä ajettaessa käytettiin myös enemmän suuria peräsinkulmia.

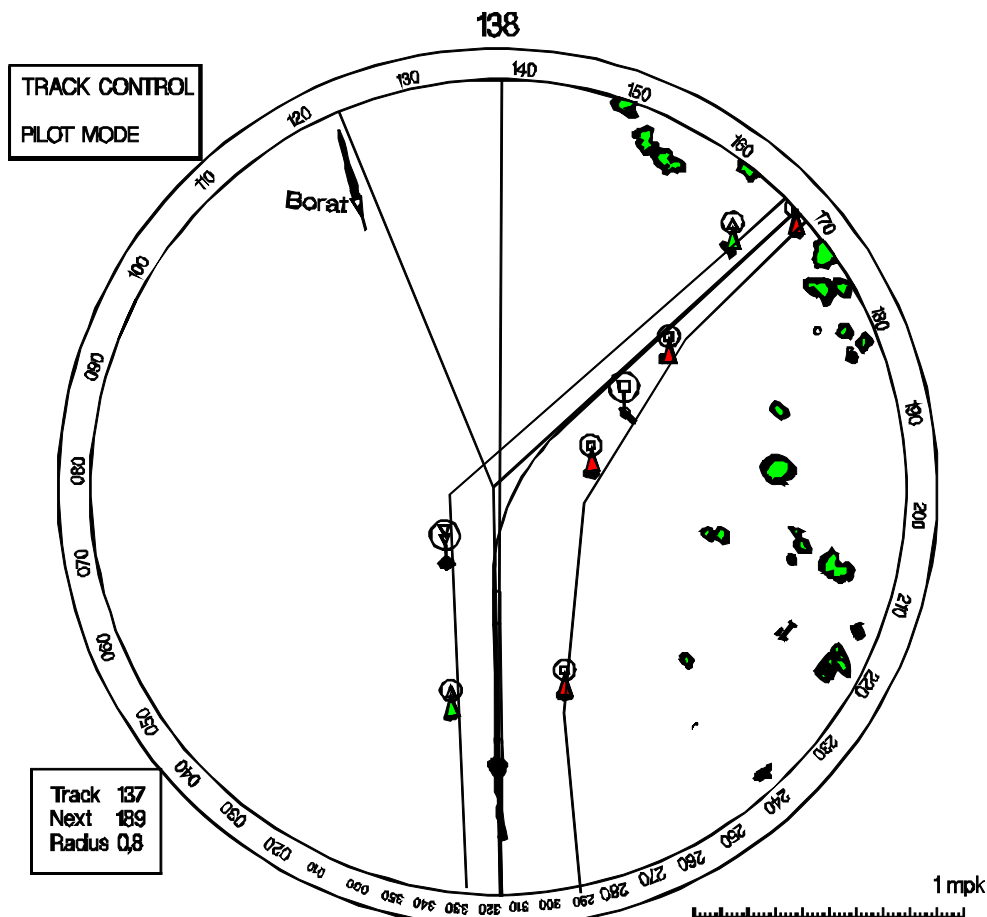
Luotsausnäytöllä ajaminen vaikutti varmemmalta ja suuntavirheitä tapahtui vähemmän kuin normaalinäytöllä. Koehenkilöt pärjäsivät kuitenkin tämän perinteisen näytön avulla paremmin kuin ennakkoon oli odotettu. Tämä lienee osoitus siitä, että ihmisen sopeutumiskyky myös näennäisesti huonoihin järjestelmiin on hyvä. Kokeen tuloksiin vaikutti se, että koehenkilöillä oli vuosien kokemus perinteisen näyttötavan ominaisuuksista ja he käyttivät sitä tavallisesti työssään. Osa koehenkilöistä myönsi, että *'tiukassa, kapeassa väylässä'* he joskus käyttävät luotsausnäytön kaltaista Head Up -näyttötapaa, toiset sanoivat ajaneensa sillä vain *'pakon edessä'*. Tuloksiin - ainakin joidenkin yksittäisten henkilöiden osalta - vaikutti myös epäluulo prediktorin luotettavuuteen: *'katsoin vain välillä'* ja *'en seurannut prediktoria, en luota niihin laivoissakaan'* olivat muutamia kommentteja. Muutama koehenkilö vertasi prediktorin käyttöä tietokonepelaamiseen: *'Lisä-elämiä ei ole, mutta kun pysyy mustalla ja poissa värilliseltä, niin hyvin menee.'*

Vuosien kokemuksesta huolimatta useat koehenkilöt ihmettelivät luotsausnäytöstä normaalinäyttöön siirryttyään normaalinäytön työläyttä ja sen vaatimaa ajatustyötä. Moni koki, että todellisessa luotsaustyössä laivalla vasemman ja oikean suuntaa ei tarvinnut miettiä niin paljoa kuin simulaattorissa. Osa henkilöistä arveli tämän kuitenkin johtuvan myös siitä, että vertailukohdan puuttuessa asiaan ei ollut aiemmin kiinnittänyt huomiota, vaan sen oli katsonut olevan normaalia tut-

katyöskentelyssä. Lähes kaikki koehenkilöt olivat sitä mieltä, että luotsausnäyttö voisi olla hyvä apu luotsaustyössä.

Edellä kuvattu PILOT MODE on teknisesti helppo toteuttaa jo nykyisiin tutkalaitteisiin ja tutkimuksen mukaan siitä on selkeästi etua luotsaustyössä. Navigointilaitteiden prosessoriteho riittää myös monipuolisempien näyttötilojen luomiseen. Seuraavassa käsitellään ehdotuksia tulevaisuuden integroitujen navigointilaitteiden käyttöliittymiksi.

Tutkan näyttölaitteissa voisi olla mahdollisuus esittää käyttäjän tarvitsemaa karttätietoa. Tämän tiedon sisältö vaihtelee kulloisenkin merialueen mukaan. Täydellistä karttakuvaa ei yleensä voi käyttää, koska tutkan kaikualueet eivät erotu liian tiheän karttainformaation seasta. Kuvaan 78 on esitetty tilanne, jossa lähestytään Utötä 15 metrin väylää pohjoisesta. Näyttölaitteen karttainformaatio on melko pelkistetty, mutta riittävä selkeän tilannekuvan esittämiseksi, eikä liiallinen tietomäärä sotke kuvaa.



Kuva 78. Integroitu tutkanäyttö, johon on tuotu tietoa elektroniselta kartalta ja reittisuunnitelmalta.

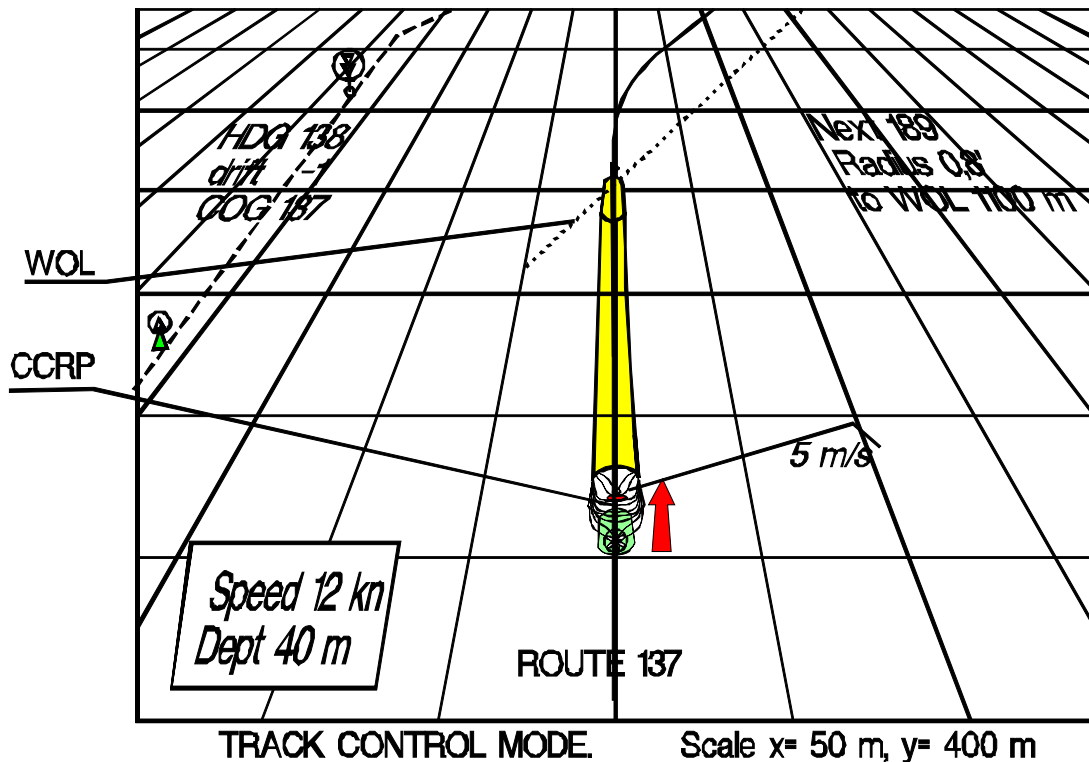
Kuvan 78 tutkanäyttö on 1,5 mpk mitta-alueella. PILOT MODE-näytössä liikkuvat maalit esittävät tosiliikettä ja kiinteät maalit eivät jätä jälkihohtoa. Automaattiohjaus ohjaa reittisuunnitelman mukaisesti (Track Control). Kuvan tilanteessa käännöksen alkuun on vajaa kaksi minuuttia. Suunta on 137°. Kaarresäde on 0,8 mpk ja seuraava suunta on 189°.

Tutkakuvan reunaan on merkitty kuvan näyttötapa (PILOT MODE) ja automaattiohjauksen ohjaustapa (TRACK CONTROL). Reittipisteen tärkeimmät tiedot ovat kaarresäde ja käännöstä seuraava tavoitesuunta. Reittipisteessä voi olla myös reittisuunnitelmaan kuuluvia vakiorutiineita, kuten nopeusrajoitus tai VHF-ilmoitus.

Elektroninen karttainformaatio esittää saaret tutkakaikujen kanssa päällekkäin. Tutkakaiut näkyvät saarien kohdalla hieman karttatietoa suurempana, koska tutkan antennisignaali leventää maaleja. Vertaamalla karttatiedon ja tutkamaalien välistä siirtymää, voi käyttäjä havainnoida kompassin ja paikannuslaitteen virheitä. Esimerkkikuvassa kompassin suuntatieto on virheetön (ei kulmaeroa) ja paikannus tarkka (ei suuntaissiirtymää).

Väyläalue, joka on harattu 15,6 metriin rajaa selkeän alueen, jonka reunaa ei kannata ylittää. Syvyyskäyriä ei tarvita, koska harattu alue määrittelee selkeästi käytettävän väylätilan. Väyläviivan, kelluvien merimerkkien, reunamerkkien ja AIS-maalien on hyvä olla näytettynä. Kuvassa esitetään myös aluksen oma reittisuunnitelma.

Automaattiohjauslaitteiden näytöt ovat yleensä täynnä numeroita. Kehityksen myötä näyttöihin on tullut vain lisää numeroita. Ohjaukseen liittyvät tiedot voitaisiin myös esittää havainnollisena grafiikkakuvana, joka korvaa suurimman osan numeerisesta tiedosta. Kuvan 79 automaattiohjaimen näytössä kuvaorientaatio on keula ylöspäin kuten tutkassakin. Kuva on kolmiulotteinen ja katselupiste on vinosti ylhäällä aluksen takana. Tämä esitystapa havainnollistaa hyvin alusta ympäröivän väylätilan ja näyttää samalla aluksen oman liikkeen. Maapallon koordinaatisto esitetään ruudukkona, joka liikkuu aluksen nopeuden mukaan kuvan alareunaa kohti. Kuvaan voi valita useita vaihtoehtoisia mittakaavoja. Ruudukko havainnollistaa selkeästi aluksen sivupoikkeaman reittiviivaan nähden ja etäisyyden lähimpään väylä- tai track limit -rajaan.



Kuva 79. Automaattiohjauksen kolmiulotteinen näyttö, jossa kuvaorientaatio on keula ylöspäin.

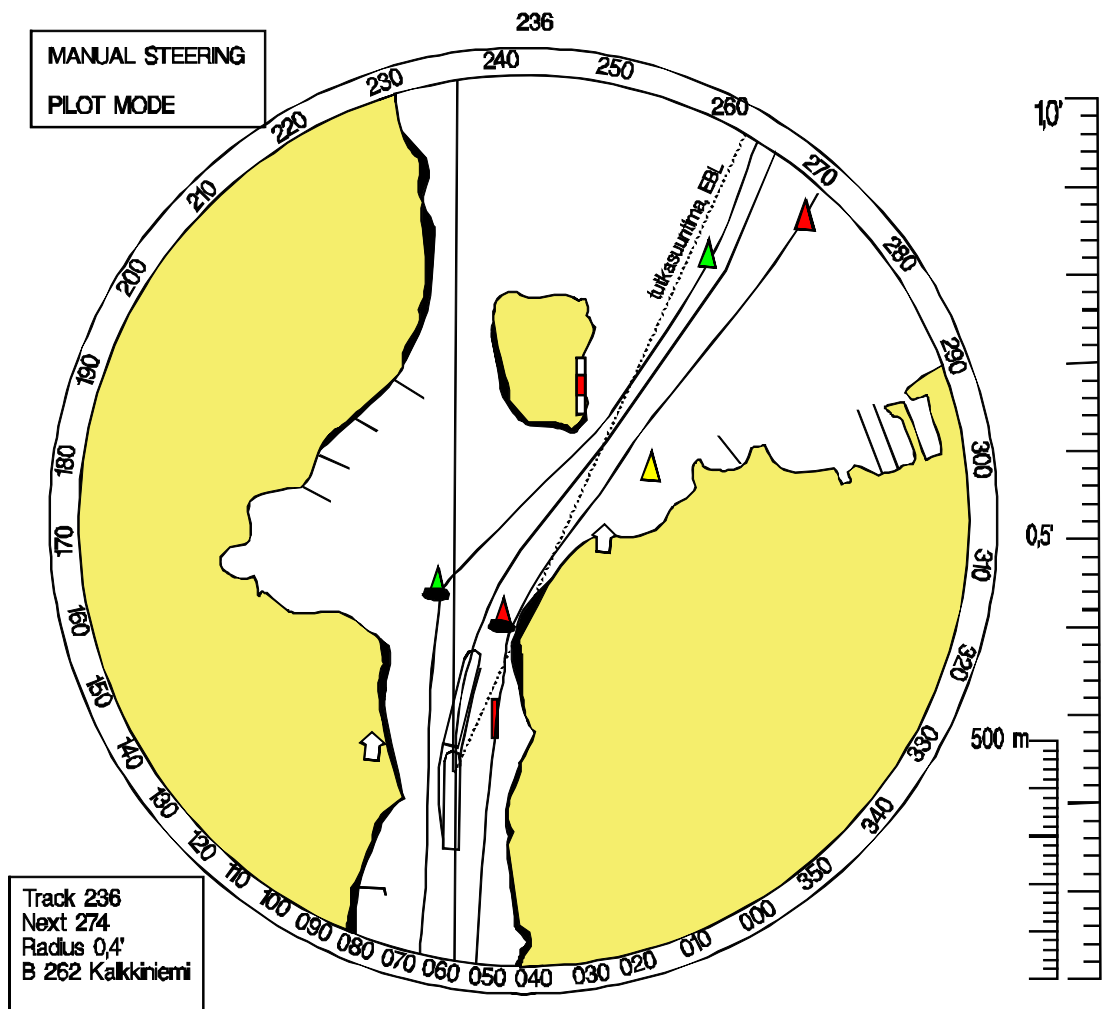
Kuvassa alus esitetään yksinkertaisena, läpinäkyvänä kaaripiirustuksena. Animoitu peräsin liikkuu peräsinkulmaindikaattorin antaman tiedon mukaan. Kuvaa voi suurentaa siten, että peräsimen liike on selkeästi nähtävissä. Tällöin kuvaa voi hyödyntää myös käsiohjauksessa. Potkurin pyöriminen tai sen pysähtyminen voidaan esittää helposti. Aluksen varjo on kuvattu näkymään perspektiivissä pohjaa vasten, jolloin varjon koko muuttuu veden syvyyden mukaan. Konetehto on esitetty punaisella nuolella aluksen vieressä. Tutkan liiketilan ennuste eli prediktori toistetaan tässä näytössä graafisesti.

CCR (Consistent Common Reference Point) on IMO:n määrittelemä piste¹⁷⁴, jonka suhteen kaikkien paikanmäärittämissä ja -sensoreiden tiedot esitetään. Kuva 79 esittää automaattiohjauksen näyttöä TRACK CONTROL- ohjaustilassa. Automaattiohjaus aloittaa käännöksen kun CCR kohtaa WOL (Wheel Over Line) -linjan.

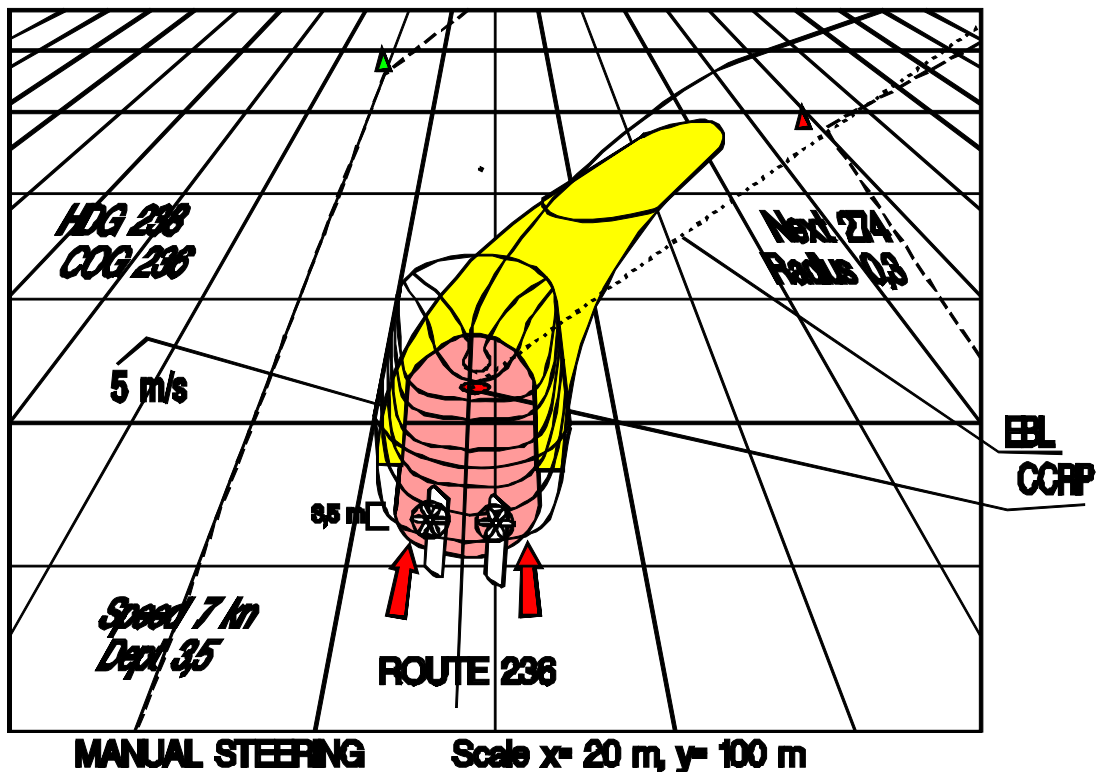
Graafinen esitystapa voi vaatia tuekseen joitakin numeerisia tietoja. Tärkeimmät toteutuneet liiketilätiedot ovat kompassisuunta (HDG), suunta pohjan suhteen (COG) ja sortokulma. Toinen ryhmä ovat tärkeimmät suunnitellut reittitiedot eli uusi tavoitesuunta, kaarresäde ja matka seuraavaan käännökseen. Veden syvyys ja kulkunopeus on myös hyvä esittää alfanumeerisena tietona.

¹⁷⁴ IMO, Resolution MSC.192 (79), 2004 amendments, par. 5.9 Radar measurements - CCR.

Kuvat 80 ja 81 esittävät näyttölaitteita, kun alusta ohjataan käsiohjauksessa Turun satamasta lähdön jälkeen. Tutkakuvassa 80 näkyy paljon karttatietoa, mutta hyvin vähän tutkatietoa. Automaattiohjaimen näytössä (kuva 81) vesialuetta kuvaa karttatieto ruopatusta väylästä. Käännöksen aloituskohtaa esittää tutkalta tuotu EBL-suuntima tilanteessa, jossa se sivuaa Ruissalon niemeä. Prediktori osoittaa aluksen alkavan kääntyä. Kuvissa tarkoituksena on ajaa läheltä oikeanpuoleista poijua.



Kuva 80. Esimerkki tutkanäytöstä Turun satamasta ulos johtavan väylän varrelta.



Kuva 81. Automaattiohjauslaitteen näyttö käsiohjauksessa.

Automaattiohjauksen näytön mittakaava on tässä luotsaustilanteessa valittu pieneksi, jotta aluksen vaatima tila näkyisi selvästi. Punaiset nuolet kuvaavat pääpotkureiden tehoja. Kuvassa peräsimet kääntyvät ruorikulman mukaan, joten näyttö toimii myös peräsinkulman osoittimena. Tässä ohjailutilanteessa keulan suunnan ja tosisuunnan numeeriset arvot ovat toissijaisia, koska ohjailuun vaikuttavat vain väylän reunaviivat ja reittiviiva. Alusta ohjataan FU-käsiohjauksella ja monitorointityötä suorittava merenkulkija säätää pääkoneiden tehoja ja aluksen nopeutta. Kuvaan voidaan tuoda tuulinuoli osoittamaan siitä suuntaa, josta tuuli vaikuttaa. Kaikuluodin mittaama veden syvyys esitetään aluksen pohjan ja alla olevan varjon välillä (kuva 81).

Syvyystiedon esittäminen vaatii tarkempaa selvitystä. Tässä on hahmoteltu pelkästään kaikuluodin mittaustiedon käyttämistä syvyyden kuvaamiseen. Ruudukko voi kuitenkin antaa harhaanjohtavan vaikutelman siitä, että vesialue jatkuisi väylässä samansyvyisenä eteenpäin. Kuva 81 antaa myös sen vaikutelman, että veden syvyys olisi sama myös väyläalueen ulkopuolella. Kuvaa on kuitenkin luettava siten, että kaikuluodin mittaama syvyys koskee vain väyläaluetta aluksen kohdalla.

Merikarttalaitosten karttatiedot eivät tue syvyyskäyrien esittämistä kolmiulotteisessa muodossa, sillä normaali S-57 karttatieto ei ole riittävän kattavaa, ei vaikka luotsaustietoa olisikin merellä kerätty tiheästi. Esimerkiksi haratuista vesialueista voidaan olla niin varmoja, että niiden osalta karttatietoa voitaisiin hyödyntää.

tää kolmiulotteisessa muodossa. Kaikki luodatus syvyystiedot eivät mahdu esitettäväksi merikartoille, joten tiedon määrää karsitaan jättämällä vähemmän oleellista informaatiota pois.

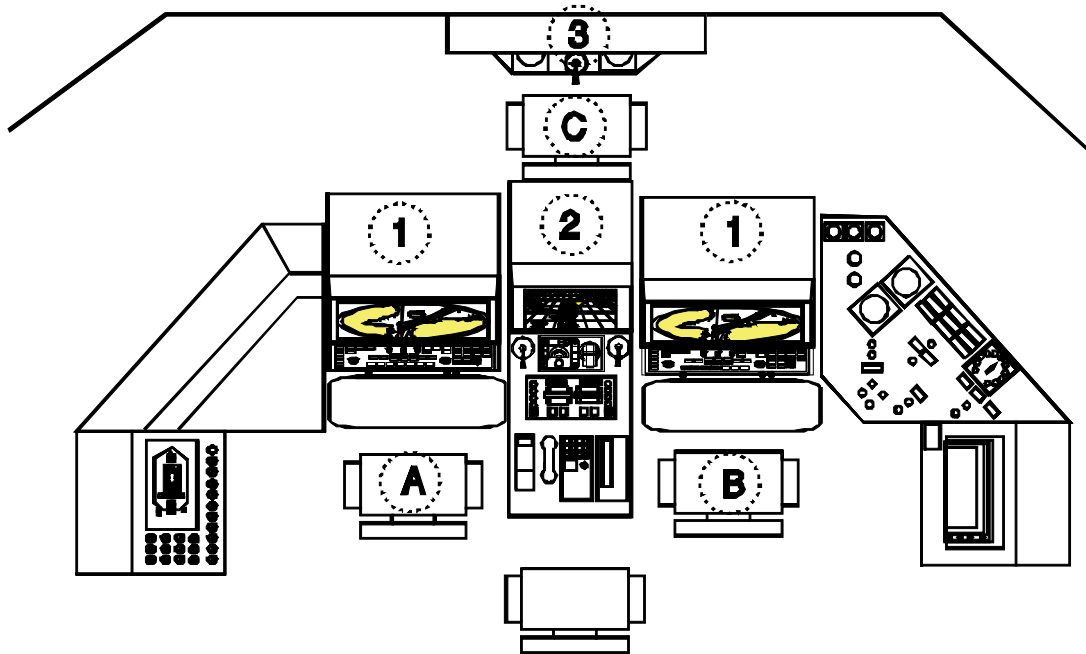
7.3.2 Komentosiltasuunnittelu

Nykyaikaisen komentosiltasuunnittelun tavoitteena on luoda edellytykset tehokkaalle ja turvallisuustasoltaan korkealle komentosiltatyöskentelylle. Laitteistosuunnittelussa integrointi voidaan ulottaa teknisen järjestelyn lisäksi myös luotsaustyön tekemiseen siten, että luodaan toimintaedellytykset kahden henkilön tiiviille työryhmälle. Ryhmätyön tavoitteena on, että nämä kaksi henkilöä pystyisivät yhtäläiseen suoritustasoon. Luotsaustyö ja sen monitorointi toteutuu tehokkaimmin henkilöiden työskentelypisteiden sijaitessa lähellä toisiaan.

Käytännössä luotsaustyön suorittaja pystyy yhtäaikaaisesti keskittymään korkeintaan kahden laitteen käyttöön. Tutka ja automaattiohjaus ovat näistä tärkeimpiä. Kaksi tutkanäyttöä sijoitetaan molempien työpisteiden eteen ja automaattiohjauksen näyttö tutkien väliin (kuva 82). Elektroninen kartta tai ECDIS voidaan sijoittaa keskelle konsolia automaattiohjauksen näytön yläpuolelle. Sijoittelussa on kuitenkin otettava huomioon näkyvyys eteenpäin, joka varsinkin talviolosuhteissa on tärkeää jääpeitteen vaihtelun havainnoinnissa. Jos automaattiohjauksen näyttö sijaitsee korkealla, ei sen yläpuolelle voi karttanäyttöä asentaa ilman, että näkyvyys eteenpäin rajoittuu. Tällöin karttanäyttö on sijoitettava sivulle.

Laitekonsoli, johon automaattiohjauksen näyttö upotetaan, on mielellään mahdollisimman kapea, leveydeltään vain noin 40 - 45 cm. Tämä siksi, että ensinnäkin työparin on voitava verrata tutkanäyttöjen kuvia toisiinsa ja toiseksi hallintalaitteita on voitava käyttää molemmista työpisteistä käsin. Vasenkätisellä luotsaustyön tekijällä on oltava yhtenevät työolosuhteet oikeakätisen kanssa. Tähän päästään vain, jos keskikonsoli on riittävän kapea.

Navigointikonsolin etupuolella tulee olla riittävästi tilaa, jotta konsoliin asennettuja laitteita mahtuu huoltamaan. Toinen syy konsolin asentamiseen riittävän etäälle ikkunoista on se, ettei aurinko pääse paistamaan suoraan navigointilaitteiden kuvaruutuihin. Kahden työskentelypisteen ympärille muotoiltu kompakti navigointikonsoli ei anna tilaa kaikkien mittareiden asentamiseen. Sen vuoksi tarvitaan erillinen mittaripaneeli, joka sijoitetaan komentosillan kattoon, molemmista työskentelypisteistä helposti seurattavaan paikkaan. Tämä *overhead*-paneeli asennetaan yleensä ikkunoiden yläreunaan ja jotta siinä olevien mittareiden seuraminen olisi vaivatonta, on tämäkin yksi syy sijoittaa navigointikonsoli riittävälle etäisyydelle etuikkunoista.



Kuva 82. Ohjailu- ja navigointikonsolin suunnittelussa on päämääränä toteuttaa sekä tekninen että luotsauksen parityöskentelyn integrointi.

Integroidun navigointilaitteiston työpisteet määritetään seuraavasti:

- A. Luotsaustyöpiste oikeakätiselle henkilölle. Hallintalaitteet ovat oikean käden ulottuvilla. Työpistettä voi käyttää valtion luotsi, päällikkö tai luotsausta harjoitteleva perämies.
- B. Normaalisti luotsaustyötä monitoroidaan työpisteestä B, mutta vasenkätinen henkilö voi luotsata tässä työpisteessä.
- C. Ruorimiehen työpaikka on konsolin edessä. Ikkunoiden tulee ulottua riittävän alas, jotta ruorimies näkee esimerkiksi jäärännin reunat mahdollisimman hyvin. Työpisteistä A ja B tulee nähdä ruorimiehen yli.

Työpisteiden A ja B käyttöä ei kannata sitoa miehistön jäsenten virka-asemaan. Kommentosiltajärjestelyn yhtenä etuna on mahdollisuus antaa tehokasta luotsauskoulutusta, sillä turvallisen navigoinnin perustana on koko komentosiltapäällystön yltäminen yhtenäiseen suoritustasoon. Tämän periaatteen pohjalta aluksen kaikkien perämiesten on opittava luotsaustyö, vaikka he eivät suorittaisikaan luotsitutkintoa. Tähän tavoitteeseen tähtää myös kansainvälinen vaatimus, jonka mukaan vahtipäällikön on voitava monitoroida luotsausta. Tavoitteen täyttäminen on mahdotonta, ellei vahtipäällikkö itse osaa luotsata.

Navigointilaitteiston sijoittelu työpisteiden ympärillä:

- Kaksi identtistä tutkan näyttölaitetta, joiden käyttöliittymään on sisällytetty automaattiohjauksen hallinta. Tutkaruuduilla esitetään tärkeät tiedot elektroniselta kartalta. Reittisuunnitelman tulisi olla aina esitettynä.
- Keskikonsolin tulee olla mahdollisimman kapea. Siihen kuuluu peräsinten ja potkureiden NFU- ja FU-ohjaukset sekä VHF-radiopuhelin. Joystick-ohjaus integroi mainiosti kaikki hallintalaitteet pieneen tilaan. Rajallisen tilan vuoksi keulapotkureiden FU-vivut ja valonheittäjien servomoottorien ohjausvivut voidaan sijoittaa kattoon konsolin yläpuolelle. Automaattiohjaimen näyttölaitte on tutkaruutujen välissä.
- Ikkunoiden yläpuolella olevan overhead-paneelin keskellä ovat peräsin-kulmaindikaattorit ja kulmanopeusmittari. Toiselle sivulle sijoitetaan koneistomittarit, kuten pääkoneiden kierrosluvut, potkureiden nousut ja keulapotkureiden ampeerimittarit. Vastakkaiseen reunaan sijoitetaan tuulimittari, kompassin näyttölaitte, doppler-loki ja kaikuluotain.

Perinteisesti komentosiltojen siivet on suunniteltu ilman, että olisi otettu riittävästi huomioon luotsaustyötä, kun alus peruuttaa. Ahtaassa satama-altaassa ison aluksen kääntäminen voi olla mahdotonta. Tästä syystä voidaan alusta joutua peruuttamaan pitkiä matkoja, kunnes päästään alueelle, jossa kääntäminen onnistuu. Komentosillan siipi olisi hyvä suunnitella siten, että ohjailulaitekonsoli on mahdollisimman lähellä siiven ulkoreunaa. Konsolin molemmin puolin olisi hyvä olla mahdollista ohjata siten, että peruutettaessa voi seistä konsolin keulapuolella. Hallintalaitteet, elektroninen kartta ja mittaristo kannattaa sijoitella siten, että ne näkyvät yhtä hyvin peruutettaessa kuin eteenpäin ajettaessa.

Jos näkyvyys taakse on huono, on peruutettaessa aluksen perässä oltava perämies, joka antaa komentosillalle tietoa esteistä. Peruutustoimenpidettä tulee edeltää lyhyt neuvottelu, jossa perämiehelle on selvitettävä, että peruutus tapahtuu hänen antaman informaation mukaan.

8 YHTEENVETO

Sanalla navigointi tarkoitetaan yhtäaikaaisesti tapahtuvaa paikanmäärittystä, ohjailua ja aluksen dynaamisen tilan hallintaa. Navigointi alkaa kun alus lähtee liikkeelle ja päättyy määräsatamassa. Tavoitteena on koko matkan ajan pysyä ennalta suunnitellulla reitillä. Tämän tavoitteen saavuttaminen sisältää paikanmäärittelyn ja ohjailun samanaikaisen hallinnan.

Aluksen kulkiessa avomerellä edellä kuvatut toimenpiteet ovat riittäviä turvallisen kulun takaamiseksi ja määränpäähän saapumisen varmistamiseksi. Kun alus saapuu rannikon läheisyyteen, väylätilan pieneneminen pakottaa navigaattorin tarkemmin arvioimaan aluksen liiketilan kehittymistä. Samanaikaisesti paikanmäärittelyn merkitys vähenee ja aluksen liiketilan ennustaminen väylällä muuttuu tärkeimmäksi tehtäväksi. Tällöin aluksen paikkaa ja liikettä arvioidaan ympäröivän maaston suhteen. Tämä rajoitetussa väylätilassa tapahtuva tarkkuusnavigointitehtävä on luotsaustyötä. Luotsaustyön on perinteisesti suorittanut aluksen miehistöön kuulumaton, ulkopuolinen luotsi.

Lainsäädännön kehitys satojen vuosien ajalta paljastaa, että valtio tai viranomainen ei ole koskaan ottanut vastuuta luotsin työstä. Onnettomuustapauksissa luotsilla oli aikanaan täysi korvausvelvollisuus. Luotsien rangaistukset ovat myös olleet paljon kovemmat kuin muille merimiehille langetetut rangaistukset. Ruotsin vallan aikana valtion luotsi luettiin tärkeäksi sotalaitoksen virkamieheksi. Hän vannoi kuninkaalle valan, ettei paljasta väylätietoja ulkopuolisille. Väylä merkittiin karttoihin vain epätarkasti ja ainoastaan luotsit tunsivat väylät hyvin. He olivat kuninkaan luottomiehiä ja joutuivat muistamaan väylän ulkoa.

Tänä päivänä luotsaus on edelleen turvallisuustehtävä, mutta ei enää kansalliseen turvallisuuden takaamiseksi. Sen sijaan päämääränä on kuljetustehtävän, siis ihmishenkien, omaisuuden ja ympäristön turvallisuuden takaaminen. Vanha tapa hyödyntää muistikuvaa kartasta on kuitenkin säilynyt aina meidän päiviimme saakka. Vielä nykyaikanakin luotsauskokeessa vaaditaan muistinvaraista kartan osaamista, vaikka perimmäinen syy kansallisen turvallisuuden takaamisesta poistui jo Suomen autonomian aikana. Vanhaa toimintatapaa pidetään valitsevana hyvänä merimiestapana *'ordinary practice of seaman'*, ilman että tämän tavan todellista syntyperustetta tiedostetaan. Nyky-yhteiskunnassa pidetään lähes poikkeuksetta toimintatapojen dokumentointia välttämättömänä. Yksi tällainen poikkeus on kuitenkin käsite *hyvä merimiestapa*, jolta puuttuu yhteisesti päätetty, objektiivinen määrittely.

Suomen itsenäisyyden alkuvuosilla vastuu luotsauksesta siirrettiin varustamoille, ikään kuin varustamo olisi asettanut luotsin virkaansa ja kouluttanut hänet. Vuoden 1998 luotsauslaissa määriteltiin luotsin vastuu¹⁷⁵. Lakiehdotuksessa hallitukselle luotsin vastuuta ei perusteltu muuten, kuin viittaamalla vahingonkorvauslakiin. Eduskunta päätti, että luotsi on vastuussa luotsauksesta. Oikeusministeriö ei ollut lakiehdotukseen täysin tyytyväinen ja lausui seuraavaa:

'On kuitenkin oletettavaa, että luotsauksessa on kehittynyt pitkäaikaisen käytännön myötä selkeämpiä juuri sitä koskevia vastuusääntöjä, jotka olisivat nyt kirjatavissa lakiin.'

Päällikön ja luotsin vastuunjaoista oikeusministeriö lausui seuraavaa:

'Luotsauslakiehdotuksen suppeus tulee esille esimerkiksi aluksen päällikön ja luotsin välisten tehtävien ja vastuun jakautumisen sääntelyssä. Tämä on ongelmallista, koska vastuunjakoa voi pitää yhtenä luotsauslain periaatteellisista ydinongelmista ja se on erityisesti vahingonkorvaus- ja rangaistussäännösten soveltamisen kannalta keskeinen.'

Onnettomuustutkintakeskus julkaisi vuonna 2006 tutkimuksen nimeltä *Luotsauksen toimintatavat ja kulttuuri onnettomuustapausten valossa*¹⁷⁶. Siinä todettiin, että luotsauksessa esiintyviä kehitysjännitteitä aiheuttavat muun muassa käytännön luotsaustilanteiden hallinnan vaatimat valta- ja vastuusuhteet, jotka ovat ristiriidassa säädettyjen vastuusuhteiden kanssa.

Lainsäädännön tarkastelussa paljastuu, että aiemmin voimassa olleet luotsauksen komentositatyöskentelyä kuvaavat ohjeet on poistettu. Luotsausohje ja reitituisunnitteluohje olisivat työn suorittamisessa keskeisiä, mutta ne on kumottu. Säädöksissä luotsaustyö on jäänyt komentositatyön irralliseksi osaksi, josta ei ole olemassa tarkkaa virallista määritelmää. Luotsaustyöstä ei ole olemassa oppikirjaa eikä sen määrittely sisälly merenkulkuopetukseen. Luotsaustyön tekemisen ohjeistus puuttuu täysin, työn suorittamista arvioidaan jälkikäteen ainoastaan hyvän merimiestavan kautta.

¹⁷⁵ Merenkululaitoksen tiedotuslehti 7/1998, Luotsauslaki 90/1998, 7 §

¹⁷⁶ Turvallisuusselvitys S1/2005 M (Leena Norros, Maaria Nuutinen, Kari Larjo)

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kansallisten luotsaustyötä koskevien säädösten puuttuminen ei kannusta nykyaikaisten työskentelytapojen muodostumiseen. Ilman ohjeistusta luotsi on joutunut työssään tekemään sellaisia päätöksiä, jotka normaalisti yhteiskunnan toiminnassa on määritelty työnantajan vastuulle ja siten luotsi on joutunut itse kantamaan sellaista vastuuta, joka normaalisti lankeaisi työnantajalle. Luotsaustoiminnan osalta tämä tilanne on vahvistettu erikseen säädöksin. Tämän vastuunkannon seurauksena vallitseva ohjeistuksen puute on toistuvasti havaittu luotsausonnettomuuksien tutkinnassa.

Nykyisten vastuusäädösten mukaan aluksen päällikkö vastaa aluksensa ohjailusta myös silloin, kun hän noudattaa luotsin antamia neuvonantajan ohjeita. Tästä johtuen päällikön pitäisi pystyä arvioimaan luotsin neuvojen oikeellisuus – eli oikeusministeriön näkemyksen mukaan olemaan parempi asiantuntija kuin luotsi itse.

Luotsit vastustivat aikanaan joutumista neuvonantajan asemaan ja vieraan työnantajan vastuulle. Ei ole keskusteltu tarpeeksi siitä vaihtoehdosta, että luotsin oma työnantaja vastaisi tehdystä työstä, kuten muutkin työnantajat tekevät. Tämä muutos katkaisisi luotsaustoimessa yli kolmesataa vuotta jatkuneen viinon ja voidaan kysyä, syntyisikö vastuumuutoksen myötä luotsaustyön tarkempaa ohjeistusta? Jos vastaus on kyllä, olisiko syntyneellä ohjeistuksella aluksen kuljettamiseen liittyvään turvallisuuteen positiivinen vaikutus?

Jos vastuu luotsaustyön suorittamisesta siirtyy työntekijältä työnantajalle, on työnantajan intressissä varmasti selkeästi määritellä, minkälaisin ehdoin vastuunkanto on mahdollista ja mitkä reunaehdot rajaavat vastuuta luotsaustehtävän aikana.

Positiivisena seurauksena tästä vastuun ottamisesta alukselle saapuva luotsi tarkkaan varmistaisi aluksen reittisuunnitelman sekä ohjailu- ja navigointilaitteiden kunnon. Käsiteltyjen onnettomuustapausten valossa tällainen tarkka varmistaminen ei tänä päivänä käytännössä aina toteudu. Luotseilla olisi selkeät toiminnalliset edellytykset tarkistaa luotsaustyössä tarvittavien komentosiltilaitteiden kunto, silloin kun he itse niitä käyttävät. Vain tapauksissa, joissa luotsattava alus täyttäisi IMO:n asettamat ehdot, luotsaustyön vastuu olisi luotsaustyönantajalla. Tämä motivoisi varustamoja riittävästi huolehtimaan laitteiden kunnossapidosta.

Uusi vastuun määrittely synnyttäisi siis selkeää ohjeistusta siitä, minkälaisilla aluksilla ja navigointilaitteistoilla luotsaustyö olisi turvallista. Tämä puolestaan toisi selkeän tarpeen tarkkaan määritellä myös ne sääolosuhteet, joissa aluksen kuljettaminen saaristoväylällä olisi mahdollista ja miten aluksen miehistön ja luotsin tulisi valmistautua luotsaukseen. Sen seurauksena myös luotsin otto- ja jättöpaikan määrittäminen tarkentuisi, sillä molempien osapuolten intressissä oli-

si vastuukysymysten vuoksi tarkasti tietää, milloin luotsaustehtävä alkaa ja milloin se päättyy.

Luotsaustyö ja siihen valmistautuminen olisi siis kuvattu ja tämän kuvauksen tavoitteisiin pääsemiseksi myös luotsaustyön koulutus tulisi selkeästi määritellyksi. Tämä määrittely sisältäisi koulutusohjelman, -materiaalin sekä pätevyysvaatimuksen.

Varustamon näkökulmasta vastuun siirtäminen luotsin työnantajalle merkitsisi vakuutuksen saamista luotsauksen ajaksi. Tämä tekisi luotsin käyttämisen halutuksi vaihtoehdoksi. Päälliköiden mielipide olisi tässä asiassa varmasti sama kuin varustamoiden. Luotsimaksusta tulisi myös paremmin perusteltu, eikä sitä pidettäisi enää veroluonteisena vastikkeettomana kuluna.

Luotsin työnantajan näkökulmasta todennäköisyys suorien korvausten maksamiseen kasvaisi, mutta kuten kaikissa muissakin yhteiskunnan toiminnoissa, niin koulutuksen, ohjeistuksen ja valvonnan vaikutuksesta kokonaisturvallisuustaso kohoaa. Tällä seurauksella puolestaan on kokonaiskustannustasoa alentava vaikutus.

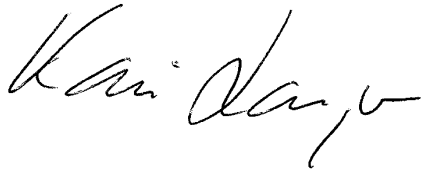
Luotsaustyöhön liittyen ohjeistusta voisi tarkentaa ainakin reittisuunnittelun, VTS-toiminnan ja luotsipaikan tilapäisen siirtämisen suhteen. Lisäksi ohjeistusta kaipaivat luotsauksen keskeyttämisen kriteerit ja VTS-asemilla tapahtuva vaaratilanteiden rekisteröinti. Reittisuunnitelmien katsastus voitaisiin ottaa mukaan alusten vuotuisiin katsastuksiin. Myös luotsausta käsittelevä teoreettinen oppikirja auttaisi säädösten mukaisten pätevyysvaatimusten saavuttamisessa. Se kannattaisi sisällyttää myös päälliköiden opetusohjelmaan.

Nykytilanteessa luotsaustyön ohjeistuksen puute varmasti madaltaa kynnystä luotsipalveluja tarjoavien uusien yritysten perustamiseksi, kun kerran vastuu luotsauksesta ja mahdollisista onnettomuuskustannuksista lankeavat varustamoille. Kilpailu itsessään kyllä monipuolistaa palveluntarjontaa ja pitkällä tähtäimellä lopulta nostaa palvelujen tasoa, kuten länsimaisten demokratioiden historia osoittaa. Mutta onko meillä nopeasti kasvavien turvallisuusvaatimusten paineessa sitä ylellisyyttä, että voimme ilman kansallista ohjeistusta jäädä odottamaan asian korjaantumista?

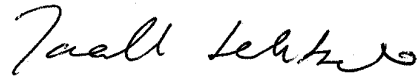
Tämän turvallisuusselvityksen johtopäätöksessä esitettyyn vastuunjakoon ja oikeusministeriön antamaan lausuntoon luotsauslain esityksestä¹⁷⁷ viitaten, lautakunnan mielestä on ensiarvoisen tärkeää, että liikenne- ja viestintäministeriö koakoisi työryhmän tekemään selvityksen toimenpiteistä, joita luotsin vastuun siirtäminen luotsin työnantajalle edellyttäisi.

¹⁷⁷ Oikeusministeriön lausunto liikenneministeriölle 19.9.1995, Dnro 2307/43/95

Helsingissä 18.5.2010



Kari Larjo



Jaakko Lehtosalo



Karl Loveson

LÄHDELUETTELO

Leena Norros, Maaria Nuutinen, Kari Larjo, Luotsauksen toimintatavat ja kulttuuri onnettomuuksien valossa, S 1/2004 M. ISBN95-836-167-3. Onnettomuustutkintakeskus, Multiprint 2006.

Aimo Heiskanen, Timo Rekonen, Aluksen nopeuspainuma, Navigator 3/1976.

Olavi Huuska, On the Evaluation of underkeel Clearances in Finnish Waterways. ISBN 951-750-768-2. Otaniemi 1976.

Laivaväylien suunnitteluohjeet, Tie- ja Vesirakennushallitus, Vesitieosasto, Helsinki 1979, TVH 752159

Laivaväylien suunnitteluohjeet, Merenkululaitos 2001, ISSN 4156-9442.

Risto Lång, Väylien kulkusyvyysskäytäntö, Suomen Merenkulku 09.2005.

NAVIGATION 3, Chefen för marinen, Navigering med teletekniska hjälpmedel, 1984. ISBN 91-970670-0-8.

Kimmo Mannola, Uutta tekniikkaa meriväylien suunnittelussa, NAVIGATOR 2-3/1975.

Timo Rekonen, Mkh Väyläosasto, Kulkusyvyyden vahvistaminen väylälle: byrokrattinen ja epätaloudellinen käytäntö. MEGAFONI 6/1995.

Väylien kulkusyvyysskäytäntö, Merenkululaitoksen tiedotuslehti, 8/12.7.2005.

Öfverstyrelsen för Lots och Fyrinrättningen i Finlanad, KARTBLAD till LISTA öfver FINSKA FYRAR och MIST SIGNALSTATIONER, Utgiven år 1904, Helsingfors 1905, AB Weiling & Göös.

Erik Severin, Lotsning i äldre tid. Kommentarer till en gammal lotsförordning från 1696. Karlskrona Kungliga Amiralitetes och Blekinge provinsboktryckare John Ludvig Happenius 1971.

Erik Severin, Lotsning i äldre tid. Kommentarer till en gammal lotsförordning från 1798. Moniste. Ruotsin merenkululaitos, 1969.

Heikki Ylikangas, Mennyt meissä, Suomen kansanvallan historiallinen analyysi, WSOY 1990, ISBN 951-0-16688-X.

C.F. Hambo, Den Privata Sjörädden enligt svensk lagstiftning, Stockholm 1870, P.A. Norstedt & Söner.

Erik Hägg, Bland lotsar och Fyrmän. Stockholm 1930. Kungliga Boktryckerit. P.A. Norstedt & Söner. 293064.

Aina Lähteenoja, Suomen Luotsi- ja Majakkalaitoksen historia vuoteen 1808. Merenkulkuhallitus, OY Tilgman AB 1947, Helsinki.

Kejsarlig förordning rörande Båk- och Lotsinrättningen uti Finland. ALEXANDER. 17.05.1812. Kansallisarkisto.

Konliga Majestets förordning angående lots- och fyrinrättningen i riket. 09.07.1862. (Ruotsalainen luotsausasetus.)

Isakki Laati, Suomen Luotsi- ja Majakkalaitoksen historia 1808 - 1946. Merenkulkuhallitus, OY Tilgman AB 1946, Helsinki.

Yrjö Kaukiainen ja Pirkko Leino - Kaukiainen, Navigare Necesse Est, Merenkululaitos 1917 - 1992. Gummerrus 1992, ISBN 951-47-6776-4.

Bertel Lybeck, Merenkulun käsikirja, Helsinki 1936. Keskuskirjapaino.

Luotsausasetus 393/1957.

Helge Jääsalo, Muistio 1960. Suomalaisten kauppalausten vapauttaminen velvollisuudesta käyttää luotsia suomen kulkuvesillä. Kansallisuusarkisto KD-216/259/56 ja asiakirja KD-25/268/63.

A.N. Cockcroft, J.N.F. Lameijer. A Guide to the Collision Avoidance Rules. London 1976. ISBN 0-540-07272-9.

Merenkukuhallituksen kiertokirje. Asia: Luotsin saapuminen alukseen ja poistuminen siitä luotsaustehtävää suoritettaessa. 2.4.1972. Merenkukuhallituksen tiedotuslehti 9/1972. (Kumottu tiedotuksella 7/87).

Luotsien nousu alukseen ja siitä poistuminen. Merenkukulaitoksen tiedotuslehti 7/1987. (Kumottu luotsausohjeessa. Merenkukulaitoksen tiedotuslehti 6/88).

Asetus vahdinpidosta aluksella 666/1981. Merenkukuhallituksen tiedotuslehti 26/1981.

Department of Trade, 1980. A Guide of Planning and Conduct of Sea Passages. London, Her Majesty's stationary Office. ISBN 0-11-512923-5.

Luotsausohjeet. Merenkukuhallituksen tiedotuslehti 6/1988. (Suomen ensimmäinen luotsausohje.)

Tutkintaselostus Tebostar – Ladushkin yhteen törmäys 5.9.1989. Suuronnettomuuden tutkintaselostus 3/1989, Helsinki 1989. Oikeusministeriö. Suuronnettomuustutinnan suunnittelukunta.

Antti Haapio, Luotsien koulutuskysely, Rauman merenkulkuoppilaitos, Laivasimulaattoriyksikkö, Espoo, Tietotie 1, 25.11.1991. Moniste.

Tutkintaselostus 2/1995 ms/ Tallink pohjakosketus Kustaanmiekan salmessa 22.3.1995. Onnettomuustutkintakeskus 3/1989, Helsinki 1997. ISBN 951-53-1511-5.

Sirkka-Heleena Nyman, Luotsin virkamiesasema ja virkavastuu, Pro gradu- tutkielma, Tampereen yliopisto, Julkisoikeudellinen laitos, 1997.

Leena Norros, Kristiina Hukki, Antti Haapio, Matti Hellevaara, Päätöksenteko komentosillalla luotsaustilanteessa. 1998. VTT. Valtion tekninen tutkimuskeskus. ISBN 951-38-5008-0.

Rheinschiffsuntersuchungsordnung (RheinSchUO) 1995. Zentralkommission für die Rheinschiffahrt.

Alukselta vaadittava reittisuunnitelma. Merenkulkuhallituksen päätös. Merenkulkuhallituksen tiedotuslehti 19/1995. (Merenkululaitos poisti tämän päätöksen voimassa olevien päätösten luettelosta 1998.)

Asetus aluksen miehityksestä, laivaväen pätevyydestä ja vahdinpidosta 1256/1997. Merenkululaitoksen tiedotuslehti 1/1998.

Liikenneministeriön päätös aluksen miehityksestä, laivaväen pätevyydestä ja vahdinpidosta 1257/1997.

Luotsauslaki 90/1998. Luotsausasetus 92/1998. Merenkululaitoksen tiedotuslehti 7/1998.

Luotsausohjeet. Merenkululaitoksen tiedotuslehti 10/2000. (Ohje kumottiin joulukuun 2003 ja helmikuun 2004 välillä poistamalla se voimassa olevien merenkululaitoksen päätösten luettelosta.)

Luotsauslaki 940/2003. Luotsausasetus 982/2003. Merenkululaitoksen tiedotuslehti 14/2003.

G.K. Green, The Law of Pilotage, London 1983, Llyod's of London Press Ltd. ISBN 0-907432-66-2.

Olof Traung, Navigationskolornas historia. Sjöfartsmuseets I Göteborg Förlag. 1941. Elanders boktryckeri Aktiebolag.

Peter Wetterstein, Det offentligas skadeståndsansvar - särskilt med hänsyn till sjöfartsförhållanden. Sjörättsfondet, 1999, Universitetet i Oslo, Karl Johansgt. 47. 0162 Oslo. ISSN 0332-7868.

IMOn säädökset

IMO Res. A. 222(VII) 12 Oct, 1971, Performance Standards for Navigational Radar equipment.

IMO Res. A. 285(VIII), 20. Nov. 1973, Annex A, Recommendation on basic principles and Operational Guidance relating to Navigational Watchkeeping.

Resolution A.342 (IX) 1974. Recommendation on Performance Standards for Automation pilots.

STCW Convention and Code 1978. LONDON 1978. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers 1978.

IMO Res. A.434 (XI), Performance standards for Gyro-Compasses.

IMO Res. 424(XI) 1979. Performance Standards for Gyro-Compasses.

IMO Res. A. 477(XII), 19. Nov. 1981, Performance Standards for Radar equipment.

IMO Res. A.485(XII), 19 Nov. 1981. Training, Qualifications and Operational Procedures for Maritime Pilots other than deep-sea pilots.

IMO Res. A. 578 (14).20 Nov. 1985. Guidelines for Vessel Traffic Service.

IMO Res.601 (15) 19 Nov. 1987, Provision and Display of Manoeuvring Information on board Ships.

IMO Resolution A. 817(19) 1995, Annex Performance standards for Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS).

IMO Res. A.822(19) 1995. Performance Standards for Automatic Steering Aids (Automatic pilots) for High-Speed Craft.

IMO, International Code of safety for High-Speed craft. HSC CODE. London 1995. ISBN 92-801-1326-7.

MSC 64(67) 1996, Recommendation on performance standards for radar equipment.

MSC 64(79) 1996, Recommendation on performance standards for Heading Control systems.

MSC Res A.74(69) 1998, Recommendation on performance standards for Track keeping systems.

MSC res. 86(70)1998. Performance Standards for an Integrated Navigation System. Amendments 2002 – 2004.

MSC Resolution 116(73), 2000, Recommendation on performance standards for marine Transmitting Heading Devices (THDs).

STCW Convention and Code -95. LONDON 1996. ISBN 92-801-1412-3. Amendments 1997 and 2001.

IMO Res. A.918 (22) 29 Nov. 2001, IMO Standard Marine Communication Phrases.

IMO Res. A.913(22) Revised Guidelines on Implementation of the International Safety Management (ISM) Code by Administrations. 29 Nov 2001.

A.960 (23).5 Dec. 2003, Recommendations on Training and Certification and on Operational Procedures for Maritime Pilots other than deep-sea pilots.

The Maritime Safety Committee, MSC 192(79) 2004, Annex, Revised recommendation on performance standards for radar equipment.

IMO, MSC. 19(79) 2004, II/6.4.6.4 "Ship's (AIS target) rate of turn should be made available".

MSC 192(79) 2004, Annex, Revised recommendation on performance standards for radar equipment.

SOLAS Consolidated edition 2004, ISBN 92-801-4183-X. Amendments 2003, 2004 and 2005.

Thomas Porathe, 3-D Nautical Charts and safe Navigation. Arkitektkopia, Västerås Sweden 2006. ISBN 91-85485-12-8.

IMO Resolution MSC.192(79) 6.12.2004. ADOPTION OF THE REVISED PERFORMANCE STANDARDS FOR RADAR EQUIPMENT.

**LUOTSAUSTYÖHÖN LIITTYVIEN ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTIEN
TURVALLISUUSHUOMIOITA JA SE TEKSTIN KOHTA, JOSSA AIHEPIIRIÄ
TÄSSÄ TURVALLISUUSSELVITYKSESSÄ ON KÄSITELTY**

<i>Numero</i>	<i>Luku</i>	<i>Onnettomuus tai vaaratilanne</i>
B 1/1997 M	3.3.7, 5.2	Matkustaja-alus ms UKKO, karilleajo Kallavedellä
B 1/1998 M	5.2	Kantosiipialus ms LAURA, karilleajo Helsingin edustalla
B 1/2001 M	3.3.5, 3.3.7, 4.1.2, 4.1.5, 5.2	ms ISABELLA (FIN), pohjakosketus Staholmin luona Ahvenanmaalla
B 1/2004 M	4.1.2, 5.3	Ro-Ro-matkustaja-alus FINNCLIPPER (FIN), pohjakosketus Kapellskärin edustalla
B 5/2004 M	3.3.5, 3.3.7, 5.2	Ro-Ro alus GLOBAL FREIGHTER (FIN), karilleajo Lövskärin luona
B 7/2004 M	5.3	Ms SUPERFAST VII (GR), pohjakosketus Hangossa
B 8/2004 M	4.1.2, 5.2	Ms ALANDIA (FIN), pohjakosketus Uumajan edustalla
B1/2008M	3.3.2, 4.1.5	ms TALI (FIN), karilleajo Jössingfjordin edustalla Norjassa

<i>Numero</i>	<i>Luku</i>	<i>Onnettomuus tai vaaratilanne</i>
C 1/1997 M	3.3.7, 5.2	Koulualus KATARINAN karilleajo Kotkassa
C 2/1997 M	4.1.6, 5.2	ms MARJESCO, karilleajo Puumalassa
C 4/1997 M	3.3.5	Ro-ro-alus ms FINNMAID ja maantielautta ms MERGUS, yhteentörmäys Smörgrundissa
C 5/1997 M	3.3.5, 3.3.7	Matkustaja-alus ss LEPPÄVIRRAN karilleajo Haukivedellä
C 6/1997 M	3.3.7, 4.1.2	M/S HÄLSINGLANDin karilleajo Kalajoen edustalla
C 11/1997 M	4.1.2	ms GRIMM, karilleajo Kotkan sataman edustalla
C 15/1997 M	4.2, 5.2	ms MARIE LEHMANN, karilleajo Tammisaaren väylällä Odensön kohdalla
C 16/1997 M	3.3.5, 5.3	mt CRYSTAL AMETYST, karilleajo Mussalon sataman edustalla Kotkassa
C 2/1998 M	3.3.7, 5.2	MS JULIA, pohjakosketus Kustaanmiekkan salmessa
C 4/1998 M	3.3.5, 3.3.7, 4.1.6, 5.2	ms GERDA, karilleajo Kotkan sataman edustalla
C 5/1998 M	4.1.2, 4.1.6, 5.2	ms BALTIC MERCHANT, karilleajo Puumalassa Hätingvirralla
C 9/1998 M	4.2, 5.2	ms CHRISTA, karilleajo Ruotsinsalmen oikaisuväylällä
C 11/1998 M	4.2, 5.2	ms GARDWIND, karilleajo Ruotsinsalmen oikaisuväylällä
C 13/1998 M	4.2, 5.2	ms TRENDEN, karilleajo Rauman edustalla
C 1/2000 M	3.3.2	ms OCEAN PRIDE (NOR), karilleajo Orregrundin luona
C 2/2000 M	3.3.2	Ms AURORA (NOR), vaaratilanne ja pohjakosketus Harmajan eteläpuolella
C 4/2000 M	3.3.7	M/AUX ASTRID, karilleajo Helsingin edustalla

<i>Numero</i>	<i>Luku</i>	<i>Onnettomuus tai vaaratilanne</i>
C 6/2000 M	3.3.7	ms TUULISPÄÄ, karilleajo Helsingin edustalla
C 9/2001 M	3.3.5, 3.3.7, 5.2	ms CINDY (FIN), karilleajo Ahvenanmaalla Järsön eteläpuolella
C 2/2002 M	4.1.5, 5.3	MS CITY OF SUNDERLAND, karilleajo Hangossa
C 3/2002 M	3.3.5, 3.3.7, 4.1.6, 5.2	DOURO CHEMIST, karilleajo Lövskärin risteysalueella
C 4/2002 M	5.7	Puskija STEEL ja proomu BOARD (FIN), pohjakosketus Nordvalenin luona Pohjanlahdella
C 7/2002 M	4.1.2, 4.2	Hinaaja PUSKU ja työntöproomu PÖLLI 7 (FIN), karilleajo Savonlinnan Kyrönsalmessa
C 11/2002 M	4.1.8	RoRo-alus ms GARDEN (FIN) ja rahtialus ms VINGAREN (SWE), yhteentörmäys Drogdenin luona Etelä-Itämerellä
C 12/2002 M	4.2, 5.2	Kuivalastialus mv TRAVEBERG (GIBR), karilleajo Kotkan edustalla
C 13/2002 M	4.2, 5.2	Kuivalastialus ms KAJEN (DE), karilleajo Kotkan edustalla
C 3/2003 M	3.3.5, 5.7	Rahtialus ms BIANCA (FIN), karilleajo Gävlen ulkopuolella Selkämerellä
C 8/2003 M	4.1.2, 4.1.5, 5.3	ms SILJA OPERA (SWE), yhteentörmäys kolmen rahtialuksen kanssa Pietarin satamassa
C 9/2003 M	4.1.5, 5.7	Matkustaja-alus SPOVEN (FIN), kaksi karilleajoa Ahvenanmaalla Brändön ja Föglön luona
C 3/2004 M	4.1.6	Yhteysvene HÖGSÅRA (FIN) ja yhteysalus ROSALA II (FIN), yhteentörmäys Örön pohjoispuolella
C 4/2004 M	4.1.2	Matkustaja-alus SUOMENLINNA II (FIN), pohjakosketus ja kuusi vaaratilannetta (poikkeamatilannetta) Helsingissä
C 5/2004 M	3.3.5, 4.1.2, 4.2, 5.2	Joki-merialus KRASNOVIDOVO (RUS), törmäys ponttonisiltaan Kyrönsalmessa Savonlinnassa
C 6/2004 M	5.2	Kaljaasi s/v VALBORG (FIN), karilleajo Pellingin saaristossa
C 1/2005 M	3.3.5, 4.1.2, 4.1.5, 5.3	Ms PAULINE RUSS (Antigua ja Barbuda), pohjakosketus Hangossa
C 2/2005 M	3.3.7	Hinaaja ss HEIKKI PEURANEN (FIN), karilleajo ja uppoaminen Puumalassa
C 3/2005 M	4.1.2, 4.1.5, 5.3	Roro-alus TRANSLANDIA (FIN), törmäys laituriin Tallinnassa
C 5/2005 M	3.3.5, 4.1.2	Mt OMEGA AF DONSÖ (SWE), karilleajo Sköldvikin väylällä
C 1/2006 M	3.3.5, 4.1.9	Ms ESTRADEN (FIN) ja mt WOLGASTERN (IoM), yhteentörmäys Kielin kanavassa
C6 /2006 M	4.1.5, 5.3	MS NORDLANDIA, törmäys laituriin Tallinnassa 28.10.2006
C1/2008M	3.3.2, 3.3.5, 3.3.7	ms OOCL NEVSKIY (LUX), karilleajo Harmajan luona
C3/2008M	3.3.2	MS ANNE SIBUM (CYP), karilleajo Orrengrundin luona